

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 41 (1983)  
**Heft:** 197

**Artikel:** Die Entwicklung von Lichtbrücken  
**Autor:** Hilbrecht, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899241>

### **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:** 26.12.2024

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

# Die Entwicklung von Lichtbrücken

H. HILBRECHT

## Einleitung

Seit 1977 existiert in der Bundesrepublik eine Sonnengruppe, deren verschiedene Arbeitsgruppen sich im ORION in lockerer Folge vorstellen, um eine Zusammenarbeit auch über die Ländergrenzen hinweg voranzutreiben. An dieser Stelle sollen einige Gedanken und Ergebnisse dargestellt werden, die der «Arbeitsgruppe Lichtbrücken» zugrundeliegen. Es wird allein die Entwicklung von Lichtbrücken dargestellt, weil diese für den Amateurastronomen nachvollziehbar und beobachtbar ist. Ergebnisse der Sonnenphysik sind an anderer Stelle (HILBRECHT 1977, 1982 b) ausführlich referiert worden. Informationen über die Projekte der Sonnengruppe, ihr Mitteilungsblatt SONNE und das Handbuch für Sonnenbeobachter erhalten Sie über die Adresse des Autors.

## 1. Erscheinungsformen von Lichtbrücken

Im allgemeinen fällt dem Sonnenbeobachter bei der Betrachtung eines Sonnenflecks zweierlei auf: die dunkle Umbra und die umgebende, etwas hellere filamentöse Penumbra. Mehr unbewusst oder überhaupt nicht wird die dritte, den Sonnenfleck beherrschende Struktur wahrgenommen: Lichtbrücken. Dabei handelt es sich um helle Gebiete meist länglicher Form, die nach bestimmten Regeln den Fleck durchziehen. Leicht zu beobachten sind grosse Einbrüche der Photosphäre in den Fleck, wie sie bei der Fleckteilung auftreten. Bei guten Luftbedingungen und entsprechendem Instrument lässt sich erkennen, dass diese Formen wie die Photosphäre eine Granulation besitzen. Diese «klassischen Lichtbrücken» erscheinen häufig etwas heller als die Photosphäre und können Tage bis Wochen im Fleck stabil sein.

Häufig sind auch Lichtbrücken ohne direkte Verbindung zur Photosphäre. Der nördlichste Fleck in Abb. 1 beherbergt einen solchen Typus. Eine helle «Lichtader» durchschneidet von der Penumbra her eindringend die Umbra. Im kleineren Fleck östlich davon finden sich in der Penumbra helle Knoten geringen Durchmessers. Auch diese Strukturen haben keine sichtbare Verbindung zur Photosphäre. Betrachtet man hoch aufgelöste Fotos solcher Gebilde, fällt – falls vorhanden – die zerfaserte, gestörte Penumbrastruktur auf. Es haben sich helle Knoten gebildet, die mit der Zeit in die wohlbekannte Granulation übergehen. Oft handelt es sich nur um wenige Granulationszellen, die wie eine Perlenkette in der Umbra aneinandergereiht sind. Sie können sich kompliziert verzweigen, wie dies im erstgenannten Fleck auch der Fall ist. Die Helligkeit ist dabei meist noch so gross, dass sie relativ leicht beobachtbar bleiben. Für einen dritten Typ trifft dies nicht mehr zu. Bei starker Vergrößerung und exzellenter Luft finden sich in vielen Umbrae diffus aussehende, dünne Adern, die aus hellen Penumbra-Filamenten hervorgehen und ein regelrechtes Netzwerk in der Umbra bilden können. Auch diese «streamer» bestehen aus Granulae, die jedoch nicht so hell sind wie bei den bereits beschriebenen Typen und auch nicht so dicht beieinander stehen. MULLER (1979) beobachtete, wie sich Granulae von einem hellen Penumbra-Filament abschnürten und auf den gegenüberliegenden Umbra-Rand zubewegten.

