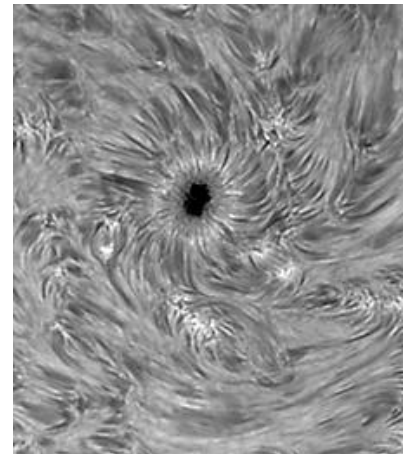




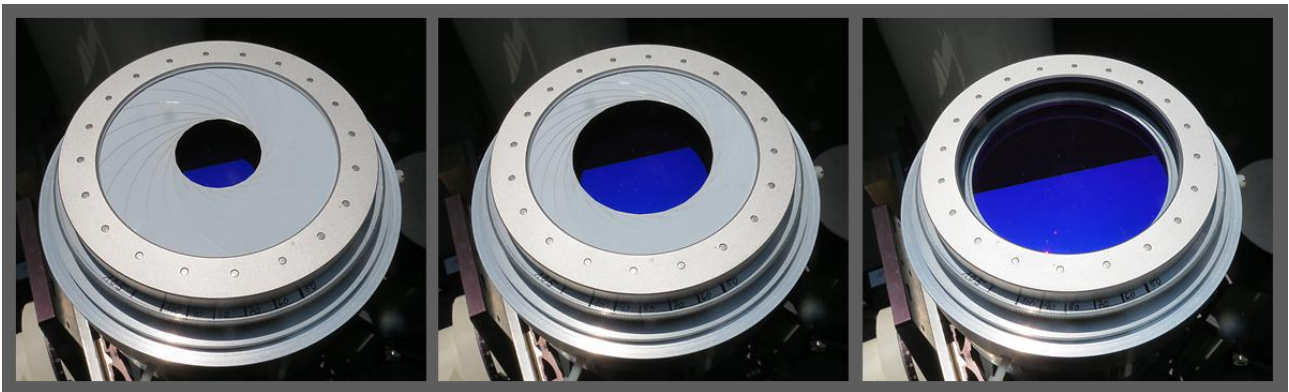
Ein Erfahrungs- und Beobachtungsbericht zum neuen Baader Telezentrischen System TZ-3 und dem Research Grade (RG) Telekompressor (TC) 0.4fach für die Sonnenbeobachtung im H-alpha Licht mit SolarSpectrum Filter

Einleitung

Eine erfolgreiche Sonnenbeobachtung im H-alpha Licht mit schmalbandigen Linienfiltern der Hersteller [„SolarSpectrum“](#) und/oder "DayStar" erfordert aus physikalisch-optischen Gründen ein annähernd paralleles Strahlenbündel mit einem Öffnungsverhältnis von ca. $f/30$ direkt vor dem Filter. Bei den heute üblichen, hoch geöffneten optischen Systemen von um die $f/7$ nicht ganz einfach. Ein solches Öffnungsverhältnis lässt sich entweder durch Abblenden der Objektivöffnung oder durch eine Brennweitenverlängerung mit einem ["Telezentrischen System"](#) (TZ) erzielen. (TZ – siehe dazu auch die Ergänzung am Ende des Berichts)



Mein „Sonnenteleskop“ ist ein [Astro Physics Refraktor](#) von 155mm Öffnung und 1.085mm primärer Brennweite, das primäre Öffnungsverhältnis ist somit $f/7$.



Um ohne eine Brennweitenverlängerung zu arbeiten, müsste die Teleskopöffnung auf ca. 35mm abgeblendet werden, um den $f/30$ Strahlengang zu realisieren. Dass das höchst unbefriedigend ist, sollte klar sein – die Detailauflösung solarer Strukturen ist stark eingeschränkt. Das mittlere Bild oben zeigt als Beispiel die Teleskopöffnung meines Sonnenteleskops von links nach rechts mit einer [Baader Irisblende](#) abgeblendet auf 35,- 75- und 110mm Durchmesser.

Bislang habe ich mit dem Baader [TZ-2 gearbeitet](#) (2fache Brennweitenverlängerung), wobei für den $f/30$ Strahlengang das Objektiv auf 75mm abgeblendet werden musste.

Doch schon oft hatte ich mir für Detailstudien in kurzen Zeitintervallen eine höhere Bildauflösung gewünscht, die aber eine größere Teleskopöffnung als 75mm voraussetzt. Das [Baader TZ-4](#) erhöht die Brennweite meines Teleskops auf knapp

4.5m. Mein übliches Tagesseeing verhindert bei dieser Brennweite allerdings scharfe Bildergebnisse.

