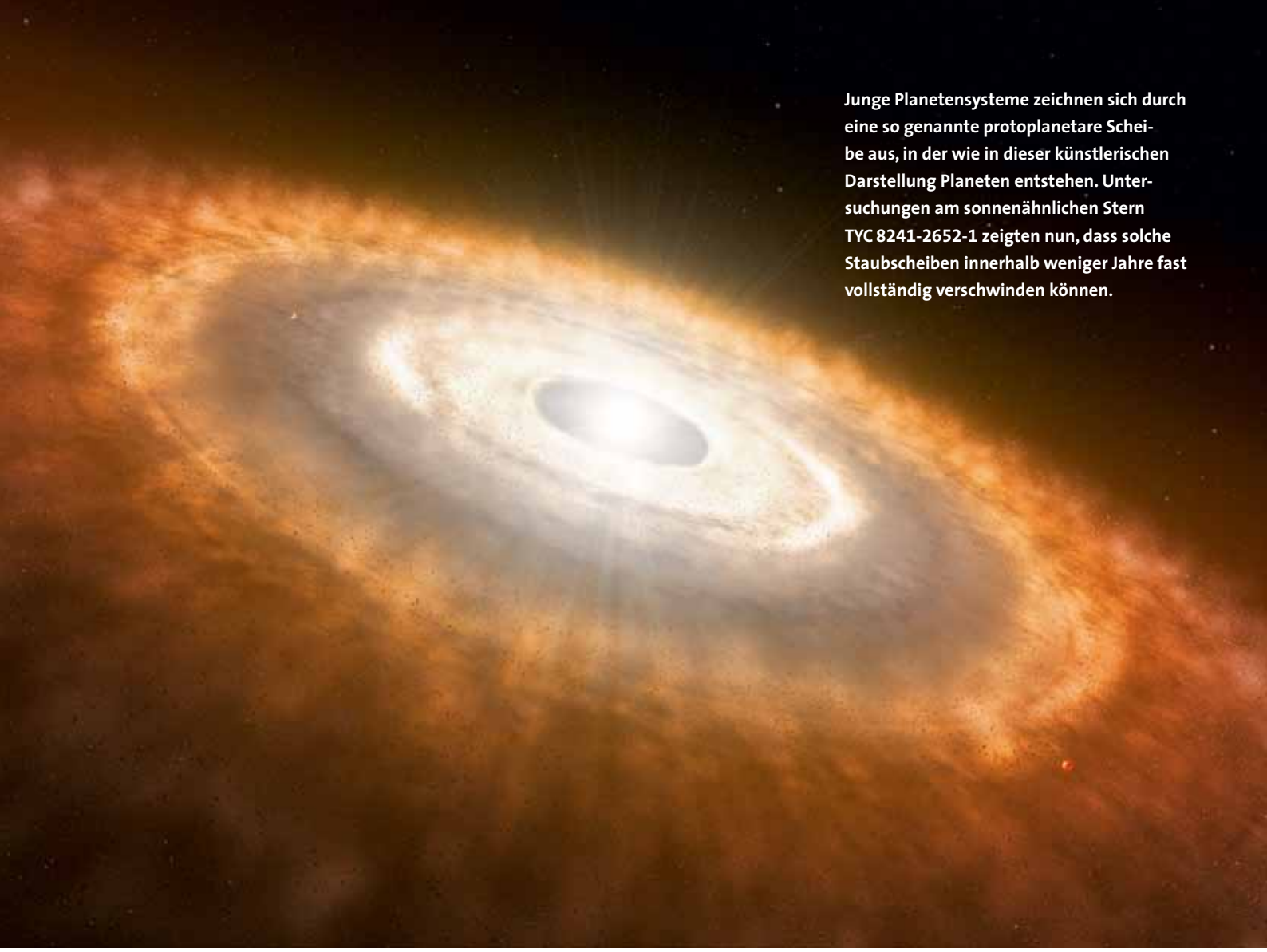


Junge Planetensysteme zeichnen sich durch eine so genannte protoplanetare Scheibe aus, in der wie in dieser künstlerischen Darstellung Planeten entstehen. Untersuchungen am sonnenähnlichen Stern TYC 8241-2652-1 zeigten nun, dass solche Staubscheiben innerhalb weniger Jahre fast vollständig verschwinden können.

ESO / Luis Calçada

Wer hat den Staub entfernt?