## 2. Entwicklung der Lichtbrücken

Verfolgt man einen Sonnenfleck über längere Zeit, werden wohlbekannte Entwicklungsverläufe sichtbar. Lichtbrücken sind eng mit dieser allgemeinen Fleckentwicklung verbunden und eignen sich daher ausgezeichnet, Veränderungen des Flecks zu studieren. Entgegen der weit verbreiteten Ansicht treten Lichtbrücken nicht erst bei «alten» Sonnenflecken

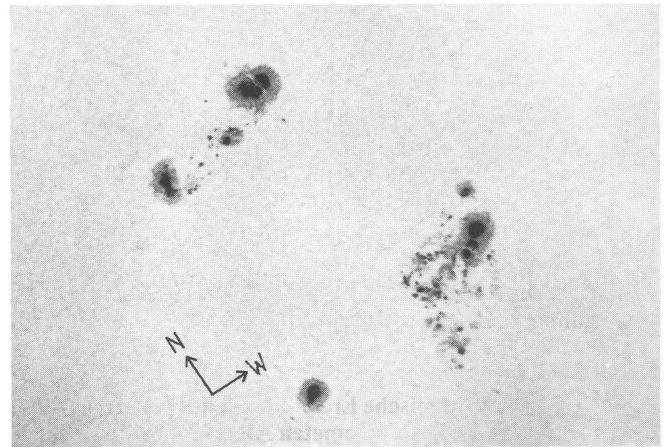


Abb. 1: Die Aufnahme zeigt die verschiedensten Erscheinungsformen von Lichtbrücken, die im Text näher erklärt werden. 3.9.80, 17 h 15m MESZ, Refr. 130/1960 mm mit 17 mm-Okular und Grünfilter, 1/500 sec. auf Agfa Ortho 25, entw. in Rodinal 1+25, 5 min., von CORD-HINRICH JAHN, Hannover.

auf, sondern sind typische Strukturen jeder Fleckengruppe. Während man in «jungen» C- oder D-Gruppen häufig kleine streamer und Inseln findet, treten in grossen Fleckengruppen grosse «klassische» Lichtbrücken auf, die meist mit dem Zerfall des Flecks einhergehen.

Hat der Fleck sein Endstadium (H- und J-Typ) erreicht, werden wieder streamer und Inseln zu beherrschenden Elementen. Tabelle 1 nach HILBRECHT (1977b) stellt das Verhältnis der Lichtbrückenzahl ( $LB_N$ ) zu Fläche ( $A_i$ ) und Einzelfleckenzahl ( $N_i$ ) von Sonnenfleckengruppen der verschiedenen Waldmeier-Typen dar.

Tabelle 1:

Gruppe	D	E	F	G	H	J
$LB_N/A_i$	0.004	0.004	0.001	0.001	0.003	0.010
$LB_N/N_i$	0.62	0.09	0.03	0.05	0.11	0.37

Lichtbrücken verhalten sich entgegengesetzt zur Fleckaktivität: je aktiver ein Fleck ist, desto mehr treten sie zurück. Die relativ wenigen grossen Brücken in grossen Flecken erzeugen als Folge ihrer Auffälligkeit einen falschen Eindruck.

Damit stellt sich die Frage nach dem allgemeinen Entwicklungsschema der Lichtbrücken. HILBRECHT (1982b) stellt einen möglichen Verlauf dar.

Die Lichtbrückenbildung beginnt mit einer leichten Einschnürung der Umbra, die meist gegenüberliegende Stellen betrifft. Von hellen Penumbra-Filamenten schnüren sich Granulae ab, die die Umbra durchqueren. Schliesslich bildet sich ein streamer aus, und die Penumbra beginnt sich ebenfalls einzuschnüren. Sie hellt sich im Bereich der entstehenden Lichtbrücke auf und verliert ihren regelmässigen, radialstrahligen Charakter. Schliesslich bilden sich helle Granulationzellen aus, die Filamente verschwinden und eine voll entwickelte helle Lichtbrücke durchzieht den Fleck.

Allein die Diskussion der Abb. 1 zeigte jedoch, dass helle Brücken nicht notwendigerweise Verbindung zur Photosphäre haben müssen. Die Entwicklung kann in jedem Stadium abgebrochen werden, ebenso wie Sonnenfleckengruppen nicht alle Aktivitätsstadien des Waldmeier-Schemas (A bis J) durchlaufen müssen. Ein wichtiges und allgemein gültiges Phänomen scheint aber die Störung der Filament-Struktur der Penumbra zu sein. PARFINENKO (1982) setzt diese Erscheinung in Zusammenhang mit dem Magnetfeld des Sonnenflecks.

