



# Im **Orbit** um einen **Zwergplaneten**

## US-Raumsonde Dawn erreicht Ceres

*Am 6. März 2015 wurde die Raumsonde Dawn von der Schwerkraft des Zwergplaneten Ceres eingefangen. Für die nächsten anderthalb Jahre soll Dawn nun den rund 950 Kilometer großen Himmelskörper aus der Nähe erforschen.*

Von Tilmann Althaus



Mit ihrem Ionenantrieb trat die US-Raumsonde Dawn am 6. März 2015 in eine Umlaufbahn um den Zwergplaneten Ceres ein (künstlerische Darstellung).

**E**rstmal befindet sich nun eine Raumsonde im Umlauf um einen Zwergplaneten und wird ihn im Detail erkunden. Mit Ceres erforscht die im September 2007 gestartete US-Raumsonde Dawn ihren zweiten Himmelskörper. Schon im Juli 2011 schwenkte Dawn in einen Orbit um den Asteroiden (4) Vesta ein und untersuchte ihn mit hoher Auflösung bis September 2012 (siehe SuW 6/2013, S. 34). Nach dem Verlassen der Umlaufbahn um Vesta benötigte Dawn rund zweieinhalb Jahre, um Ceres zu erreichen. Seit dem Start hat Dawn mittlerweile 4,9 Milliarden Kilometer zurückgelegt – das entspricht dem 33-Fachen des Abstands Erde – Sonne.

(1) Ceres war der erste Himmelskörper, der im Bereich zwischen den Umlaufbahnen von Mars und Jupiter entdeckt wurde. Es war der italienische Astronom Giuseppe Piazzi (1746–1826), der Ceres in der Neujahrsnacht des Jahres 1801 aufspürte. Anfangs sahen ihn Piazzi und seine Zeitgenossen als vollwertigen Planeten an. Aber selbst die größten und leistungsstärksten zeitgenössischen Teleskope weltweit waren nicht in der Lage, Ceres als Scheibe aufzulösen. Zudem wurden im Abstand von wenigen Jahren weitere Himmelskörper in

dieser Region entdeckt, welche die Namen Pallas, Juno und Vesta erhielten. Es bürgerte sich daraufhin der Begriff Kleinplanet, Planetoid oder Asteroid ein. In den folgenden beiden Jahrhunderten fanden die Astronomen nach und nach Hunderttausende weiterer Objekte, welche die Sonne in Nachbarorbits von Ceres und Konsorten umrunden und zusammen den uns bekannten Asteroidengürtel bilden. Ceres ist mit einem Durchmesser von rund 950 Kilometern sein bei Weitem größtes und massereichstes Mitglied. Er wurde im Jahr 2006 von der Internationalen Astronomischen Union als Zwergplanet klassifiziert und ist das uns am nächsten befindliche Objekt seiner Gruppe. Zu dieser gehören außerdem noch Pluto, Eris, Makemake und Haumea, die unser Tagesgestirn allerdings auf Orbits jenseits der Umlaufbahn des äußersten Planeten Neptun umrunden.

Schon während des Anflugs lieferte Dawn bemerkenswerte Bilder des Zwergplaneten. Ab Ende Januar 2015 übertrafen ihre Bilder die Auflösung der besten Aufnahmen des Weltraumteleskops Hubble (HST), einen Monat später hatten sie schon die achtfache Auflösung der HST-Bilder (siehe Bildserie S. 36 oben). Sie zeigen eine stark mit Kratern übersäte Oberfläche, die

offenbar sehr alt sein muss. Sie stammt wohl aus der Frühzeit des Sonnensystems von vor mehr als vier Milliarden Jahren.

