

# H-alpha für alle

## DAS CORONADO PST SONNENTELESKOP

von Ronald Stoyan

Protuberanzen, Filamente, Flares – die Beobachtung der spannenden schnell veränderlichen Erscheinungen der Sonnen-Chromosphäre ist nur mit speziellen Sonnenfiltern möglich. Bisher waren solche H $\alpha$ -Filter, die nur einen engbandigen Bereich des Sonnenlichts um 656,3nm transmittieren, sehr teuer und somit nur wenigen wohlhabenden Experten vorbehalten. Doch das dürfte sich nun ändern: Mit dem »Personal Solar Telescope« von Coronado kommt H $\alpha$  endlich in die Reichweite aller Sternfreunde.

Ein wirklich preiswerter H $\alpha$ -Filter – darauf warten Sonnenfreunde schon seit Jahrzehnten. Bis in die 1980er Jahre war der Selbstbau eines Protuberanzenansatzes der einzige Weg, wenigstens die äußeren Erscheinungen der Sonnenchromosphäre für Amateurastronomen zugänglich zu machen. Die eigentliche Oberfläche kam mit den Daystar-Filtern in Reichweite – diese extrem teuren Geräte erforderten aber eine Heizung zur Stabilisierung der Filterwellenlänge, und waren somit nicht mobil einsetzbar. Außerdem benötigte der Filter einen parallel einfallenden Strahlengang, so dass erst ab Öffnungsverhältnissen von f/30 bis f/50 beobachtet werden konnte – was einerseits große Teleskope bevorzugte und andererseits die nutzbare Öffnung klein hielt.

In den 1990er Jahren beliebt war der »Protuberanzenfilter« von Lumicon, der mit einer Halbwertsbreite von 1,5Å zwar keine detaillierten Oberflächenbeobachtungen erlaubte, aber zu einem erschwinglichen Preis Protuberanzen und helle Flares verfolgen ließ und schon ohne Stromzufuhr auskam. Dieser Filter ist heute hierzulande genauso wie die Daystar-Filter wegen Lieferschwierigkeiten vom Markt verschwunden.

### Die Etalon-Technik

Eine neuartige Technik entwickelte der amerikanische Hersteller Coronado um die Jahrtausendwende. Statt eines herkömmlichen Interferenzfilters mit vorge-setztem Energieschutzfilter kommt hier

ein so genanntes Etalon nach dem Fabry-Perot-Interferenzverfahren zur Verwendung, das direkt auf die Öffnung des Teleskops gesteckt wird. Ein zusätzlicher Blockfilter dämpft das Licht okularseitig auf ein für das Auge erträgliches Maß. Das

Etalon besteht aus zwei dünnen, hochreflektiven Platten aus Silizium. Distanzstücke am Rand sowie insbesondere in der Mitte garantieren zu jeder Zeit den richtigen Abstand und die Parallelität der Platten. Es kommt daher nicht zu einer



Abb. 1: Das »Personal Solar Telescope« (PST).



Abb. 2: Blick auf das Okularende des PST. Zu erkennen sind das Fenster des Sonnensuchers sowie der 5mm-Blockfilter im Okularstutzen.



Abb. 3: Blick in das Innere des PST. Die Fokussierung erfolgt über den Rändelknopf auf der unteren Seite des Teleskopkörpers.

Verschiebung der Filterwellenlänge, die durch ein Temperaturgefälle und damit einer Abstandsänderung im Etalon, hervorgerufen durch die einseitige Sonneneinstrahlung, verursacht wird – Coronado-Filter kommen deshalb ohne Heizung aus. Wenn nun ein paralleler Strahl aus weißem Licht das Etalon durchquert, wird der größte Teil des Lichts an den vergüteten Platten reflektiert. Entspricht jedoch der planparallele Spalt zwischen den Vergütungsschichten in der Breite genau einem ganzzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge des einfallenden Lichts, wird das Licht vollständig vom System durchgelassen. Coronados Filter sind so konstruiert, dass einer dieser Durchlassbereiche bei 656,3nm liegt; unerwünschte Durchlassbereiche werden herausgefiltert. Da das

Filterelement vor der Öffnung sitzt, muss kein bestimmtes Öffnungsverhältnis erreicht werden, die Filter sind deshalb auch an kleinen Teleskopen mit kurzer Brennweite einzusetzen.