Mit dem neuen [Baader TZ-3](#) geht mein Wunsch nach größerer Öffnung nun in Erfüllung. Entwickelt wurde das System zusammen mit dem [Research Grade \(RG\) Telekompressor \(TC\) 0.4-fach](#) für Teleskope mit einem primären Öffnungsverhältnis um die f/10. Der Einsatz des [TZ-3](#) an meinem Teleskop ergibt eine sekundäre Brennweite von 3.250mm. Somit kann ich nun mit einer Teleskopöffnung von 110mm arbeiten, und das ist bei meinen Seeingbedingungen mehr als ausreichend.

In den ersten drei Juni Wochen (an 7 Tagen) konnte ich den [TZ-3](#) und auch den [Reducer RG TC 04-fach](#) ausführlich testen. Beide optische Komponenten wurden neu entwickelt und haben einen freien Durchlass von 46mm, passend zu den [SolarSpectrum Research Grade Filtern mit 46mm freier Öffnung](#). Mit einem Backfokus von 250mm sind sogar binokulare, visuelle H-alpha Beobachtungen möglich.

Da mein Hauptinteresse in der fotografischen H-alpha Beobachtung liegt, beschreibt dieser Bericht auch fast ausschließlich den fotografischen Einsatz des [TZ-3](#) und des [RG TC 0.4](#). Obwohl die Aktivität der H-alpha Sonne zur Zeit wirklich nicht „üppig“ zu nennen ist, gelangen mir jedoch einige Aufnahmen, die die Anwendung und die hohe optische Qualität aufzeigen.

Montage des Systems



Aufgrund der doch recht hohen Baulänge (die optimale Fokusslage liegt 250mm hinter dem letzten Linsenscheitel des [TZ-3](#)), ist das [Telezentrische System](#) bei mir in einem [M68 Telekompendium](#) montiert. An dieses sind folgende [SolarSpectrum Filter](#), für visuelle Beobachtungen das [Baader SolarShield](#), Verlängerungen und [Zenitprisma](#) mit Okular oder die Webcam zur Fotografie über stabile [2 Zoll Anschlüsse](#) mit einander verbunden. Die Optik des [TZ-3](#) sitzt dabei isoliert und verbiegungsfrei im Inneren des [Kompendiums](#), welches über das große M68 Gewinde direkt mit dem [Okularauszug](#) verbunden ist.

Visuelle Beobachtung

Erste visuelle Beobachtungen mit einem alten Orthoskopischen 40mm Okular von Zeiss (siehe Abbildung rechts) zeigen ein knackscharfes Sonnenbild mit detailreichen Strukturen, Oberflächenstrukturen, deutlichen Spikulen am Sonnenrand und Protuberanzen vor einem tief-schwarzen, streulichtfreien Himmelshintergrund.

Zu visuellen Beobachtungen ein wichtiger Hinweis: Soll für die Bildumlenkung ein Baader Zenitspiegel eingesetzt werden, MUSS ein [BBHS Spiegel mit Silberbeschichtung](#) gewählt werden, weil normale Zenitspiegel bei der H-alpha Wellenlänge nur ungenügend Licht reflektieren. Ein Einsatz beliebiger [Prismen](#) zur Lichtumlenkung ist problemlos.