Nach wie vor rätselhaft sind helle Flecken, deren hellster schon auf den Bildern des HST von 2004 deutlich hervorstach. Er stellte sich als eine winzige Region im Inneren eines rund 90 Kilometer großen Einschlagkraters heraus und hat einen zweiten, weniger hellen Fleck als Nachbar (siehe Bild S. 37 Mitte). Bis zur Auflösungsgrenze der mit 3,7 Kilometer pro Bildpunkt derzeit besten Bilder ließ sich seine Struktur nicht erkennen. Er ist beträchtlich heller als die sonstige Ceres-Oberfläche, die nur etwa zehn Prozent des auf sie treffenden Sonnenlichts reflektiert – Ceres ist also im Allgemeinen ziemlich dunkel. Zum Vergleich: Unser Mond reflektiert rund zwölf Prozent. Die spektralen Reflexionseigenschaften der hellen Flecken weisen darauf hin, dass es sich um Wassereis handelt, das hier zu Tage tritt. Dies teilte Andreas Nathues vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Göttingen auf der Lunar and Planetary Science Conference in Texas mit, die Mitte März 2015 stattfand.

Anhand der Bilder von Dawn vermutet er, dass bei diesem besonders hellen Fleck



Während des Anflugs auf Ceres nahm die Raumsonde Dawn den näher kommenden Zwergplaneten auf. Die erste Aufnahme entstand am 1. Dezember 2014 (links), die letzte am 1. März 2015 (rechts).

NASA / JPL / UCLA / MPS / DLR / IDA / Montage von Emily Lakdawalla / SuW-Grafik

## Die Instrumente von Dawn

Dawn ist mit drei wissenschaftlichen Instrumenten ausgerüstet. Die beiden baugleichen »Framing Cameras« wurden in Deutschland unter der Leitung des Max-Planck-Instituts für Sonnensystemforschung in Göttingen entwickelt und gebaut. Daran beteiligt waren das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und die Technische Universität Braunschweig. Die Framing Cameras verwenden Linsenobjektive mit einer Öffnung von 20 Millimetern und einer Brennweite von 150 Millimetern. Die Kameras sind vom blauen sichtbaren Licht bei einer Wellenlänge von 430 Nanometern bis ins nahe Infrarot bei 980 Nanometern empfindlich und arbeiten mit sieben schmalbandigen Filtern sowie einem klaren Filter. Aus den Bilddaten der Framing Cameras werden am Institut für Planetenforschung des DLR in Berlin-Adlershof dreidimensionale Karten des Zwergplaneten errechnet, so dass sich die geologischen Strukturen in ihrer Gesamtheit erkennen lassen.

Um die Zusammensetzung der Oberfläche von Vesta und Ceres zu untersuchen, wurde Dawn mit dem »Gamma Ray and Neutron Detector« GRaND ausgerüstet, der vom Los Alamos

National Laboratory entwickelt wurde. GRaND nutzt die beim natürlichen Zerfall von radioaktivem Kalium, Thorium und Uran freigesetzte Gammastrahlung, um die Gehalte und die Verteilungen dieser Elemente in der Oberfläche zu erfassen. Zudem kann GRaND die wichtigsten gesteinsbildenden Elemente Sauerstoff, Magnesium, Aluminium, Kalzium, Titan sowie Eisen in der Oberfläche kartieren.

Auch das Infrarotspektrometer VIR dient der Kartierung der Oberfläche und wurde von der italienischen Raumfahrtagentur ASI entwickelt und gebaut. VIR tastet die Oberfläche im Wellenlängenbereich zwischen 0,25 und 5 Mikrometern ab. Dafür verwendet das Instrument zwei Kanäle. Einer arbeitet mit einem CCD-Detektor mit  $256 \times 256$  Pixeln und ist von 0,25 bis 1,0 Mikrometer empfindlich. Der zweite Kanal nutzt eine Baugruppe aus Fotodioden und deckt den Bereich von 0,95 bis 5,0 Mikrometern ab. Mit VIR lassen sich die spektralen Signaturen der wichtigsten gesteinsbildenden Minerale erfassen und so Karten ihrer Verteilung auf den Oberflächen erstellen.