### Das PST

Coronado hat nun ein spezielles Fernrohr zur H $\alpha$ -Sonnenbeobachtung herausgebracht: Das »Personal Solar Telescope« (PST) besitzt nur 40mm Öffnung und 400mm Brennweite und ist ganze 1,38kg leicht – flexiblere H $\alpha$ -Beobachtung ist kaum denkbar! Der kleine Refraktor besitzt objektivseitig einen vorgeschalteten Energieschutzfilter. Das Etalon selbst hat nur 25mm Durchmesser und sitzt am unteren Ende des Tubus. Der geriffelte Ring

erlaubt eine beiderseitige Verkipfung des Filters, so dass auch in den Randbereichen der H $\alpha$ -Linie beobachtet werden kann.

Zum Lieferumfang des PST gehört laut Packliste ein 18mm-Cemax-Okular, das speziell für die H $\alpha$ -Beobachtung entwickelt wurde, ein einfaches 12,5mm-Kellner-Okular und ein Koffer mit Schaumstoffeinlage. Das 18mm-Okular fehlte, und auch Rücksprache mit dem Hersteller brachte keine Klarheit über den Verbleib des Okulars. APM-Telescopes stellte jedoch einen kompletten Satz Cemax-Okulare mit den Brennweiten 25mm, 18mm und 12mm sowie eine Cemax-Barlowlinse zur Verfügung. In Deutschland wird das PST derzeit nur mit Koffer verkauft.

Die Verarbeitung des auf den ersten Blick sehr kleinen Instruments wirkt sau-

### Preiswerte H $\alpha$ -Filter im Überblick

Gerät/Filter	freie nutzbare Öffnung	freier Durchlass (Filter)	freies nutzbares Bildfeld	Halbwertsbreite	Listenpreis
Coronado PST	40mm	25mm	5mm	ca. 0,8Å	795,- €*
Lumicon H $\alpha$	77mm	20mm	–	1,5Å	695,- €**
Coronado Solarmax40/BF10	40mm	40mm	10mm	ca. 0,8Å	1790,- €***
Solar Spectrum/Solar Observer Serie 1	nach Wahl	21mm	21mm	0,6Å	2290,- €****

\*) mit Transportkoffer \*\*\*) inkl. Energieschutzfilter \*\*\*\*) ohne Adapter für Teleskopöffnung \*\*\*\*\*) ohne Energieschutzfilter

## is-Grundlagen: Die Sonnen-Chromosphäre

Die Chromosphäre der Sonne ist die »Zwiebelschale« der Sonne, die direkt über der Photosphäre liegt. Ihre Dichte ist wesentlich geringer als die der Photosphäre, außerdem strahlt sie hauptsächlich Licht nur einer einzigen Wellenlänge (der Wasserstofflinie  $H\alpha$ , bei 656,3nm) ab.

Die Lichtintensität beträgt nur ca. ein Milliostel der der Photosphäre. Deshalb braucht man Spezialteleskope und spezielle Filter, um diese Gasschicht dem Auge sichtbar zu machen (sie wird nur während einer Totalen Sonnenfinsternis kurz für das bloße Auge sichtbar). Die Chromosphäre ist nur ca. 10000km mächtig, aber in ihr steigt die Temperatur von der Grenze zur Photosphäre von ca. 5500°C auf mehrere 10000°C bis zur Grenze der Korona an.

Protuberanzen sind große Wolken aus Wasserstoffgas, die sich über der Chromosphäre erheben und fast immer mit Sonnenflecken-Aktivitätsgebieten gekoppelt sind. Beobachtet man Protuberanzen auf der Sonnenoberfläche (sozusagen in Draufsicht), erscheinen sie dunkel und man bezeichnet sie dann als Filamente. Die Gasteilchen folgen dabei den magnetischen Flussröhren und zeigen häufig bogenförmige Strukturen, wobei die Materie von einem magnetischen Pol aufsteigt und beim anderen Pol wieder auf die Sonne herabstürzt. Die Geschwindigkeiten können bis zu 1000km/s betragen. Protuberanzen können Höhen von einigen 100000 bis zu Millionen Kilometern erreichen. Brechen die Magnetfeldlinien auf, kann die Materie, die an sie gebunden ist, in den Weltraum entweichen, falls ihre Geschwindigkeit ausreicht, die Anziehungskraft der Sonne zu überwinden.