Schwierigkeiten bereiten auch die Geschwindigkeiten der Entwicklungsstadien. Die Auflösung der Filament-Struktur kann innerhalb weniger Stunden erfolgen, oder sich über

Tage hinziehen. Daneben treten weniger zielgerichtete Veränderungen auf, die sich der allgemeinen Tendenz überlagern. Bisher unverstanden ist, weshalb sich bisweilen im gleichen Fleck «erfolgreiche» grosse Lichtbrücken auflösen, während kleine, rudimentär wirkende Formen relativ stabil bleiben. Abb. 2 gibt einen Eindruck von den Veränderungen, die in einem Fleck auftreten. Sie zeigt die gleiche Sonnenfleckengruppe an zwei aufeinanderfolgenden Tagen. Deutlich ist zu erkennen, wie an manchen Stellen der Gruppe Lichtbrücken abgebaut werden, während an anderen neue entstehen. Manche Lichtbrücken scheinen auch seitlich zu wandern und an Drehungen der Umbrae teilzunehmen, wie besonders aus den länger belichteten Abzügen deutlich wird. Auf ihnen ist auch die gestörte Filamentstruktur in Form nebulös wirkender Lichtbrücken gut zu erkennen.

Eigenheiten der Lichtbrückenentwicklung liegen noch weitgehend im Dunkel. Gerade der Amateurastronom kann aber einen Beitrag zur Klärung leisten, indem er regelmässige Beobachtungen durchführt und auftretende Lichtbrücken registriert. Vom Verfasser wurde deshalb ein Klassifikationschema entwickelt (Abb. 3), das es gestattet, direkt am Fernrohr den Entwicklungsstand der Lichtbrücken zu notieren. Untersuchungen über Abweichungen, die unter verschiede-