### Vesta und Ceres in Zahlen

Eckdaten	(4) Vesta	(1) Ceres	Zum Vergleich: Mond
Entdecker	Heinrich Wilhelm Olbers, 1807	Giuseppe Piazzi, 1801	–
Abstand zur Sonne	2,15–2,57 AE	2,56–2,98 AE	1 AE
Exzentrizität	0,088	0,076	0,055
Umlaufdauer	1376 Tage = 3,9 Jahre	1680 Tage = 4,6 Jahre	27,3 Tage
Neigung der Bahnebene gegen die Ekliptik	7,1 Grad	10,6 Grad	5,1 Grad
Durchmesser Äquatorebene	572,6 × 557,2 Kilometer	975 Kilometer	3476 Kilometer
Durchmesser Polachse	446,4 Kilometer	909 Kilometer	3472 Kilometer
Rotationsperiode	5,34 Stunden	9,13 Stunden	27,3 Tage
Masse	0,000043 Erdmassen = 0,35 Prozent der Mondmasse	0,00016 Erdmassen = 1,3 Prozent der Mondmasse	0,012 Erdmassen



19. Februar: 4,3 km/Pixel

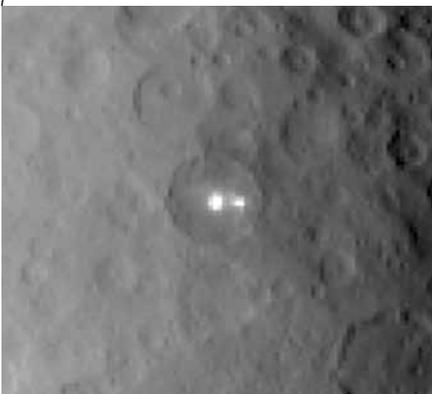


25. Februar: 3,7 km/Pixel



1. März: 4,6 km/Pixel

NASA / JPL / UCLA / MPS / DLR / IDA



**Was sind diese hellen Flecken in einem 90 Kilometer großen Einschlagkrater? Auch bei einer Auflösung von 4,3 Kilometern pro Bildpunkt bleibt die wahre Natur der beiden hellen Flecken nahe der Bildmitte unklar. Es ist möglicherweise frisches Wassereis. Das Bild nahm Dawn am 19. Februar 2015 aus einem Abstand von 46 000 Kilometern auf. Der Fleck war schon auf Bildern des Weltraumteleskops Hubble von 2004 aufgefallen.**