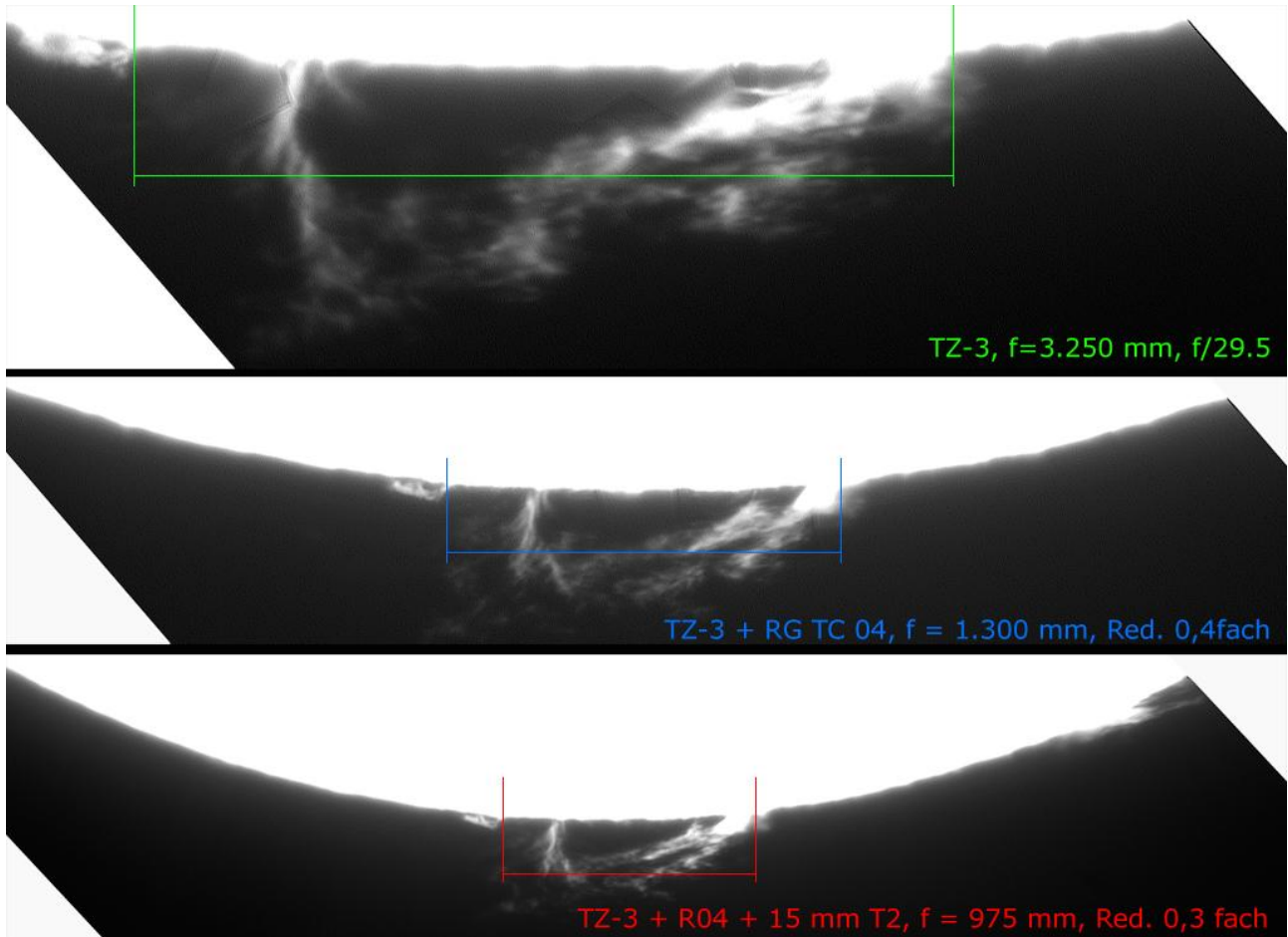


Für die Fotografie ist dieser Hinweis irrelevant, da hier ohne Lichtumlenkung im gestreckten Strahlengang gearbeitet wird.

Fotografische Beobachtung

Mein privates Hauptinteresse gilt der „Lucky Imaging“ Fotografie mit Webcam Videomodulen. So habe ich als erstes Testbilder aufgenommen, um einen Eindruck über Abbildungsmaßstab bei der dreifachen Brennweite – und vor allem dem des [0.4fachen RG Telekompressors](#) – zu bekommen.

Folgendes Bild zeigt eine Protuberanz am Sonnenrand, die Rohavis wurden am 1. Juni aufgenommen.



Die Länge der Protuberanz wurde in waagerechter Richtung einfach mit Photoshop ausgemessen und damit der Reduktionsfaktor des [RG TC 0.4fach](#) bestimmt.

Das obere Bild zeigt die Protuberanz, aufgenommen mit dem [TZ-3](#) bei einer Brennweite von 3.250mm (**grün**).

Das mittlere Bild (**blau**) zeigt die Protuberanz, aufgenommen mit dem [RG TC 0.4](#), der direkt hinter dem [H-alpha Filter](#) montiert wird, wobei der Kamerachip ziemlich genau im geforderten Abstand von 76mm hinter dem Kompressor liegt. Der Reduktionsfaktor liegt tatsächlich bei 0.4fach bei dann einer effektiven Brennweite von nur noch 1.300mm.

Ein solches Protuberanzenbild sagt natürlich noch nichts über die Randschärfe des Gesichtsfeldes aus, aber spätere Testaufnahmen der Sonnenoberfläche haben gezeigt, dass die Abbildungsqualität des [RG TC 0.4](#) über das gesamte Feld gleichmäßig sehr gut ist.

Da mir vom Einsatz meines [TZ-2 Systems](#) mit dem alten [TC 0.7fach Telekompressors](#) bekannt war, dass der Reduktionsfaktor noch verkleinert werden kann, wenn man den Abstand zwischen Kompressor und Aufnahmechip vergrößert, habe ich dies auch am [RG TC 0.4](#) ausprobiert und den Abstand von 76mm mit einer 15mm T2 Hülse weiter verlängert (unteres Bild, **rot**). Der Reduktionsfaktor verringert sich dabei von 0.4- auf 0.3fach und die resultierende Brennweite beträgt dann nur noch 975mm.

