

# 1. Einleitung

Heinz Hilbrecht und Wolfgang Paech

Die Sonne ist eines der interessantesten Beobachtungsobjekte für den Amateurastronomen. Schon mit geringem Aufwand, einem kleinen Fernrohr und verhältnismäßig wenig finanziellem Einsatz kann man eines der dynamischsten Objekte am Himmel beobachten und Veränderungen aufzeichnen. Für den fortgeschrittenen Sonnenbeobachter bereitet dies keine Schwierigkeiten, denn die meisten Probleme kann er schnell mit Hilfe der Literatur und Diskussionen mit seinen Sternfreunden ausräumen. Der Anfänger hat es da viel schwerer, denn es existieren kaum echte Einführungen in die Sonnenbeobachtung, einige sind zu kurz und manche sogar fehlerhaft. Wir haben versucht, Erfahrungen geübter Beobachter in diese neue Einführung einfließen zu lassen, aber auch andere, teils ältere, Anleitungen zu sichten und

gute Ideen weiter zu verwenden. Die Idee zu einer „Einführung für Sonnenbeobachter“ entstand bereits 1977 – geworden ist daraus das „Handbuch für Sonnenbeobachter“. Mittlerweile ist es in der 3. Auflage unter dem Titel „Die Sonne beobachten“ erschienen. Dieses Buch ist aber zu umfangreich und wegen des notwendigen Umfangs auch zu teuer, um es in Kursen an Volkshochschulen, Volksternwarten und Schulen einzusetzen. Diese Einführung richtet sich deshalb gezielt an die Neulinge. Dabei sollen die „Neulinge“ nicht als „Anfänger“ behandelt werden. Das englische Wort „beginner“ hat eine viel positivere Bedeutung, und Beginner war schließlich jeder von uns. Nur zu gut erinnern wir uns an die oft etwas überheblichen Erklärungen mancher „alter Hasen“.

Wir wollen mit dieser Schrift nicht den Wissenschaftler motivieren, sondern die vielen Sternfreunde, deren Interesse es zu wecken gilt, die so oft mit ihren Problemen vor schwer lösbarer Aufgaben stehen. Wir wollen eine Beobachtungsanleitung geben, die auf die wichtigsten Fragen Antwort gibt und konkrete Beispiele, wo dies möglich ist. So kann jeder kontrollieren, ob das Gelesene auch verstanden wurde und dieses Wissen in der Praxis anwenden. Diese Anleitung soll Kontakt und Austausch mit Gleichgesinnten nicht ersetzen. Sie kann aber Werkzeug sein, sich die ersten eigenen Erfahrungen zu verschaffen und die wichtigsten Grundbegriffe kennen zu lernen. Sie soll Zeit sparen, denn sie steht bei auftretenden Problemen am Fernrohr und zu jeder Zeit zur Verfügung.

## 2. Die Sonnenflecken

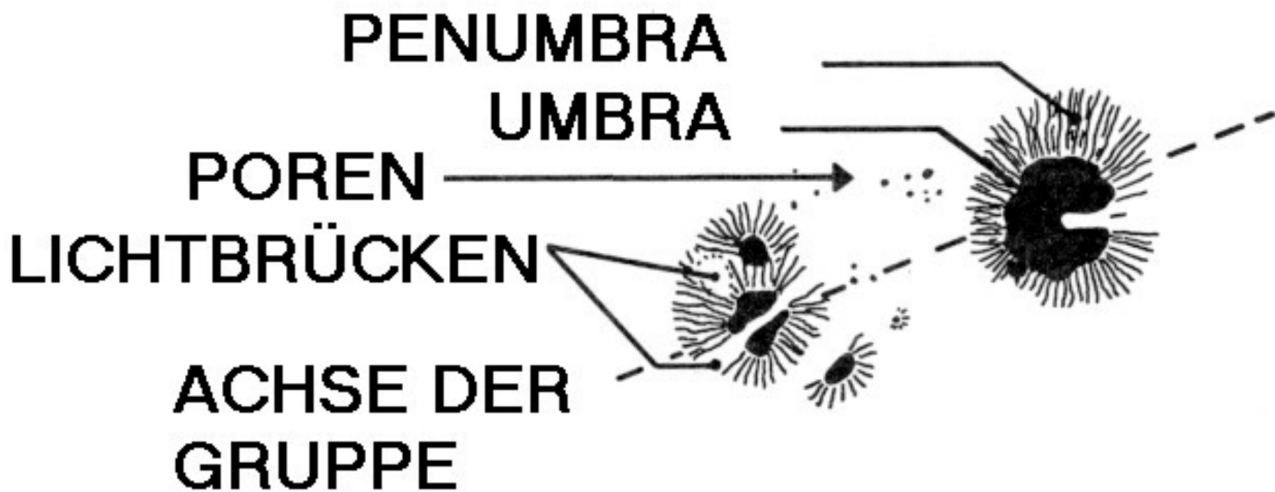
### 2.1 Die äußere Form der Sonnenflecken