Chromosphärische Flares sind regional begrenzte, schlagartige Aufheizungen der Sonnenchromosphäre (Zeitdauer zwischen einigen Minuten und einigen Stunden). Die Energien, die dabei freigesetzt werden, reichen aus, um sehr energiereiche, elektrisch geladene Teilchen (Elektronen und Protonen) mit extrem hohen Geschwindigkeiten ins Weltall zu schleudern. Sie werden wahrscheinlich durch Zusammenbrüche oder Verschmelzungen von magnetischen Flussröhren ausgelöst. Die Energien, die dabei freigesetzt werden können, entsprechen dem 10-Milliardenfachen einer Ein-Megatonnen-Atombombe.

Treffen die energiereichen Teilchen auf das Erdmagnetfeld, so lösen sie unter anderem Polarlichterscheinungen aus. Sie beeinflussen aber auch das Gesamtmagnetfeld der Erde und stören die Ionosphäre, so dass es zum Zusammenbrechen von Funkverkehr, Induzieren von elektrischen Strömen in langen Metallleitern und Störungen in Elektrokraftwerken kommen kann.

Wolfgang Paech



Abb. 4: Während das PST als komplettes Teleskop inklusive Koffer kommt (a), besteht der Solarmax-Filter aus zwei Komponenten: Das Etalon (rechts) wird auf die Teleskopöffnung gesteckt, während das Zenitprisma mit integriertem Blockfilter (links) in den Okularauszug kommt (b).

ber. Besonders gefällt die messingfarbene Ausführung des Tubus und das kleine stabile Köfferchen, in dem neben dem Teleskop auch noch zwei Okulare und das noch nicht erhältliche Tischstativ »Malta« von Coronado Platz haben. Der Fokussierknopf befindet sich etwas ungewohnt an der Unterseite des Instruments. Die Cemax-Okulare kommen in einem weiteren kleinen Koffer und passen mit den messingfarbenen Körpern bereits rein äußerlich sehr gut zum Teleskop.

Blickt man in das Innere des Teleskops, kann man den 25mm-Etalon-Filter – beim PST ohne zentrale Obstruktion – sehen, dessen Kip-

pung über eine Schaumstoffassung realisiert ist. Der viereckige Körper enthält ein Pentaprisma, über das auch die Fokussierung geregelt ist, sowie am unteren Ende des 31,7mm-Okularstutzens einen Blockfilter mit 5mm Durchmesser. Integriert in den Hauptkörper ist auch ein kleiner Sonnensucher, der das Sonnenbild über ein kleines Prisma in ein Sichtfenster direkt neben dem Okular einspiegelt.

### Testarrangement

Das PST wurde in der Praxis von Thomas Jäger und dem Autor mit einem Solarmax40, dem bisher preis-

wertesten H $\alpha$ -Filtermodell von Coronado, verglichen. Ähnlich wie die verwandten Filter mit 60mm und 90mm Durchlass wird das Etalon-Element beim Solarmax-Filter mit einem optionalen Adapter auf die Fernrohröffnung aufgesetzt. Der Blockfilter mit 5mm, 10mm oder 15mm Durchlass ist fest in ein 31,7mm-Zenitprisma integriert, das in den Okularstutzen eingesteckt wird. Wir verwendeten den Solarmax mit 40mm Öffnung und einem 10mm Blockfilter an einem 90/1000-Refraktor.

Neben den Cemax-Okularen kamen ein Soligor-Zoomokular 8–21mm sowie Celestron- und Teleskop-Service-Plössls und Panoptic-Okulare von Televue zum Einsatz.

### Visuelle Beobachtung

Das PST ist ein komplettes Teleskop, was der Sicherheit bei der Sonnenbeobachtung sehr entgegen kommt – selbst unerfahrene Sonnenbeobachter können nichts falsch machen. Zunächst wird mit dem kleinen integrierten Sonnensucher das Zielobjekt eingestellt – nicht exakt in der Mitte, hier scheint die kleine Projektionsoptik nicht genau konzipiert zu sein. Im Hauptrohr ist die Sonne wegen des sehr kleinen Feldes nicht leicht zu finden; aber der erste Anblick ist schon eine Offenbarung: H $\alpha$ -Strukturen über die ganze Sonnenscheibe, leuchtende Protuberanzen am Sonnenrand! Die Halbwertsbreite des Filters ist sicher besser als die angegebenen 1,0Å (0,1nm) und unterbietet nach unserer Einschätzung noch die 0,8Å des Solarmax40. Auch bei gleicher Vergrößerung scheint das PST dunklere Filamente und mehr Struktur zu zeigen als das Solarmax.