## Der lange Weg zu Ceres

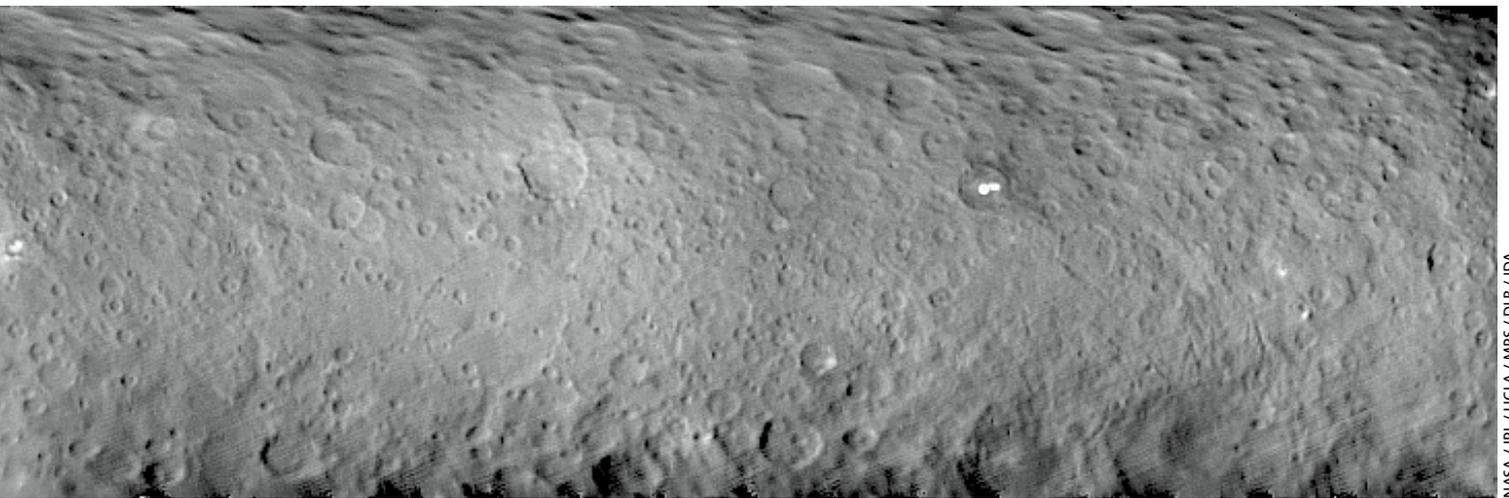
Dass Dawn überhaupt einen weiteren Himmelskörper im Asteroidengürtel anfliegen konnte, verdankt sie ihrem Ionenantrieb. Dessen Schub ist zwar äußerst gering, kann aber über Monate und Jahre hinweg aufrechterhalten werden. Tatsächlich entspricht die Schubkraft der Ionenantriebe etwa dem Druck, den ein Blatt Papier im DIN-A4-Format auf Ihre Hand ausübt. Wegen dieser Schub-Konstellation lassen sich über längere Zeiträume verteilt große Bahnänderungen vornehmen. Mit dem Ionenantrieb war es daher möglich, die Sonnenumlaufbahn von Dawn nach und nach derjenigen von Ceres anzupassen (siehe Bild S. 38 unten). Dabei verringerten die Missionskontrolleure die Geschwindigkeit relativ zum Zwergplaneten so weit, dass dessen Schwerkraft Dawn in eine erste weite Umlaufbahn zwang. Zu diesem Zeitpunkt war die Sonde etwa 40 000 Kilometer von Ceres entfernt. In den darauf folgenden Wochen wurde der Ionenantrieb weiter eingesetzt, um Dawn immer näher an ihr Ziel heranzuführen.

Ab dem 23. April 2015 befindet sich Dawn in einem ersten Erkundungsortbit um Ceres, der über die beiden Pole führt. In dieser polaren Kreisbahn in 13 500 Kilometer Höhe über der Oberfläche soll Dawn eine erste Detailkarte mit einer Auflösung von rund 1,3 Kilometern pro Bildpunkt aufnehmen. Auf dieser Bahn wird die Raumsonde für rund 20 Tage bleiben, danach wird durch Schubmanöver mit dem Ionenantrieb ihre Umlaufhöhe nach und nach weiter abgesenkt. Am 7. Juni wird sich

aktiv Wasserdampf ausgestoßen wird. Die Aufnahmen lassen erkennen, dass der Ort dieses Geysirs im Lauf des 9,1 Stunden langen Ceres-Tags heller wird und nachts wieder dunkler. Außerdem zeigt sich der Fleck als Aufhellung auch dann, wenn die Kameras von Dawn nur seitlich auf den Krater blicken. Offenbar streut der hier in den umgebenden Weltraum entweichende Wasserdampf das Licht über den Kraterand. Diese Interpretation wird gestützt durch Beobachtungen mit dem Infrarotsatelliten Herschel. Sie ergaben vor rund einem Jahr, dass Ceres pro Sekunde rund sechs Kilogramm Wasserdampf ausstößt (siehe SuW 4/2015, S. 15). Verteilt über die Ceres-Oberfläche wurden weitere weiße Flecken in Kratern beobachtet, die aber nicht so auffällig hell sind. Modellen zufolge besteht Ceres aus bis zu 25 Prozent Wassereis, was ihre relativ geringe Dichte von rund zwei Gramm pro Kubikzentimeter erklären könnte. Bestünde Ceres nur aus Silikaten, so betrüge ihre mittlere Dichte mehr als drei Gramm pro Kubikzentimeter.