Heinz Hilbrecht

Manchmal schon mit bloßem Auge (geeignetes Filter zur Lichtdämpfung benutzen!!), aber besonders mit dem Feldstecher oder Teleskop, sind kleine dunkle Gebilde auf der Sonnenscheibe sichtbar – die Sonnenflecken. Oft ist zu beobachten, daß sie sich in großen und kleinen Gruppen zusammenscharen – den Sonnenfleckengruppen (siehe Abbildung 1). Kleine Gruppen mit wenigen Flecken zeigen keine regelmäßige Ordnung. Sie erscheinen einfach als Ansammlung von Flecken. Große Fleckengruppen aber bestehen in der Regel (seltene Ausnahmen sind möglich) aus zwei Gebieten,

in denen sich die Flecken häufen und zwischen denen nur wenige oder keine Flecken sind. Diese Anordnung heißt bipolar, d.h. die Flecken sind an zwei Polen konzentriert. Einfachere Gruppen ohne deutlich getrennte Fleckenzentren werden unipolar genannt. Die wichtigsten Formen, aus denen sich Sonnenflecken aufbauen, sind in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Sehr kleine Sonnenflecken erscheinen als dunkle punktförmige Gebilde. Bei ihnen unterscheidet man zwischen Sonnenflecken und Poren, deren Lebensdauer meist nur wenige Minuten beträgt. Poren werden bei der Bestim-

mung der Relativzahl (vgl. Abschnitt 3.2) nicht berücksichtigt. Größere Sonnenflecken bestehen aus einem dunklen Kern, der Umbra, und einem etwas helleren Hof, der Penumbra. Bei direkter Beobachtung mit dem Auge am Okular (Filter benutzen, Erblindungsgefahr!!) sieht man eine mehr oder weniger gleichmäßig schwarze, rotbraune und manchmal fast graue Umbra. Die Penumbra scheint aus vielen hellen und dunklen Fäden, den Penumbra-Filamenten, zu bestehen. Diese sind von der Umbra weg nach außen orientiert.



**Abbildung 1:** Schema einer bipolaren Sonnenfleckengruppe mit den wichtigsten Begriffen für die beobachtbaren Details

Die wenigsten Sonnenflecken mit Penumbra haben eine wirklich kreisförmige Gestalt. In aller Regel wird man auch helle schmale Einkerbungen in den Fleck sehen, die Penumbra und Umbra manchmal wie helle Zungen durchschneiden. Diese Strukturen werden Lichtbrücken genannt.

Beobachtet man einen regelmäßigen runden Fleck nahe dem Zentrum der Sonnenscheibe und verfolgt ihn über einige Tage, so wird er zum Sonnenrand hin immer schmaler. Die Sonne ist eine rotierende Kugel und so ergibt sich eine perspektivische Verzerrung des Sonnenflecks auf ihrer Oberfläche.

Die Verbindungslinie zwischen den beiden Hauptflecken einer bipolaren Gruppe wird als Achse der Fleckengruppe bezeichnet. Bei Gruppen ist diese Achse in Rotationsrichtung der Sonne mehr oder weniger stark zum

Sonnenäquator geneigt, gelegentlich aber auch senkrecht oder sogar entgegen der Rotationsrichtung. Mit wachsendem Alter der Gruppe kann sich die Achse verändern.

Wie alle gasförmigen Körper im Sonnensystem (z.B. auch Jupiter und Saturn) rotiert die Sonne an ihrem Äquator schneller, wo sie sich in 25 Tagen einmal um ihre Achse dreht (siderische Rotation). In 40 Grad Breite braucht sie schon 27 Tage für eine Rotation. Objekte in niedrigeren Breiten „überholen“ also solche in höheren Breiten. Diesen Effekt nennt man die differentielle Rotation der Sonne. Die Bewegung der Erde um die Sonne und die Rotation der Sonne selbst überlagern sich, so dass man nach etwa 27 – 29 Tagen wieder den gleichen Punkt auf der Oberfläche der Sonne (Photosphäre) beobachten kann.