Störend ist dagegen der kleine Durchlass des 5mm-Blockfilters. Bei 400mm Brennweite ergibt sich ein Sonnenbild von 3,52mm Durchmesser, das somit sehr gut zentriert werden muss, damit die gesamte Sonne sichtbar ist. Ein Gesamteindruck inklusive aller Protuberanzen ist somit auch bei kleinster Vergrößerung nur schwer möglich.

Bei niedrigen Vergrößerungen mit dem 25mm-Okular (16 $\times$ ) und 18mm-Okular (22 $\times$ ) zeichnet das PST ein sehr scharfes und kontrastreiches Bild. Ab einer Okularbrennweite von etwa 10mm (40 $\times$ ) ist die Grenze der Vergrößerungsleistung jedoch erreicht, so dass Detailbeobachtungen von Protuberanzen oder Flares nicht möglich sind. Hier ist der Solarmax-Filter klar im Vorteil, der auch bei 80 $\times$  ein zwar dunkles, aber scharfes Sonnenbild erkennen lässt.

Das PST lässt alle Okulare problemlos in den Fokus kommen. Rein äußerlich bekannten chinesischen Plössl-Okularen recht ähnlich, bieten die Cemax-Okulare ein scharfes Bild frei von Reflexen. Dieser Vorteil ist nicht zu unterschätzen, denn alle anderen Okulare, besonders das Zoom-Okular, zeigen bei der H $\alpha$ -Beobachtung zum Teil sehr störende Geisterbilder.

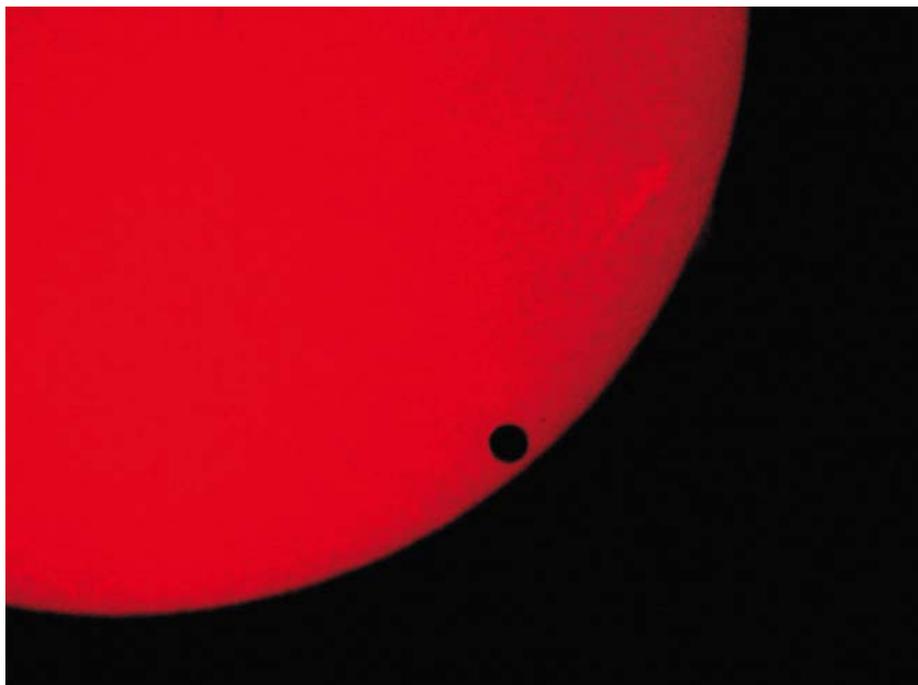
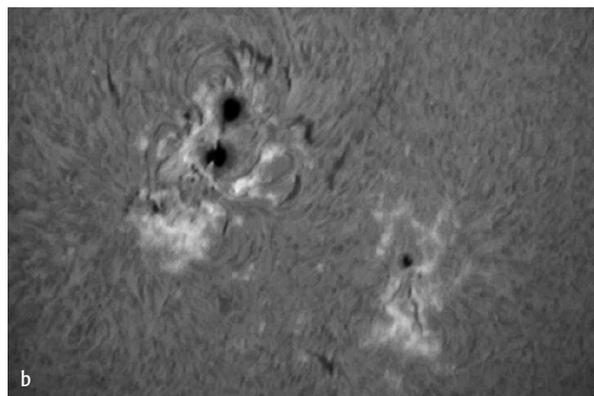


Abb. 5: Mit einem PST fotografierte Steffen Fischer den Venustransit am 8.6.2004.