Neue Beobachtungen eines jungen Sterns zeigen, dass die Planetenentstehung möglicherweise ruckartiger verläuft als bislang angenommen. Die ferne Sonne scheint ihre Staubscheibe in nur zwei Jahren fast vollständig verloren zu haben. Während die gesamte Planetenbildung mehrere Millionen Jahre dauert, können einzelne Schritte offenbar sehr viel schneller ablaufen.

Staubwolken um junge Sterne sind ein Zeichen des »kreativen Chaos«, das die Entstehung eines neuen Planetensystems begleitet. Im Zentrum der ursprünglichen Molekülwolke zündet bei ausreichender Verdichtung die Kernfusion im sich verdichtenden Material das Sternfeuer. Der verbleibende Staub bildet anfangs eine den jungen Stern umgebende Akkretionsscheibe, von wo aus auf den Stern Materie einströmt (siehe Bild oben). Der Staub verklumpt dabei aber zu zunehmend größeren Brocken und bildet so Kometen, Asteroiden und Planetenvorstufen. Diese sammeln durch ihre anwachsende Schwerkraftwirkung immer mehr Staub ein. Gleichzeitig kollidieren diese Kleinkörper miteinander oder verlieren Oberflächenmaterial durch Sublimation. Dies führt zur erneuten Bildung von Staub, gewissermaßen in der zweiten Generation. Die genauen Zeitskalen, auf denen diese Prozesse ablaufen, und welche Bedingungen letztlich die Entstehung von felsigen Planeten begünstigen, sind noch nicht vollends verstanden, doch bislang gingen die Astronomen eher von Millionen von Jahren aus.

Diesen gemächlichen Entwicklungen von Stern- und Planetensystemen auf sprichwörtlich astronomischen Zeitskalen stehen neue Beobachtungen des jungen sonnenähnlichen Sterns mit der Katalogbezeichnung TYC 8241-2652-1 gegenüber. Astronomen um Carl Melis von der Universität in San Diego entdeckten dramatische Veränderungen in der Staubscheibe des Sterns innerhalb von nur zwei Jahren. Melis wurde zusammen mit weiteren Kollegen auf den Himmelskörper aufmerksam, als sie nach Hauptreihensternen suchten, die einen Überschuss an In-

frarotstrahlung aufwiesen. Dieser so genannte Infrarot-Exzess ist ein eindeutiger Hinweis auf die Anwesenheit von Staubteilchen um den Stern. Sie absorbieren das Sternlicht, erwärmen sich und strahlen so bei größeren Wellenlängen ab. Die Forscher verglichen dazu den Tycho-2-Sternkatalog mit Beobachtungen verschiedener Weltraumobservatorien und stießen so auf TYC 8241-2652-1.

Bei dieser fernen Sonne konnten die Astronomen um Melis durch Untersuchung des Sternspektrums ausschließen, dass es sich um eine Akkretionsscheibe aus Staub handelt. Der Stern ist demnach von einer sekundären Staubscheibe vor allem aus Bruchstücken felsiger Objekte umgeben. Die Entstehung des Planetensystems ist offenbar in vollem Gange. Das Alter des rund 456 Lichtjahre von der Erde entfernten sonnenähnlichen Sterns bestimmten sie zu rund 10 Millionen Jahren – verglichen mit den 4,5 Milliarden Jahren unserer Sonne also ein echter Jungspund. Nach dem bisherigen Verständnis gingen die Wissenschaftler davon aus, dass messbare Veränderungen in der Staubscheibe tausende von Jahren dauern sollten. Solange benötigt beispielsweise das Zusammenspiel aus dem sukzessiv feineren Zermahlen des Staubs und dem Strahlungsdruck des Sterns, der die Teilchen aus dem Planetensystem herausbläst.

Die Forscher verglichen Messungen der Sternhelligkeit im sichtbaren Licht mit Infrarotmessungen der Satelliten IRAS aus dem Jahr 1983 und AKARI aus dem Jahr 2006. Daraus errechneten sie, dass der Staub rund elf Prozent des Sternlichts absorbiert und im Infraroten abstrahlt. Dieser relativ hohe Anteil lässt sich nicht durch eine flache Scheibe ähnlich der Saturnringe erklären. Der Staub muss in einer dicken oder durch die

ZUM NACHDENKEN

Eine Scheibe verschwindet

Aus der protostellaren Wolke um einen jungen Stern entwickelt sich im Verlauf der Planetenentstehung eine Trümmerwolke. Sie enthält Staubteilchen, die bei Kollisionen größerer Körper oder durch Sublimation von deren Oberflächen produziert wurden – Staub der zweiten Generation.