Nähert sich ein Fleck dem Sonnenrand, werden in seiner Umgebung helle Gebiete sichtbar, die Sonnenfackeln. Sobald die Fleckengruppe in den etwas dunkler erscheinenden Randbereich (Randverdunklung der Sonne) gelangt, werden sie deutlich sichtbar. Fackeln können auch ohne Flecken vorkommen. Die genaue Beobachtung der Fackeln lohnt sich aber, da sich in ihnen kleine Flecken bilden können. Helligkeit und Dunkelheit sind Ausdruck der auf der Sonne herrschenden Temperaturen. Während in Sonnenflecken das Gas nur etwa 3000 Grad Celsius heiß ist, hat die übrige Photosphäre eine Temperatur von etwa 5500 Grad. In den Fackeln ist es noch um einige hundert Grad heißer, aber vor der hellen Photosphäre im Zentrum der Scheibe heben sie sich nicht kontrastreich genug ab.




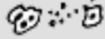
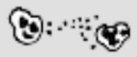




## 2.2 Klassifikation und Entwicklung von Sonnenflecken

Heinz Hilbrecht

Fleckengruppen unterscheiden sich durch das Vorhandensein von Penumbren, dem Vorhandensein einer Bipolarität, Größe und

Form der Flecken. Auf diesen Merkmale hat Max Waldmeier seine Klassifikation der Fleckengruppen aufgebaut.

Tabelle 1 gibt jeweils einige Beispiele für die einzelnen Gruppenklassen, die mit A bis J bezeichnet werden.

A	Ein einzelner Fleck oder eine Gruppe von Flecken ohne Penumbra und ohne bipolare Struktur	
B	Gruppe von Flecken ohne Penumbra aber in bipolarer Anordnung	
C	Bipolare Fleckengruppe, deren einer Hauptfleck von einer Penumbra umgeben ist	
D	Bipolare Gruppe, deren beide Hauptflecken eine Penumbra besitzen. Ein Hauptfleck ist einfach und der andere meistens, aber nicht immer, etwas komplizierter aufgebaut.	
E	Große bipolare Gruppe, deren Hauptflecken Penumbren besitzen. Beide zeigen im allgemeinen eine komplizierte Struktur. Zwischen den Hauptflecken zahlreiche kleinere Flecken. Die Gruppe hat eine Länge von mindestens 10° auf der Sonne.	
F	Sehr große bipolare Gruppe oder komplexe Sonnenfleckengruppe. Länge mindestens 15° (sonst wie E).	
G	Große bipolare Gruppe ohne kleine Flecken zwischen den Hauptflecken. Die Länge beträgt mindestens 10°.	
H	Unipolarer Fleck mit Penumbra, Durchmesser größer als 2,5°	
J	Unipolarer Fleck mit Penumbra, Durchmesser kleiner als 2,5°	

**Tabelle 1:** Klassifikation von Sonnenflecken nach Max Waldmeier (Zürich)

Große E-, F- und G- Gruppen sind vergleichsweise selten. Wegen ihrer Größe werden aber gerade sie häufig in der Literatur abgebildet. Man lasse sich nicht täuschen. Wichtig sind deshalb die Längen- und Durchmesserangaben in der Definition der einzelnen Fleckenklassen. Besonders am Anfang überschätzt man leicht die Größe einer Fleckengruppe. Schwierigkeiten bereitet auch die perspektivische Verzerrung am Sonnenrand. Mit etwas Routine und Anschauung durch das

Gradnetz sind solche Probleme leicht zu überwinden.

Grundsätzlich kann eine Fleckengruppe während einer vollständigen Entwicklung alle Klassen von A bis J durchlaufen, aber nur die wenigsten Gruppen entwickeln sich bis zu den sehr großen Klassen E, F, und G. Entwicklungswege können die großen Gruppenklassen überspringen. Der Weg A – B – A ist sicherlich der häufigste, nach dem einfachsten Fall, da eine A-Gruppe nach 1 bis 2 Tagen

wieder verschwindet. Ein typischer Entwicklungsweg einer größeren Fleckengruppe könnte auch A – B – C – D – C – J – A sein. J- Flecken sind fast immer Endstadien der Gruppenentwicklung, aber die „frühen“ Gruppenklassen C und D werden beim Überschreiten des Aktivitätsmaximums einer Gruppe (Klassen E, F und G) auf dem Weg zu H- und J- Flecken manchmal erneut ausgebildet.