Abb. 6: Rudolf Reiser zeigt, dass Sonnenfotografie mit dem PST möglich ist. a) 17.7.2004, 40mm-Okular, Canon Powershot 5 Digitalkamera. b) 22.7.2004, 2 $\times$ -Barlowlinse, Philips ToUCam Pro Webcam.



Ein großer Vorteil des PST ist die unkomplizierte Verstellung der Zentralwellenlänge. Durch drehen am gerändelten Ring lassen sich Strukturen sehr schön herausarbeiten. Dabei lässt sich der Filter im Gegensatz zum am oberen Tubusende angebrachten Solarmax in beide Richtungen kippen und ist immer in Griffweite. Auf Grund der Tatsache, dass der Filter am unteren Ende des Tubus eingebaut ist, ist es beim PST jedoch nicht möglich, wie beim Solarmax die gesamte Sonnenscheibe bei derselben Wellenlänge zu beobachten – Protuberanzen lassen sich deshalb meist nur an einem Sonnenrand erkennen.

Wegen der kleinen Vergrößerungen ist eine parallaktische Montierung nicht notwendig. Mit zwei Fotogewindebohrungen auf der Unterseite des Teleskopkörpers ist das PST für den Einsatz mit Fotostativen konzipiert, die mit der geringen Last von 1,38kg auch spielend fertig werden.

### Fotografie

Aus den Bemerkungen über den kleinen okularseitigen Durchlass von 5mm und die Handhabung der Filtereinstellung wird bereits klar, dass das PST nicht für fotografische Zwecke konstruiert worden ist. Dennoch ist Sonnenfotografie auch mit dem PST möglich, wenn eine parallaktische Montierung verwendet wird. Webcam- und Digitalkamera-Besitzer können ihre Apparate nicht direkt am Okularauszug befestigen, da der Fokus zu nah am Blockfilter liegt – der Einsatz einer Barlowlinse oder eines Projektionsokulars ist also nötig, empfiehlt sich aber ohnehin aufgrund der kurzen Aufnahmebrennweite.

Besitzer des Solarmax-Filters haben hier viel bessere Möglichkeiten, weil direkt am eigenen Fernrohr fotografiert werden kann, ein Nachteil ist allerdings die zwingende Verwendung des Blockfilter-Zenitprismas (Hebelwirkung!). Großen Wert sollte auf einen ausreichend bemessenen Blockfilter gelegt werden: Bei 1000mm Brennweite ist das Sonnenbild im Brennpunkt bereits 8,8mm groß. Mit einem 5mm-Blockfilter kann also nur ein Teil der Sonne eingesehen werden, bei 10mm kommt knapp die gesamte Sonne ins Kamerabild. Besser wären 15mm – wenn nicht der Preis eine Rolle spielen würde. Solarmax-Spezialisten sind deshalb dazu übergegangen, sich passend zum jeweiligen Blockfilter preiswerte chinesische Refraktoren zu kaufen; so sind 700mm eine günstige Brennweite für den 10mm-Blockfilter. Der fest eingebaute 5mm-Blockfilter beim PST ist diesbezüg-