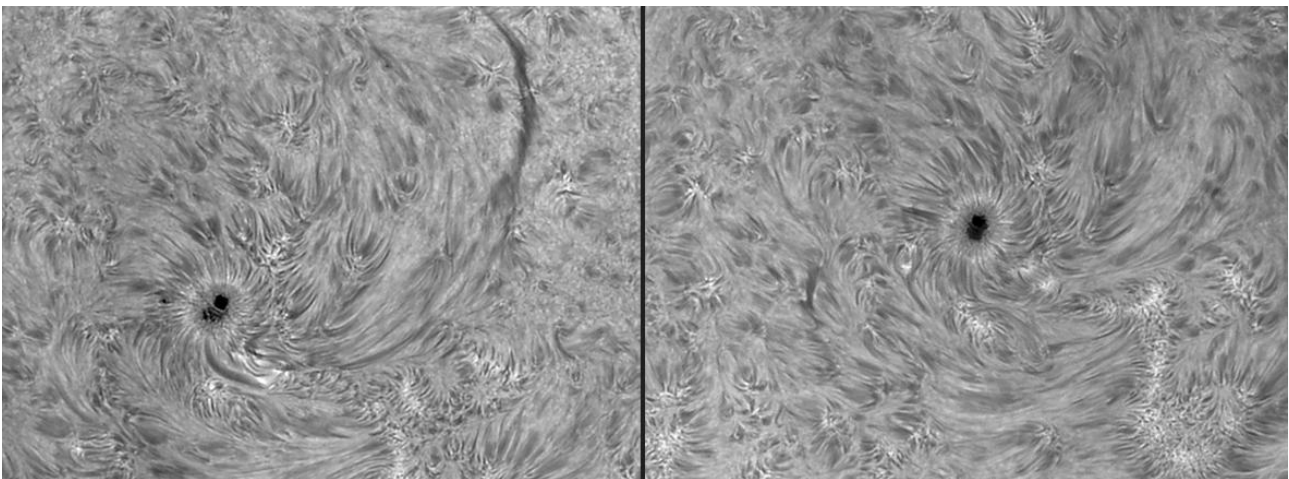
Somit lässt sich der Reduktionsfaktor ziemlich variabel einstellen. Verkürzt man die geforderten 76mm, erhöht sich der Faktor auf über 0.4fach; verlängert man die 76mm verkleinert sich der Reduktionsfaktor unter 0.4fach.

Somit lässt sich das komplette System sehr variabel den vorhandenen Seeingbedingungen anpassen. Dies ist für mich ein sehr wichtiger Punkt, denn das Tagesseeing ist an meinem Beobachtungsstandort alles andere als optimal.

Doch nun möchte ich noch einige Test- und Vergleichsbilder zeigen, die ich zwischen dem 1. und 19. Juni 2017 mit dem [TZ-3](#) und dem [RG TC 0.4](#) mit folgendem Equipment aufgenommen habe:

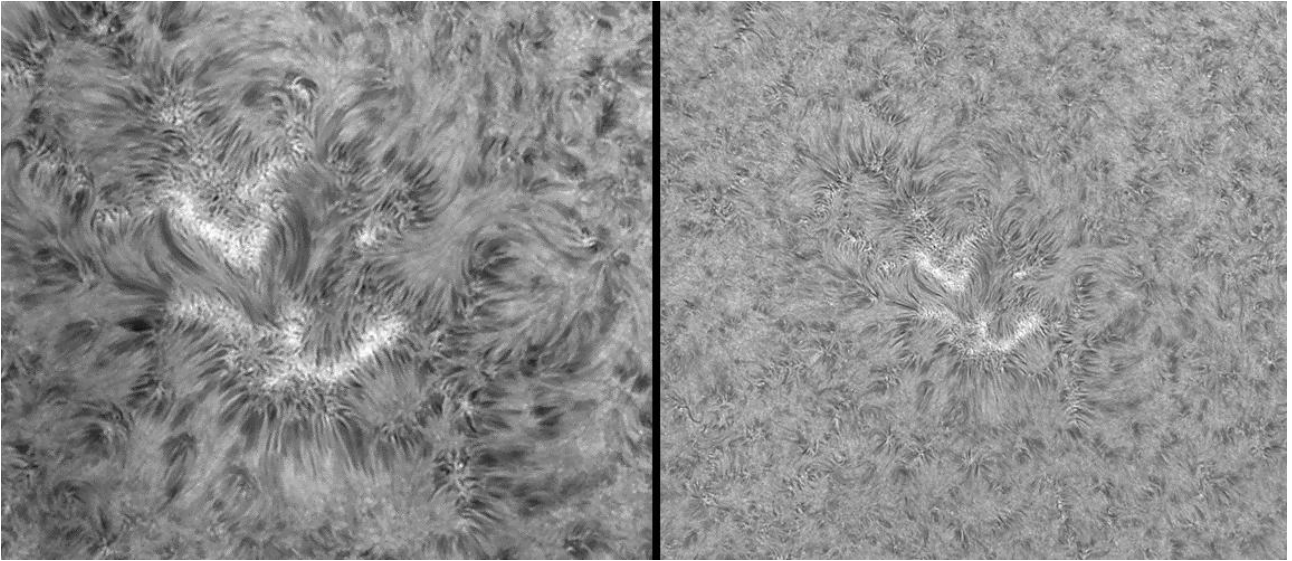
- Aufnahmeteleskop: [Astro Physics EDF Refraktor](#), abgeblendet mit einem Baader D-ERF Filter auf 110mm Öffnung.
- H-alpha Filter: SolarSpektrum Advanced Observer mit einer Halbwertsbreite von 0.5 Angstrom und
- Kamera: Videomodul [Celestron SkyRis 445M](#), Rohavis von jeweils 2.000 Einzelbilder, davon jeweils 200 frames gestackt. Video- und Bildbearbeitung mit AviStack und Photoshop CS2