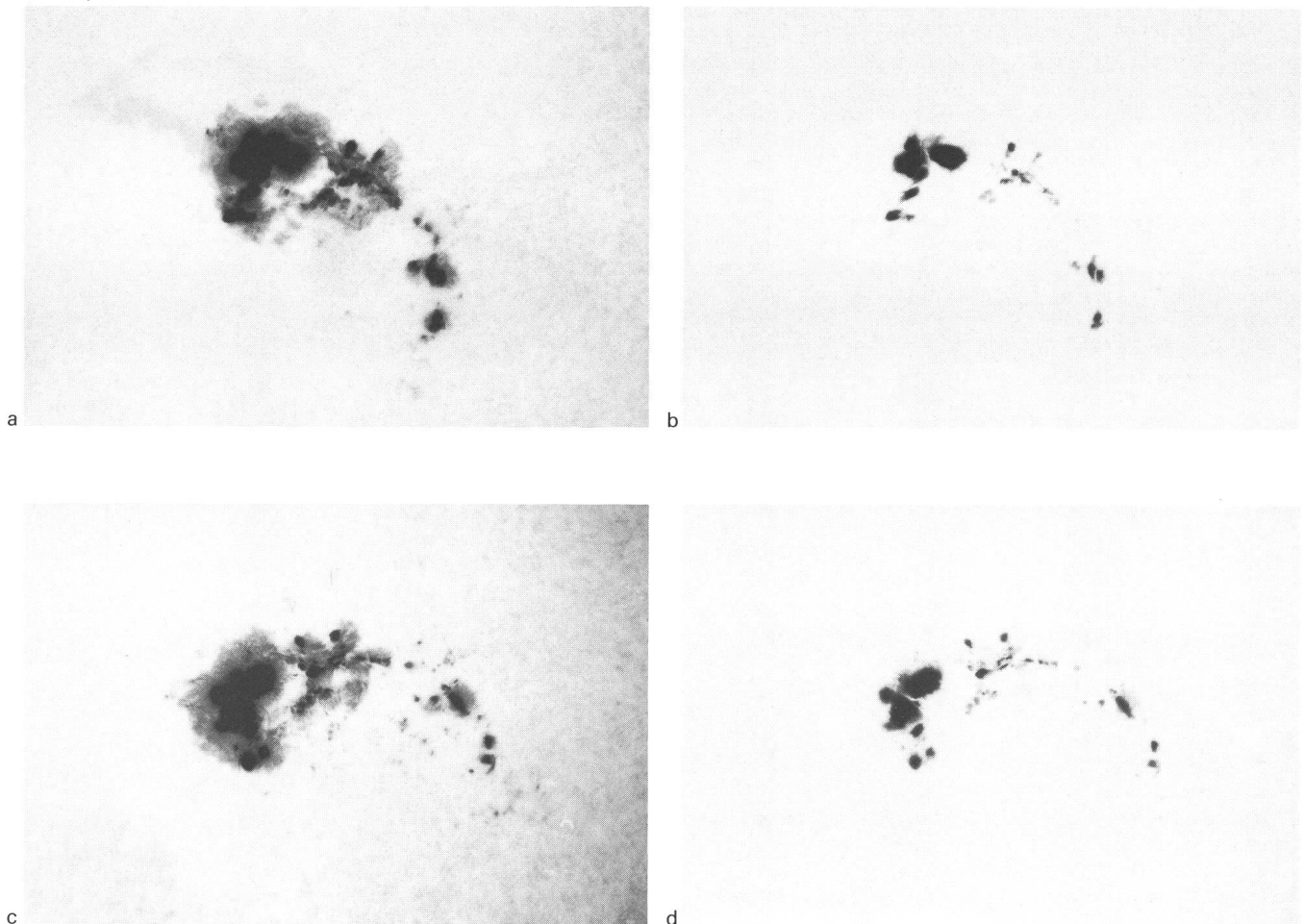


Abb. 2, a - d: Sonnenfleckengruppe am 17. und 18.6.1982. Die Kopien sind vom gleichen Negativ jeweils so belichtet, dass Strukturen der Penumbra, bzw. der Umbra deutlich hervortreten. Gut zu erkennen sind Veränderungen und die starken Helligkeitsunterschiede zwischen Lichtbrücken. Sie sind deshalb am besten direkt mit Objektivfiltern beobachtbar. Daten wie Abb. 1, Aufnahme CORD-HINRICH JAHN, Hannover.

nen Beobachtern naturgemäss auftreten, haben gezeigt, dass diese in der Regel tolerierbar sind (HILBRECHT, 1982a, 1982b). Seit 1977 benutzt eine kleine Gruppe von Amateur-astronomen das Schema erfolgreich – Tabelle 1 ist eines der bisher gewonnenen Ergebnisse.