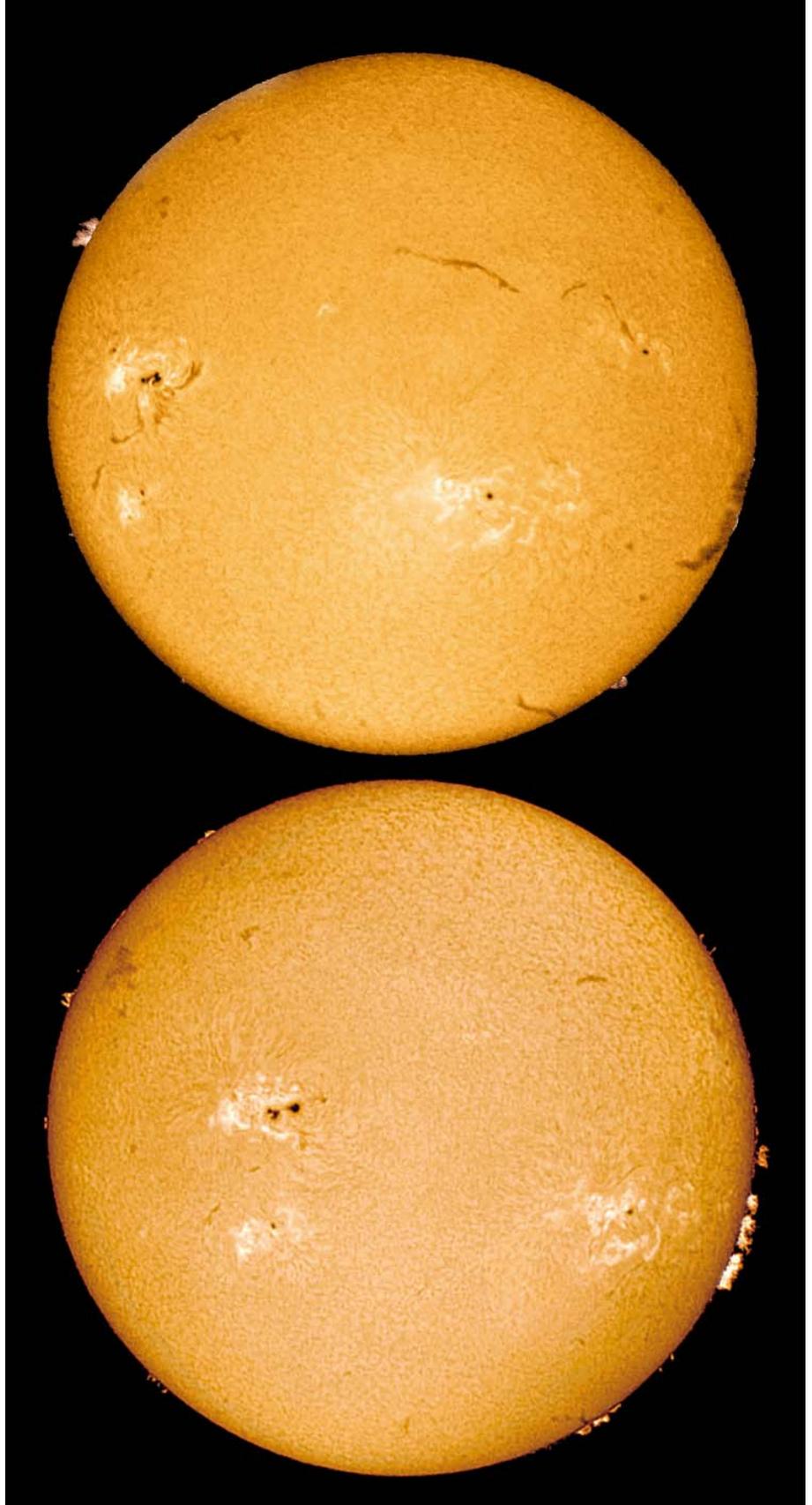


Abb. 7: Martin Huwilers Bilder belegen die Überlegenheit des Solarmax40 bei der Sonnenfotografie. 19.7. und 21.7.2004, Solarmax40, BF10, 4"-Refraktor, Olympus Camedia Digitalkamera.

lich eine Restriktion. Diese Beschränkung des Feldes ist ein Hauptnachteil der Coronado-Konstruktion.

### Fazit

Das Coronado PST ist ein vollwertiges kleines H $\alpha$ -Teleskop mit sehr guten Filtereigenschaften. Es ist optimal zur flexiblen spontanen Beobachtung vom Büro, unter-

wegs oder zu Hause aus geeignet, Fotografie ist dagegen nur eingeschränkt möglich. Das PST bietet erstmals die Möglichkeit der Chromosphärenbeobachtung zu einem für die Mehrheit der Sternfreunde erschwinglichen Preis. Es revolutioniert damit die Amateur-Sonnenbeobachtung und wird dieser in den nächsten Jahren einen deutlichen Aufschwung verleihen.