Das erste Bildbeispiel zeigt den Vergleich des Sonnenflecks NOAA 2662 am 18. (links) und am 19. Juni (rechts), aufgenommen mit dem Baader [TZ-3](#) bei 110mm Öffnung und 3.250mm Brennweite.



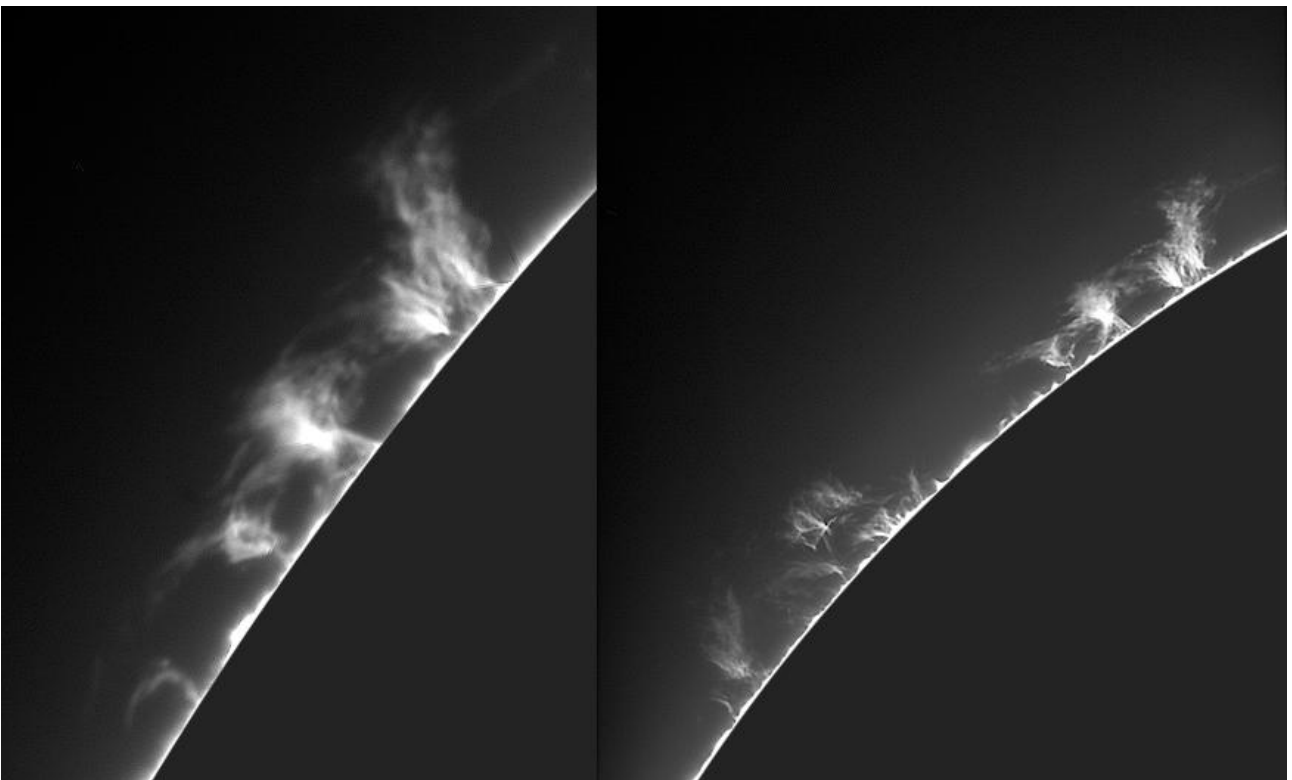
NOAA 2662 war einer der sehr seltenen Sonnenflecken, dessen Penumbra von einem hellen Ring umgeben ist. Deutlich ist auch in beiden Bildern die Superpenumbra sichtbar, die die normale Penumbra spiralförmig umgibt. Das Bildfeld ist gleichmäßig scharf, die Bildauflösung hoch, deutlich kleiner als 1 Bogensekunde.