Das größte Einschlagbecken hat einen Durchmesser von rund 270 Kilometern. Sein Kraterboden ist auffällig glatt und enthält nur wenige jüngere Einschlagkrater. Möglicherweise wurde das Relief über lange Zeiträume hinweg durch eine plastische Verformung der Ceres-Kruste wieder ausgeglichen. Denkbar wäre eine Verjüngung der Oberfläche durch die mögliche innere geologische Aktivität des Zwergplaneten. Auch im Umfeld des großen Einschlagbeckens erscheint die Oberfläche glatter und weniger stark zerkratert als sonst auf Ceres (siehe Bild S. 38 oben).

Am 1. März nahm Dawn die vorläufig letzten Bilder auf, die bei einer Auflösung von 4,6 Kilometern pro Bildpunkt eine schmale Sichel zeigen. Vom 1. März bis zum 10. April 2015 befand sich Dawn auf der Nachtseite von Ceres, so dass während dieses Teils der Anflugphase keine Bilder möglich waren. Erst nach dem 10. April und somit nach Redaktionsschluss dieses Hefts soll Dawn wieder mit Beobachtungen beginnen.



NASA / JPL / UCLA / MPS / DLR / IDA

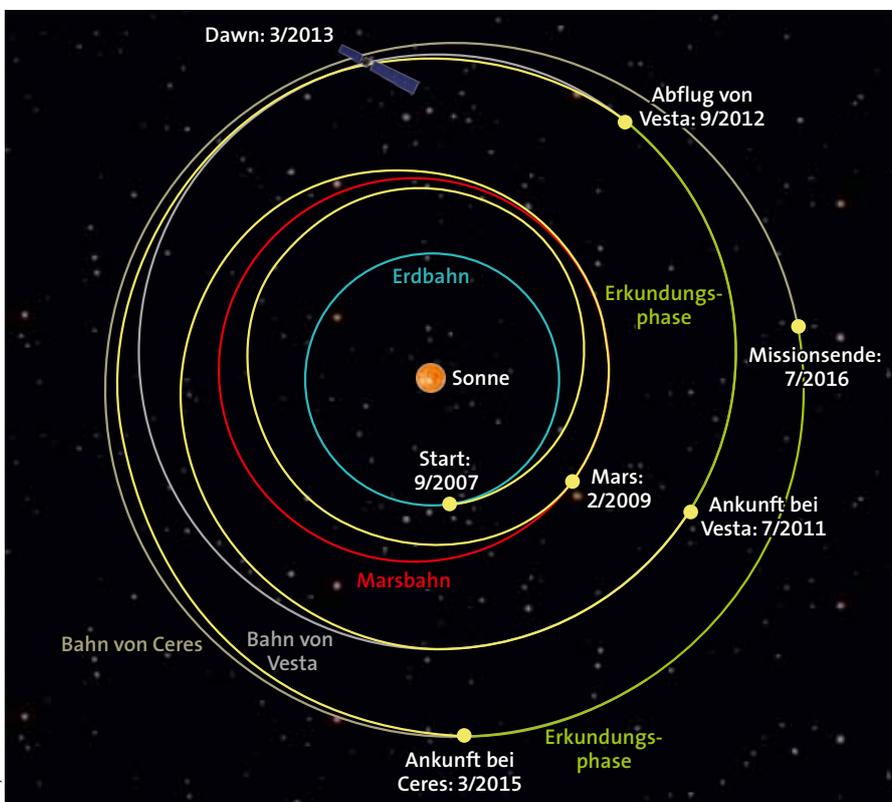
Dawn in einer Höhe von nur noch 4400 Kilometern befinden. Die dann erhaltenen Bilder erreichen eine Auflösung von rund 400 Metern pro Bildpunkt. Zwei Monate später wird die Bahn auf 1500 Kilometer abgesenkt, dann liegt die Auflösung bei rund 130 Metern pro Bildpunkt. Erst zum Jahresende hin soll Dawn in den endgültigen nahen Orbit um Ceres eintreten. Es trennen sie dann nur noch 375 Kilometer von der Oberfläche des Zwergplaneten. Ihre Bilder erreichen nun eine Auflösung von 35 Metern pro Bildpunkt. Damit soll peu à peu die gesamte Ceres-Oberfläche