Aufgabe 1: Infrarotmessungen am jungen Stern TYC 8241-2652-1 zeigten bis zum Jahr 2008 einen deutlichen Infrarotexzess. Er rührt her von einer zirkumstellaren Staubscheibe. Sie erzeugt genau im Spektralverlauf eine typische Schwarzkörperkurve, die derjenigen des Sterns überlagert ist, und deren Maximum die Temperatur der Staubteilchen verrät (siehe Grafik S. 32). Das Maximum liegt bei $\lambda_{max} = 11{,}3$ µm. Man ermittle mit Hilfe des wienschen Verschiebungsgesetzes in der von Melis (siehe Kurzbericht) verwendeten Form $\lambda_{max} = 5099{,}4$ µm K/T_S die zugehörige Staubtemperatur T_S.

Aufgabe 2: Die Leuchtkraft L_{IR} der im Umbau begriffenen Staubscheibe liegt bei elf Prozent der Leuchtkraft $L_* = 0{,}7$ $L_\odot$ des Sterns. Für einen Flächenanteil des Staubs an der Scheibe von $q = 0{,}05$ berechne man ihren Außenradius r_a. Der innere Radius sei $r_i = 0{,}4$ AE. Es gilt das Strahlungsgesetz: $L_{IR} = F_{Ring}\, \sigma\, T_S^4$, mit $F_{Ring} = \pi\ (r_a^2 - r_i^2)$, $\sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8}$ W m^{-2} K^{-4}, $L_\odot = 3{,}846 \cdot 10^{26}$ W und 1 AE = 1,496 10^{11} m.

Aufgabe 3: Man berechne die Minimalmasse $M_{min} = (16\,\pi/3)\, \tau\, a\, \varrho\, r_i^2$, mit welcher der Staub die Leuchtkraft L_{IR} aufzubringen vermag. Dabei gilt: $\tau = L_{IR}/L_*$. Der Radius der Staubpartikel ist $a = 0{,}3$ µm, ihre Dichte $\varrho = 2{,}5$ g/cm^3.

Aufgabe 4: Innerhalb von nur $\Delta t = 2$ a sank die Infrarotleuchtkraft um den Faktor $f = 24{,}4$. Wie groß war demnach die mittlere Massenverlustrate $\dot{m}$ der Staubscheibe? AMQ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **11. Januar 2013** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Haus der Astronomie, MPIA-Campus, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: 06221 528377.
Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern **Preise** verlost: siehe S. 119

teleskop-austria.at

WIEN 1050 Schönbrunnerstr. 96. +43 699 1197 0808
LINZ 4020 Gärtnerstr. 16. +43 732 65 15 78
teleskopaustria@gmail.com