Das zweite Beispiel demonstriert die Brennweitenreduzierung mit dem RG TC 04 Reducer und zeigt ein H-alpha Aktivitätsgebiet (ohne sichtbare Sonnenflecken im Weißlicht) am 1. Juni. Links aufgenommen mit dem [TZ-3](#) bei $f = 3.250\text{mm}$ und rechts mit dem hinter dem Filter montiertem Reducer [RG TC 0.4](#) mit $f = 1.300\text{mm}$.



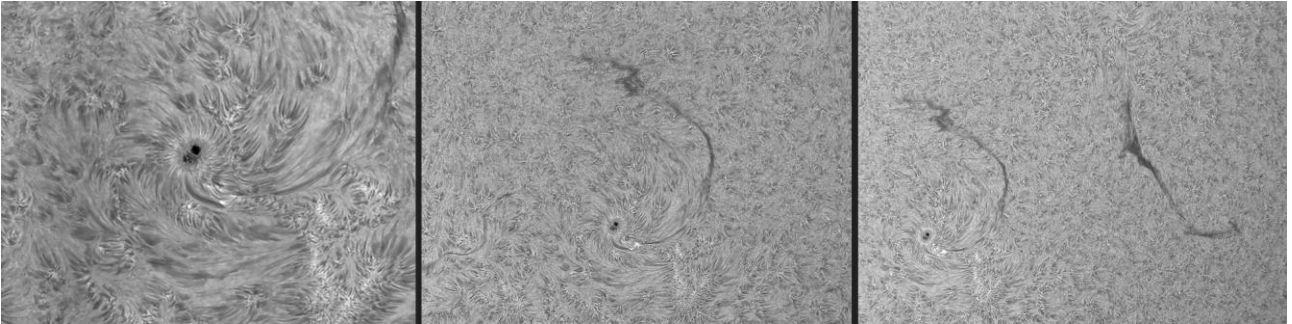
Deutlich sichtbar ist die hohe Detailauflösung (< 1 Bogensek.) im linken Bild ([TZ-3](#)). Das rechte Bild zeigt im Vergleich sehr deutlich die Zunahme des abgebildeten Gesichtsfeldes beim Einsatz der Brennweitenreduzierung mit dem [RG TC 0.4](#). Das Bild ist über das gesamte Gesichtsfeld bis in die Bildecken gleichmäßig „knackscharf“.

Das nächste Bild zeigt ein Beispiel, wo der Einsatz der Brennweitenreduzierung sinnvoll ist. Der Vergleich zeigt eine größere Protuberanzengruppe vom 5. Juni, links aufgenommen mit dem [TZ-3](#) und rechts mit [Reducer RG TC 04](#).



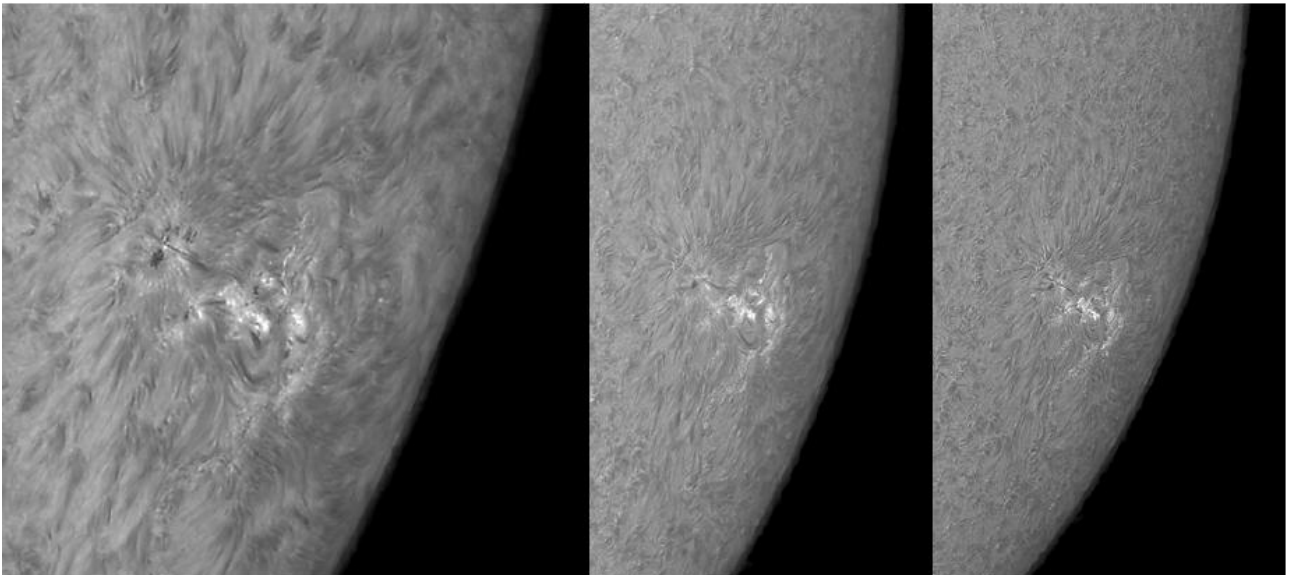
Die lange Brennweite des [TZ-3](#) zeigt dabei nur einen Teil der Protuberanzengruppe. Erst die Reduzierung der Brennweite zeigt bei dem dann größeren Gesichtsfeld die komplette Gruppe. Die Abdeckung der Sonnenoberfläche erfolgte nachträglich mit einer Maske in der Bildbearbeitung.