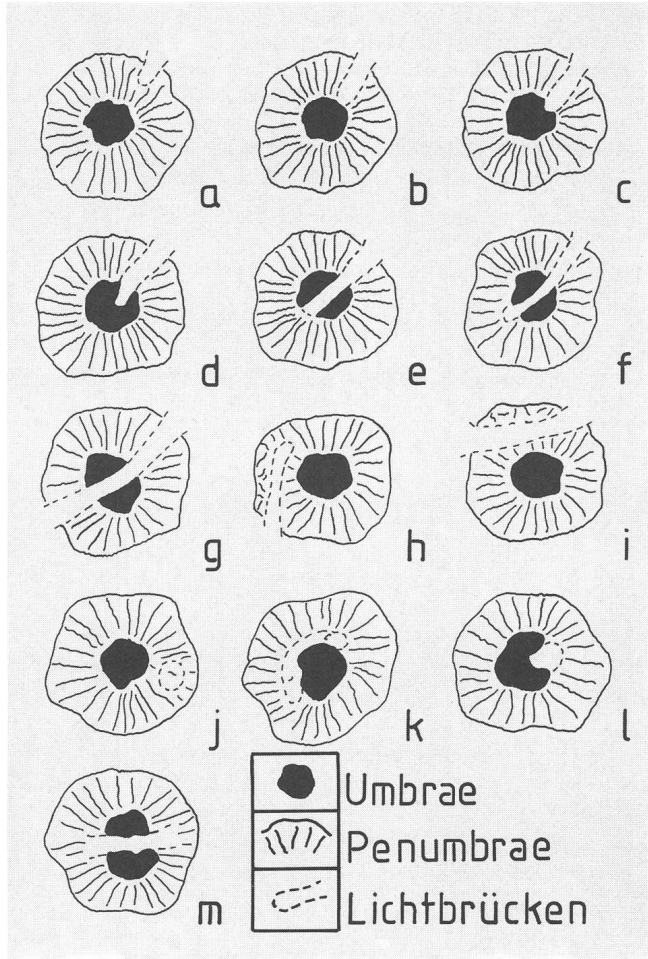


Abb. 3: Lichtbrückenklassifikation nach HILBRECHT. Erläuterungen im Text.

Für die Beobachtung werden «Formblätter» benutzt, die Zeit für die eigentliche Betrachtung der Sonnenflecken freimachen sollen. Dabei werden neben den Lichtbrücken auch Einzelfleckenzahlen und Typ der Fleckengruppe festgehalten, so dass Entwicklungen über Tage nachvollzogen werden können.

Auch die Fotografien können einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der Lichtbrücken leisten. Abb. 2 zeigte bereits, wie gut sich damit Veränderungen in Sonnenflecken festhalten lassen. Besonders diejenigen, die einen Reflektor für die Sonnenfotografie einsetzen, sollten dabei mit Blau- oder Violettfiltern experimentieren, die die Kontraste erheblich steigern.

Mit der Abb. 4 soll ein Blick in die Zukunft getan werden. Sie zeigt Amateuraufnahmen zweier Sonnenfleckengruppen in drei verschiedenen Spektralbereichen: Weisslicht, H-alpha und Calcium-II. Über Eigenschaften von H-alpha und Ca-II-Lichtbrücken ist bislang nichts bekannt. Hier allein den vorhandenen Formenschatz zu beschreiben und Entwicklungen