MONTIERUNGEN

VIXEN POLARIE
Reisemontierung 429 €
Lacerta Polarscope 99 €
Komplett Set 591 €

PHOTOGUIDER UPGRADE AB85 €

ZUBEHÖR, WELCHES NICHT FEHLEN DARF

SCOPIUM CAM 109 €

CASTELL FILTER
UHC AB 39 €
O-III AB 49 €
CLS AB 49 €
H-BETA AB 69 €
H-ALFA AB 89 €

FILTERRAD FÜR 5 FILTER
mit T2 Anschluss 99 €
Aufpreis Zubehörset 1 €

APERTURE STOPPER 36 €

BLITZSCHUH-ADAPTER 18 €

ASTROZOOM ADAPTER
Okulare verzoomen 89 €

LACERTA MIKROFOKUS 69 €

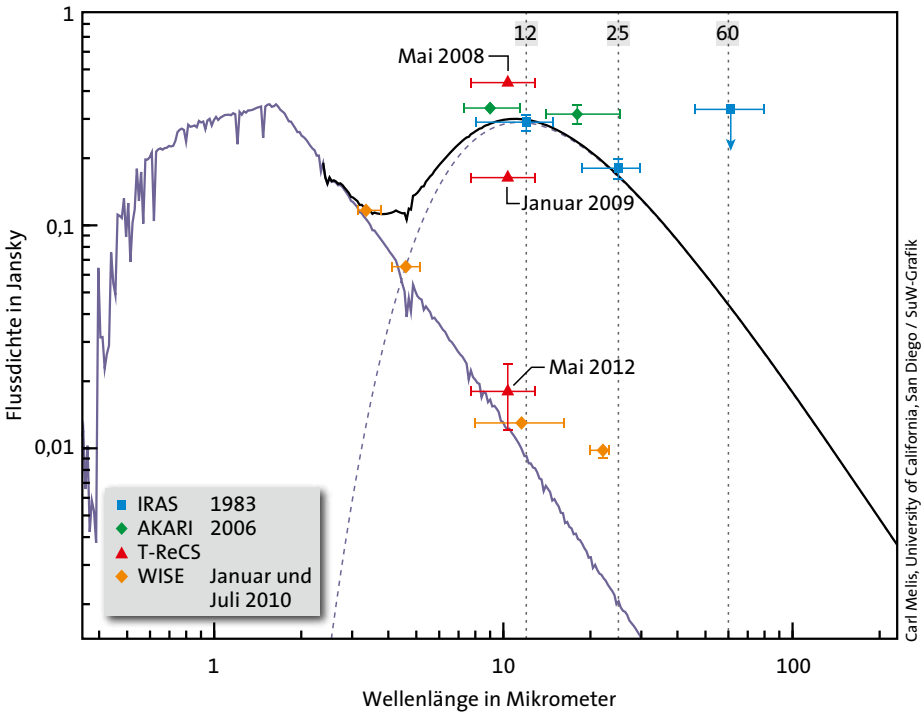
HELIKAL MIKROFOKUS 69 €

UND WENN ES REGNET

BIM-105 MIKROSKOPFAMILIE
Monokular 198 €
Binokular 268 €
Trinokular 338 €

LACERTA INFINITY SERIES
LIS-basic Trino AB 1099 €
mit Phasenkontr. AB 1498 €
mit Cardioid DF AB 1803 €

www.teleskop–austria.com



Carl Melis, University of California, San Diego / SuW-Grafik

Die spektrale Energieverteilung des Sternlichts von TYC 8241-2652-1 zeigt vor dem Jahr 2009 die Anwesenheit einer ausgedehnten Staubscheibe mit einer Temperatur von rund 450 Kelvin (180 °C). Neben dem Spektrum des Sterns (durchgezogene violette Kurve) lässt sich das Schwarzkörperspektrum des warmen Staubs (gestrichelte Kurve) und das Gesamtspektrum (durchgezogene schwarze Kurve) erkennen. T-ReCS-Messungen im Januar 2009 zeigten eine erste Abschwächung der Infrarotstrahlung des Staubs bei einer Wellenlänge von zehn Mikrometer. Ab dem Jahr 2010 lässt sich mittels der WISE- und T-ReCS-Beobachtungen keine zusätzliche Infrarotemission vom Staub mehr nachweisen. Die Staubscheibe um den Stern verschwand offenbar innerhalb von nur zwei Jahren!

Schwerkraftwirkung eines verborgenen Planeten gewölbten Scheibe vorliegen. Aus ihren Messungen bestimmten die Wissenschaftler den Radius dieser Scheibe zu 0,4 Astronomischen Einheiten und die Temperatur der Staubteilchen zu vergleichsweise warmen 450 Kelvin (rund 180 Grad Celsius).

Die Staubscheibe verschwindet

Im Mai 2008 nahmen Melis und Kollegen TYC 8241-2652-1 mit einem Infrarot-Spektografen am Gemini-Süd-Observatorium unter die Lupe. Ihre Beobachtungen zeigten einen mit den IRAS- und AKARI-Messungen vergleichbaren Überschuss an Infrarotstrahlung. Doch bereits im Januar 2009 ergaben weitere Gemini-Süd-Beobachtungen einen Abfall der Helligkeit bei einer Wellenlänge von zehn Mikrometern auf rund ein Drittel des ursprünglichen Werts, während die Helligkeit des Sterns konstant blieb. Offenbar verschwand die Staubscheibe viel schneller als zuvor für möglich gehalten.

Weitere Beobachtungen aus dem Jahr 2010 mit dem Weltraumobservatorium WISE bei vier verschiedenen Infrarotwellenlängen bestätigten dann den Trend. Bei Wellenlängen unter zwölf Mikrometer war praktisch kein Anzeichen für die Anwesenheit von Staub im jungen Sternsystem zu finden (siehe die Grafik oben). Vor dem Jahr 2009 müssen nach den Berechnungen der Forscher rund $5 \cdot 10^{18}$ Kilogramm (ein 15 000-tel der Masse des Erdmonds) Staub im System vorhanden gewesen sein, um die damalige Infrarotstrahlung erklären zu können. Gleichzeitig sei diese große Staubmenge ein Zeichen für aktive Entstehung terrestrischer Planeten, so die Astronomen. Die WISE-Messdaten von 2010 lassen sich jedoch mit lediglich einem Fünftel dieser Staubmenge erklären. Erneute Beobachtungen mit dem Gemini-Süd-Observatorium im Mai 2012 lieferten übereinstimmende Messdaten, auch dabei schien der Staub verschwunden zu sein.