erfasst werden. Auf dieser Bahn soll Dawn nach den bisherigen Planungen auch nach Ende der Mission, das für Juli 2016 erwartet wird, verbleiben. Falls die Sonde dann noch in gutem Zustand ist, könnte die Mission aber verlängert werden.

Ceres ist dieses Jahr nicht der einzige Zwergplanet, der Besuch von der Erde erhält: Am 14. Juli 2015 passiert die US-Raumsonde New Horizons den Zwergplaneten Pluto in einem Abstand von rund 10000 Kilometern in einem raschen Vorbeiflug. Dabei soll sie Bilder und Messdaten von Pluto und seinen fünf bekannten

**Aus Bildern, die Dawn am 19. Februar 2015 aus einer Entfernung von 46 000 Kilometern aufnahm, wurde eine erste Karte der gesamten Ceres-Oberfläche generiert. Die Auflösung beträgt 4,3 Kilometer pro Bildpunkt.**

Monden aufnehmen und nach und nach zur Erde funken. Es wird spannend werden, die Aufnahmen von Ceres mit denjenigen von Pluto und seinem großen Mond Charon zu vergleichen. Letzterer ist mit einem Durchmesser von 1200 Kilometern etwas größer als Ceres, besteht aber noch zu einem wesentlich größeren Teil aus Wassereis. Dank der beiden Raumsonden sollte sich unser Wissensstand über die Objektklasse der Zwergplaneten am Ende des Jahres 2015 beträchtlich erweitert haben.



DLR, mod. nach NASA / JPL / SuW-Gräfik



**TILMANN ALTHAUS** ist seit 2002 Redakteur bei »Sterne und Weltraum« und betreut vor allem Themen zur Planetenforschung und Raumfahrt.

### Weitere Informationen

Dieser Artikel und Weblinks im Internet:  
[www.sterne-und-weltraum.de/artikel/1338325](http://www.sterne-und-weltraum.de/artikel/1338325)

Die rotierende Ceres:  
<http://goo.gl/ytVnjO>



**W I S** Didaktische Materialien:  
[www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1285839](http://www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1285839)

**Rund 4,9 Milliarden Kilometer hat die Raumsonde Dawn durch das Sonnensystem zurückgelegt, um schließlich im März 2015 in eine Umlaufbahn um den Zwergplaneten Ceres einzutreten.**



## Montierungen



### ■ iOptron iEQ30 Pro Montierung mit Stativ

TRANSPORTABLE GoTo-MONTIERUNG FÜR MOBILE ASTROFOTOGRAFEN - AUCH FÜR EINSTEIGER IDEAL GEEIGNET!

Mit der iEQ30 Pro bringt iOptron eine überarbeitete Version seiner leichten, astrofotografietauglichen Montierung aus der iEQ-Serie heraus. Die Montierung ist mit der neuesten Version der GoToNOVA® Technologie inklusive GPS, sowie einem justierten und beleuchteten Polsucher ausgestattet.