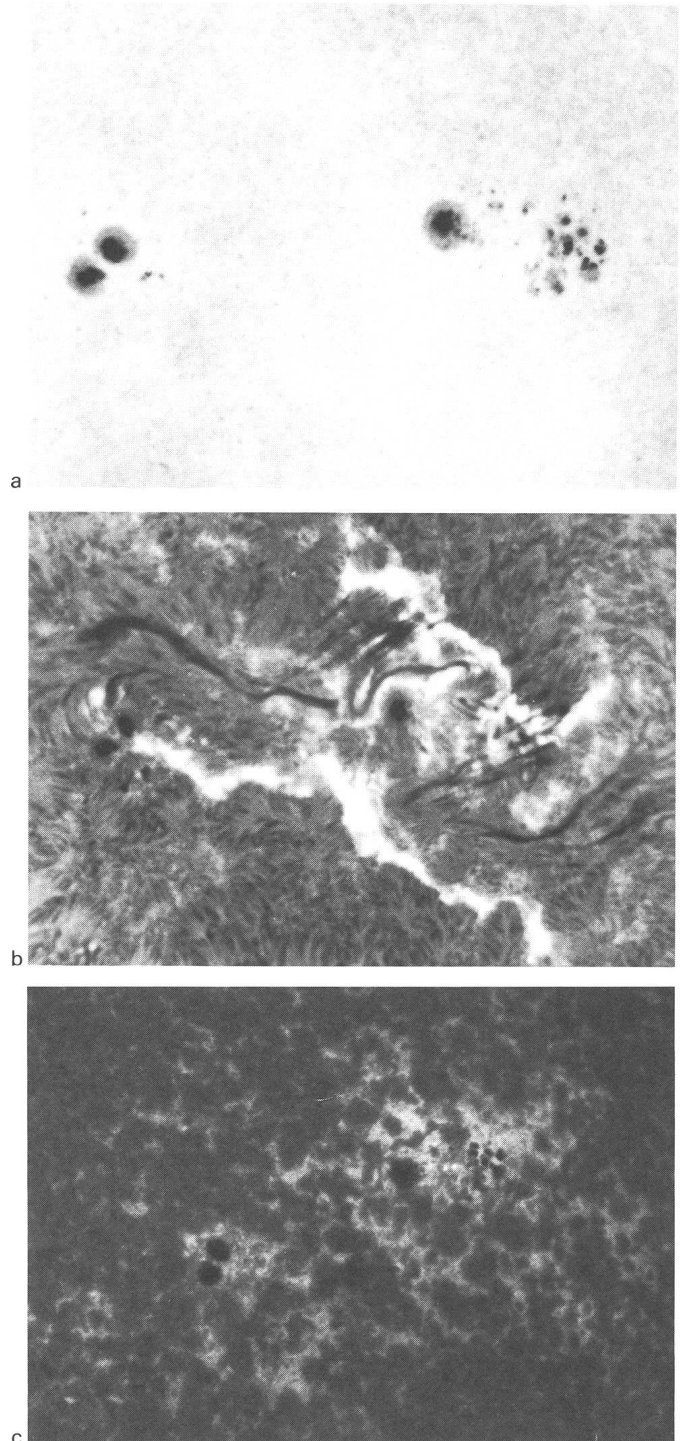


Abb. 4, a - c: Zwei Sonnenfleckengruppen in drei verschiedenen Spektralbereichen.

a) Weisslicht, b) H-alpha (beide von WOLFGANG PAECH, Hannover), c) Calcium - II (von GÜNTHER APPELT, Neugablonz). Lichtbrücken sind in allen drei Bereichen zu beobachten, weichen jedoch im Einzelfall in Form und Grösse voneinander ab.

zu beobachten, könnte eine lohnende Aufgabe für den fortgeschrittenen und entsprechend ausgestatteten Amateur werden.

Aber auch ohne teure Filter lohnt die Lichtbrückenbeobachtung. Jeder interessierte Amateurastronom ist herzlich eingeladen, sich daran zu beteiligen. Entsprechende Beobachtungsanleitungen sind beim Verfasser erhältlich, der auch die Beobachtungen zentral sammelt und archiviert. Gerade für Entwicklungsvorgänge auf der Sonne sollten Beobachtungen möglichst lückenlos vorliegen. Von diesem Ziel sind wir noch weit entfernt, so dass die Zusammenarbeit unter Amateurastronomen, auch über Grenzen hinweg, in Zukunft noch erheblich verbessert werden sollte.

**Literatur:**

Die hier zusammengestellte Literatur soll dem Interessenten einen raschen Einstieg in das Thema ermöglichen. Die bisher umfangreichste Darstellung findet sich bei HILBRECHT (1982b) und HILBRECHT (1979), wo auch Ergebnisse der Sonnenphysik dargestellt werden.  
 HILBRECHT, H.: «Lichtbrücken – eine Einführung», *Sterne und Weltraum* 18, 228 – 231 (1979) Nr. 6/7.  
 HILBRECHT, H.: «Beobachtungsgruppe Lichtbrücken – Zwischenauswertung», *SONNE* 6, 6–9 (1982) Nr. 21.  
 HILBRECHT, H.: «Lichtbrücken», in: Beck, R., Hilbrecht, H., Reinsch, K., Völker, P. (Hrsg.): «Handbuch für Sonnenbeobachter», S. 401–420, Vereinigung der Sternfreunde (VdS) e.V., Berlin – Bonn, 1982.  
 MULLER, R.: «The fine structure of light bridges in sunspots», *Solar Physics* 61, 297 (1979).  
 PARFINENKO, L.D.: «On light bridges of sunspots», *Solnechnye Dannye* 1981 Byull., No. 12, p. 79–86 (1982), in russisch.

**Adresse des Autors:**

Heinz Hilbrecht, c/o Wilhelm-Foerster-Sternwarte, Munsterdamm 90, D-1000 Berlin 41.

## Technischer Leiter der SAG gesucht

Durch den aus beruflichen Gründen erfolgten Rücktritt von Herrn EMIL ZURMÜHLE ist die Stelle des Technischen Leiters der SAG vakant geworden, und wir suchen einen Nachfolger.