Das nächste Beispiel zeigt das Aktivitätsgebiet NOAA 2662 am 18. Juni, wo es lohnend war, den Reduktionsfaktor von 0.4fach durch Einsatz einer 15mm T2 Verlängerung zwischen Reducer und Aufnahmechip auf 0.3fach zu verkürzen, um das abgebildete Feld zu vergrößern.

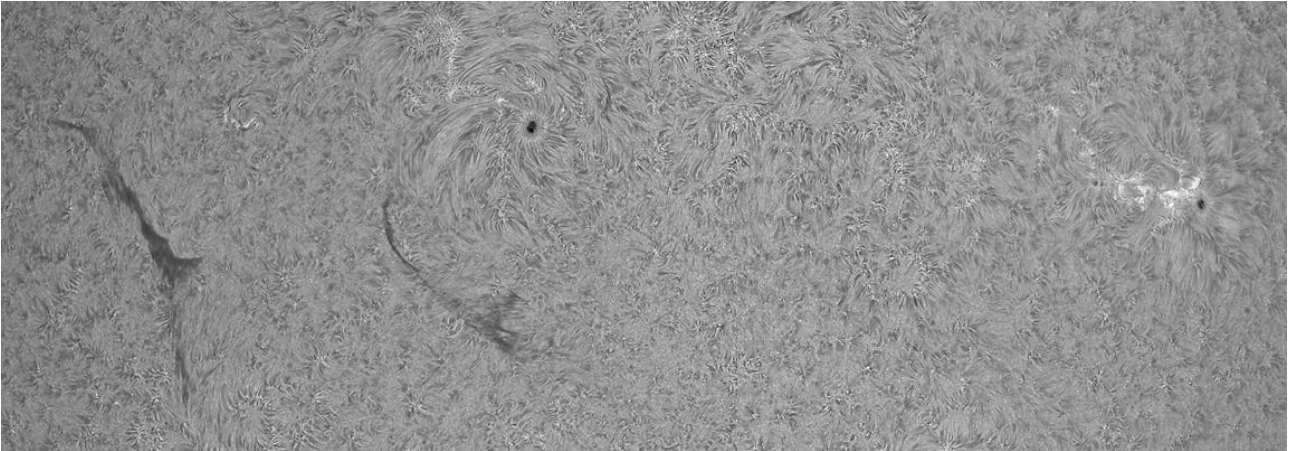


Von links nach rechts: [TZ-3](#) ($f = 3.250\text{mm}$), [TZ-3](#) + [RG TC 0.4](#) ($f = 1.300\text{mm}$) und rechts [TZ-3](#) + [RG TC 0.4](#) + [15mm T2 Hülse](#) ($f = 975\text{mm}$). Durch die Vergrößerung des Gesichtsfeldes im rechten Bild wird ein weiteres großes Filament gleichzeitig mit abgebildet.