#### Weitere Vorteile auf einen Blick

- sehr leise bei der Nachführung und beim Anfahren der Objekte dank Schrittmotor
- PermaNtes PEC (Die Software überwacht ständig den Schneckenfehler)
- ST-4-Autoguideranschluss
- AccuAlign-Technik: schnelles und genaues Einnorden
- RS232-RJ9-Kabel und -Anschluss für Steuerung über PC mit ASCOM-Protokoll
- kompakt und tragbar, aber dennoch sehr steif

🔍 Artikel-Nr.: 26775

Preis: 1499.€



### ■ iOptron iEQ45 Pro Montierung mit Stativ

DIE NEUE PARALLAKTISCHE MONTIERUNG iEQ45 PRO MIT GoTo IST EINE SPITZENMONTIERUNG FÜR DIE MOBILE ASTROFOTOGRAFIE!

In der iEQ45 ist die neueste GoTo-Technologie von iOptron eingebaut, dazu gehört auch ein 32-Bit-GPS. Die GoToNOVA®-Handsteuerbox verfügt über ein großes Display, auf den in mehreren Zeilen alle relevanten Informationen auf einem Blick erkennbar sind (in englischer Sprache). Fest integriert ist ein kalibrierter und beleuchteter Polsucher.

Die Montierung trägt sicher bis zu 20 kg, wiegt selbst aber insgesamt nur 11 kg, was ein ausgezeichnetes Verhältnis von Tragfähigkeit zu Eigengewicht ist und die Montierung daher für den mobilen Einsatz interessant macht. Dabei können Teleskope sowohl mit Vixen-, als auch Losmandy-Schiene montiert werden.

🔍 Artikel-Nr.: 26776

Preis: 1699.€

## Teleskope

### ■ Omegon pro ED APOs

SIE WOLLEN MEHR KONTRAST, MEHR SCHÄRFE? STERNHAUFEN UND PLANETEN MIT MEHR BRILLANZ ERLEBEN?

Der Omegon Triplet Apochromat bietet Ihnen eine hervorragende ED-Optik mit drei Linsen und eine präzise Crayford-Mechanik. Dieses Teleskop ist eine Perle für jeden Amateurstrom, der Wert auf eine gute Abbildung legt. Dabei zahlen Sie für diesen Premium Dreilinsler in der Regel nicht mehr als für einen normalen Doublet ED-Refraktor.

Der Omegon Triplet Apochromat überzeugt durch seine ausgesprochen gute Verarbeitung. Passgenaue Linsenfassungen sowie hochwertigen Premium ED-Glas tragen zu der außerordentlichen Güte dieses Teleskops bei.

Erst eine exakte Schärfe führt zur erfolgreichen Beobachtung! Aus diesem Grund lässt sich der Crayfordauszug extrem weich bewegen. Mit der 1:10 Untersetzung finden Sie selbst bei hohen Vergrößerungen ganz einfach den richtigen Schärfepunkt.

#### Weitere Vorteile auf einen Blick

- Rohrschellen mit Handgriff
- Montageschiene für Montierungen mit GP-Aufnahme
- Abnehmbare Taukappe
- Besonderer Vorteil: Aluminiumverstärkter Transportkoffer



Kollimationsprotokoll inklusive. Interferometrisches Messprotokoll auf Wunsch gegen Aufpreis.

	Artikel-Nr.	Preis
102/714 ED	14652	949.€
127/952 ED	12799	1449.€

## Persönliche Beratung

📧 Service@Astroshop.de

☎ +49 8191 94049-1

📞 +49 8191 94049-9

Astroshop.de

c/o nimax GmbH  
Otto-Lilienthal-Str. 9  
86899 Landsberg am Lech

Direkt an der A96 und B17,  
ca. 30min von Augsburg  
und München.

*Damit wir uns genug Zeit für Sie nehmen können, rufen Sie bitte immer vor Ihrem Besuch bei uns an und vereinbaren einen Termin.*  
»Vielen Dank«

Wir sind Mo-Fr von 9-17 Uhr und jeden 1. Sa im Monat von 10-16 Uhr für Sie da!