Doch was geschah mit all dem Staub innerhalb von zwei Jahren, einem im bisherigen Verständnis der Planetenentwicklung nahezu unglaublich kurzen Zeitraum? Die Astronomen um Melis bieten keine definitive Lösung dieses Rätsels an. Sie untersuchten verschiedene theoretische Modelle, von denen sich zwei als mögliche Erklärungen – beide jedoch mit Schwächen – anbieten. Befindet sich zusammen mit Staub eine vergleichbar große Menge Gas in der Sternumgebung, so könnte dessen aerodynamische Abbremsung die Staubteilchen sehr schnell in den Stern stürzen lassen. Ob und wie eine so große Gasmenge aus der Entstehungszeit des Sternsystems zurückgeblieben oder erneut entstanden sein kann, ist jedoch unklar. Ein so genanntes Kollisionslawinen-Modell ist möglicherweise plausibler: Durch fortschreitende gegenseitige Verkraterung und vollständige Zerstörung bilden sich immer kleinere Staubkörner, die schließlich der Strahlungsdruck des Sternlichts aus dem Planetensystem entfernt. Doch auch hier stimmen die berechneten Zeitskalen nicht mit den beobachteten überein.

Innerhalb von zwei Jahren nahm die Helligkeit der Scheibe um TYC 8241-2652-1 dramatisch ab – sie verschwindet.

Die experimentelle und theoretische Untersuchung der ungewöhnlichen Ereignisse im System um TYC 8241-2652-1 ist mit Sicherheit noch nicht abgeschlossen. Auch zukünftig wird es den Astronomen helfen, die Entstehung felsiger Planeten und damit vielleicht auch diejenige unseres Heimatplaneten besser zu verstehen.

BENJAMIN KNISPEL promovierte an der Leibniz Universität Hannover und am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik. Er widmet sich unter anderem der Suche nach Radiopulsaren mit Einstein@Home und der Simulation der galaktischen Neutronensternpopulation als Quelle von Gravitationswellen.

Literaturhinweis

Melis, C. et al.: Rapid disappearance of a warm, dusty circumstellar disk. In Nature, 487, S. 74 (2012). http://arxiv.org/abs/1207.5333

www.teleskop-express.de
Teleskop-Service – Kompetenz & TOP Preise

Der große Onlineshop für **Astronomie, Fotografie** und **Naturbeobachtung**
mit über **4000 Angeboten!**

Neu von Teleskop-Service: Die Photoline APO Serie

PHOTOLINE EDs
Preiswerte Refraktoren mit besserer Farbkorrektur und hervorragender Ausleuchtung

80mm f/7: 461,- €
102mm f/7: 729,- €
110mm f/7: 999,- €

PHOTOLINE APOs
Farbreine Triplet-Objektive
voll justierbar, top Qualität
sehr gute Mechanik
beste Ausleuchtung
80mm f/6: 849,- €
102mm f/7: 1.395,- €
115mm f/7: 1.498,- €
130mm f/7: 2.149,- €

PHOTOLINE Korrektoren:

3" Vollformat Flattener
für Ausleuchtung ca. 60mm
249,- €
(149,- € i.V. mit Photoline Teleskop)

0,75x Reducer und Korrektor
von Riccardi mit 42mm Ausleuchtung
für die Triplet Apos
600,- €

0,8x Reducer und Korrektor für die EDs
145,- €

Unsere besonderen Autoguider Empfehlungen:

Starlight Xpress Lodestar
Ein Autoguider der neuesten Generation mit besonders einfacher Bedienung ,klein und leicht wie ein 1,25" Okular
Lodestar: 498,- €

Moravian Autoguider
ultraleichter Autoguider mit hoher Empfindlichkeit - eine Alternative zum Lodestar
Sensor: Sony ICX424AL
G0-0300: 435,- €

Lacerta M-Gen V 2.0
Dieser Stand Alone Autoguider kann ohne Computerhilfe alle Funktionen eines Autoguiders übernehmen.
M-Gen: 549,- €

Allen gemeinsam: 3" Crayford Auszug mit Gewindeanschluss für mehr Stabilität und bessere Ausleuchtung – hervorragende Eignung für Astrofotografie – ein geschlossenes Konzept – keine Adapterprobleme, keine falschen Korrektoren – perfekte Sterne … garantiert.