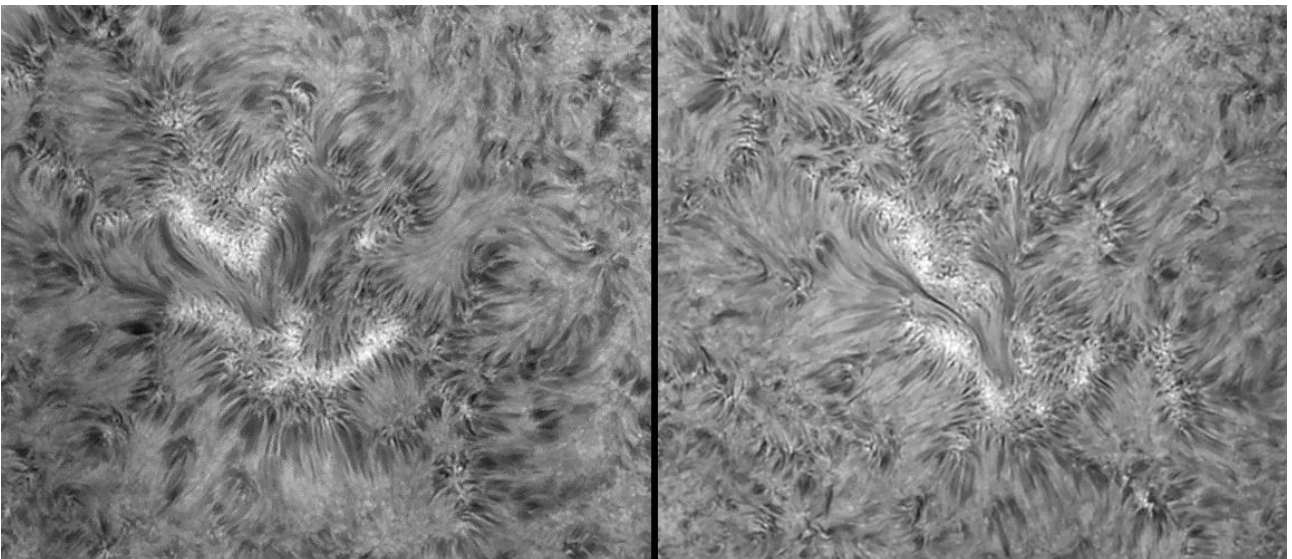
Ein weiteres Beispiel für den Einsatz einer T2 Verlängerung zeigt der folgende Vergleich. Es zeigt die aktive Region NOAA 2661, aufgenommen am 2. Juni. Bildfolge wie oben, deutlich sichtbar die Zunahme des Gesichtsfeldes bei reduzierter Brennweite.



Noch ein Beispiel für den sinnvollen Einsatz des [RG TC 0.4](#) sind die Aufnahmen von größeren Gebieten mit Mosaik- oder Panoramatechnik. Das Bild zeigt ein 2er Mosaik, aufgenommen am 18. Juni mit dem [RG TC 0.4](#). Links die Region NOAA 2662 mit zwei großen Filamenten und rechts NOAA 2663, schon dicht am Sonnenrand.



Als letztes Beispiel zeige ich den Vergleich einer aktiven H-alpha Region (ohne sichtbaren Sonnenfleck im Weißlicht), aufgenommen jeweils mit dem [TZ-3](#) bei $f = 3.250\text{mm}$ Brennweite und 110mm Öffnung.



Die Bilder, aufgenommen am 1. und 2. Juni, zeigen die Veränderung in einer aktiven Halpha Region im Abstand von nur 24 Stunden. **Das Bild soll demonstrieren, dass es sich mit den langen Brennweiten des [TZ-3](#) – auch zu Zeiten der sehr niedrigen Sonnenaktivität – durchaus lohnt, detaillierte Sonnenbeobachtungen durchzuführen!**

Mein persönliches Fazit:

Wie schon das Baader [TZ-2](#) – eingesetzt zusammen mit dem [TC 0.7fach](#) – ist das neue [TZ-3](#) zusammen mit dem [RG TC 0.4fach](#) ein ausgesprochen variables System für die Sonnenbeobachtung im H-alpha Licht.

Es ist über die flexible Brennweitenreduzierung beliebig an Seeinbedingungen anpassbar. Bilder, aufgenommen mit dem [TZ-3](#) zeigen eine enorme Detailfülle, die Bildauflösung liegt bei 110mm Öffnung unter 1 Bogensekunde und die Bilder sind über das komplette Gesichtsfeld „knackscharf“ bis zum Bildfeldrand.

Durch die variable Brennweitenreduzierung mit dem [RG TC 0.4fach](#) und gegebenenfalls einer zusätzlichen T2 Verlängerung habe ich aktuelle Seeingbedingungen und geforderte Gesichtsfeldgrößen optimal unter Kontrolle. Ein weiterer Vorteil des [RG TC 0.4](#): die Belichtungszeiten der Einzelbilder bei der Aufnahme eines avifiles reduzieren sich dramatisch und auch bei Mosaiken gibt es Zeitersparnisse, allein durch den Umstand, dass weniger Bildsegmente erforderlich sind.

Alles in allem für mich eine optimale Lösung, um mein Sonnenteleskop mit einer Öffnung von 110mm betreiben zu können, von daher

5 Sterne für Mechanik und optische Performance des [TZ-3](#) / [RG TC 0.4fach](#) und noch einmal

5 Sterne für die Firma Baader Planetarium, die immer wieder durch eigene Entwicklungen die Beobachtungsmöglichkeiten der Amateursonnenbeobachtung erweitert und damit bereichert.

Dipl.-Ing. Wolfgang Paech im Juli 2017.

* Telezentrische Systeme sind NICHT mit Barlowlinsen gleichzusetzen! Barlowlinsen verlängern zwar ebenfalls die primäre Brennweite eines Teleskops, erzeugen aber keinen parallelen Strahlengang.

NUR mit einem Telezentrischem System entsteht ein paralleles Strahlenbündel und **NUR** damit ist eine gleichmäßige Darstellung chromosphärischer Strukturen über das gesamte Bildfeld des Teleskops gewährleistet.