Der Aufgabenbereich des Technischen Leiters enthält gemäss Pflichtenheft unter anderem:

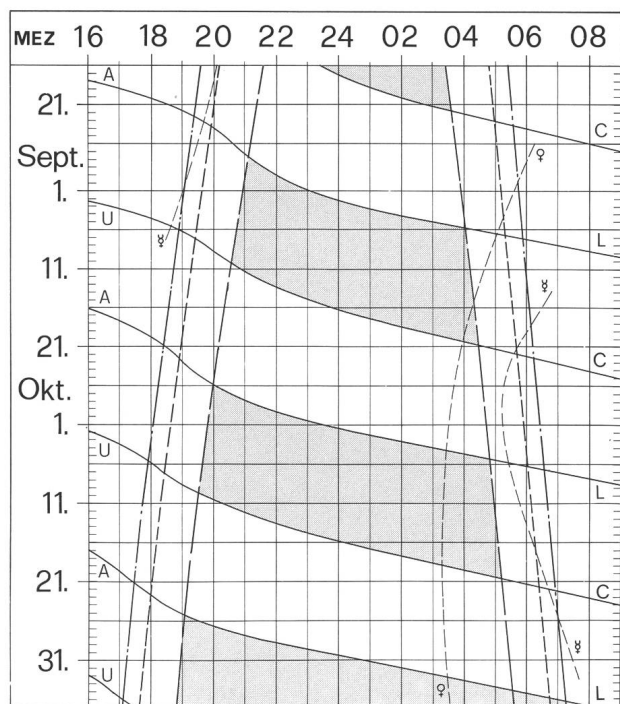
- Terminplan für die Aktivitäten der SAG erstellen
- Von Zeit zu Zeit in Zusammenarbeit mit einer durchführenden Sektion die «Schweizerische Astro-Tagung» organisieren
- Wochenend-Tagungen organisieren
- Die Beobachtungsgruppen der SAG fördern

Welches engagierte Mitglied der SAG stellt sich für diese interessante und vielseitige Aufgabe zur Verfügung?

Bitte melden Sie sich bei einem Mitglied des Zentralvorstandes.

ANDREAS TARNUTZER, Hirtenhofstrasse 9, 6005 Luzern.  
 Zentralsekretär.

## Sonne, Mond und innere Planeten



## Soleil, Lune et planètes intérieures

Aus dieser Grafik können Auf- und Untergangszeiten von Sonne, Mond, Merkur und Venus abgelesen werden.

Die Daten am linken Rand gelten für die Zeiten vor Mitternacht. Auf derselben waagrechten Linie ist nach 00 Uhr der Beginn des nächsten Tages aufgezeichnet. Die Zeiten (MEZ) gelten für 47° nördl. Breite und 8°30' östl. Länge.

Bei Beginn der bürgerlichen Dämmerung am Abend sind erst die hellsten Sterne – bestenfalls bis etwa 2. Grösse – von blossen Auge sichtbar. Nur zwischen Ende und Beginn der astronomischen Dämmerung wird der Himmel von der Sonne nicht mehr aufgehellt.

Les heures du lever et du coucher du soleil, de la lune, de Mercure et de Vénus peuvent être lues directement du graphique.

Les dates indiquées au bord gauche sont valables pour les heures avant minuit. Sur la même ligne horizontale est indiqué, après minuit, le début du prochain jour. Les heures indiquées (HEC) sont valables pour 47° de latitude nord et 8°30' de longitude est.

Au début du crépuscule civil, le soir, les premières étoiles claires – dans le meilleur des cas jusqu'à la magnitude 2 – sont visibles à l'œil nu. C'est seulement entre le début et la fin du crépuscule astronomique que le ciel n'est plus éclairé par le soleil.

- — — — — Sonnenaufgang und Sonnenuntergang  
Lever et coucher du soleil
- - - - - Bürgerliche Dämmerung (Sonnenhöhe -6°)  
Crépuscule civil (hauteur du soleil -6°)
- — — — — Astronomische Dämmerung (Sonnenhöhe -18°)  
Crépuscule astronomique (hauteur du soleil -18°)
- A L Mondaufgang / Lever de la lune
- U C Monduntergang / Coucher de la lune
- Kein Mondschein, Himmel vollständig dunkel  
Pas de clair de lune, ciel totalement sombre