Individuell optimierte Newtons - Maßanfertigungen passen am besten!

Von Teleskop-Service:

Universelle Newtons mit Carbon-Tubus und 2" Baader Steeltrack Fokussierer - die neue UNC Baureihe!

Was ist anders?
→Hochwertiger in Deutschland gefertigter Carbon-Tubus mit höchster Stabilität
→Optimierte Fokuslage *nach Wunsch* und damit auch bestmögliche Ausleuchtung
→Von Teleskop-Service verbesserte Hauptspiegelfassung
→Baader Steeltrack 2" Crayford Auszug mit Untersetzung - einer der besten Crayford Auszüge in seiner Klasse
→Der Fangspiegel *in Ihrer Wunschgröße* wird mit korrektem Offset von uns individuell auf die Fangspiegelfassung (Metall) geklebt

Die UNC Newton Serie von Teleskop-Service bietet eine Alternative zu den Fernost Newtons und den sehr teuren High End Teleskopen. Dabei brauchen Sie bei diesen Teleskopen keine Kompromisse einzugehen.

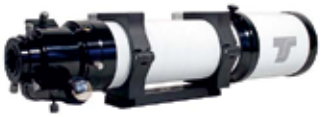
Verfügbare Grundmodelle:
UNC2008 (8" f/4): 999,- €
UNC20010 (8" f/5): 949,- €
UNC25410 (10" f/4): 1.298,- €
UNC25412 (10" f/5): 1.198,- €
UNC30512 (12" f/4): 1.680,- €
UNC30515 (12" f/5): 1.590,- €
UNC4018 (16" f/4,5): 2.750,- €

TSED503

TS 50mm f/6,6 APO Refraktor Teleskop und ED Tele Objektiv
- Öffnung 50mm
- Brennweite 330mm
- Öffnungsverhältnis f/6,6
- ED Dublet Objektiv mit Luftspalt
- Gewicht nur 1270 Gramm
- Transportlänge: 25 cm

399,- €

TSAPO805



Der 3-linsige 80mm FPL53 Apo wurde von TS deutlich weiterentwickelt. Er verwendet das bewährte Objektiv und den erstklassigen CNC Okularauszug von APM mit verbessertem Tubus für eine noch optimalere Fokuslage. Das Ergebnis ist ein Reiseapo mit einer farbreinen Abbildung bei optimaler sphärischer Korrektur. Der Apo bietet eine bessere Ausleuchtung, als nahezu jeder andere Refraktor dieser Öffnung. Sie können ein Gesichtsfeld bis 5,5° erzielen oder bis ca. 200fach hochvergrößern, ohne Einbruch in der Schärfeleistung.

Technische Daten:
-- Öffnung 80mm / Brennweite 500mm / F6
-- Objektiv :Triplet Objektiv mit FPL-53 Apo Element
-- Vergütung: volle Multivergütung auf jeder Glas-Luftfläche
-- Tubus: modularer CNC Tubus für drei Fokuspositionen - die Tubusmodule sind im Lieferumfang enthalten
-- Tubusdurchmesser :90mm / Tubuslänge
-- nur ca. 350mm für den Transport
-- Okularauszug: 2,5" CNC Okularauszug mit Mikrountersetzung
-- Gewicht: 2,3 kg
-- Auflösungsvermögen: 1,44"
-- Vis. Grenzgröße: 11m3
-- Backfokus: 220mm / 145mm / 110mm (immer bei eingefahrenem Auszugsrohr)
-- Sucherschuh:Vixen/Skywatcher Level
-- Rohrschellen: CNC Schellen
-- Prismenschiene: GP Level mit Langlöchern und Fotostativ Anschluss

1.245,- €

TS OAG 9

Der TS Off Axis Guider ist der kürzeste Off Axis Guider, den wir kennen. Trotzdem bietet er alle Funktionen an, die einen vielseitigen Off Axis Guider ausmachen.

T2 Version: 248,- €
EOS Version: 268,- €

Newton-Korrektoren von ASA: Top-Qualität für die Fotografie

z.B. 0,73x Reducer / Korrektor:
864,- €

z.B. 1,175x Korrektor:
660,- €

Teleskop-Service, Keferloher Marktstr. 19 c, D-85640 Putzbrunn/Solalinden
Telefon: +49 (0)89-1892870 • Fax: +49 (0)89-18928710 • info@teleskop-service.de