

Kontrastreiche Doppelsterne im Amateurteleskop

Zu den großen Herausforderungen für visuell beobachtende Amateurastronomen zählen Doppelsterne mit großen Helligkeitsunterschieden: Wie gut lässt sich ein schwacher Begleiter in der Nähe eines viel helleren Sterns im Teleskop erkennen? Ein erfahrener Beobachter gibt praktische Tipps und Hinweise auf lohnende Ziele am Himmel.

WIS wissenschaft
in die schulen!

Von Joerg S. Schlimmer

Doppelsterne wurden im ausgehenden 18. Jahrhundert erstmals von dem Mannheimer Astronomen Christian Mayer als zusammengehörige Systeme erkannt und systematisch aufgesucht. Infolge eines Streits mit seinem Wiener Kollegen Maximilian Hell über die Natur dieser Objekte veröffentlichte Mayer den ersten Doppelsternkatalog der Astronomie. Auf Grund dieser Publikation griff Friedrich

Wilhelm Herschel (siehe SuW 1/2023, S. 26) ebenfalls das Thema auf. Allerdings ging Herschel anfangs nicht von einer physischen Zusammengehörigkeit aus. Im Lauf von 25 Jahren konnte er jedoch Positionsveränderungen nachweisen, die sich durch eine Umlaufbewegung erklären ließen. Seine Forschungen und ein von ihm erstellter Katalog mit 848 Doppelsternen rückten dieses Gebiet verstärkt in den Fokus der Astronomie.

Heute spielt die Beobachtung von Doppelsternen in Deutschland zu Unrecht eine Nebenrolle, während sie in Frankreich, Spanien und den USA weit aus populärer ist: Gerade die Beobachtung der Doppelsterne erfordert keinen perfekt dunklen Himmel mit mondfreien Nächten, was für die Beobachtung von Deep-Sky-Objekten wie galaktischen Nebeln und Galaxien eine unerlässliche Voraussetzung ist.



Griff in die Trickkiste

Der 0,3 mag helle Stern Rigel im Orion hat einen lichtschwachen Begleiter. Sein Abstand zum Hauptstern beträgt zwar immerhin neun Bogensekunden, aber seine Helligkeit liegt bei nur 6,8 mag. Das Bild links nahm Joerg Schlimmer an einem Refraktor mit 127 Millimeter Öffnung auf. Es zeigt den Begleiter nicht sehr deutlich. Mit Hilfe einer aus schwarzem Karton gefertigten hexagonalen Blende (Mitte), die vor dem Objektiv des Teleskops befestigt wurde, entstand das Bild rechts. Es lässt den Begleitstern einwandfrei erkennen.

Startbereites Teleskop

Die im vorliegenden Beitrag beschriebenen Beobachtungen führte Joerg Schlimmer mit diesem Refraktor vom Typ Explore Scientific ED 127 CF V2 durch. Das Objektiv des Teleskops hat einen Durchmesser von 127 Millimetern ($f/7,5$), was fünf Zoll entspricht. Es besteht aus drei Linsen, die eine hohe Farbreinheit des Bildes gewährleisten. Der Tubus ist aus Kohlenstofffaser gefertigt.



Joerg S. Schlimmer

Ebenso wie der Versuch, enge Doppelsterne getrennt zu sehen, kann die Beobachtung von Doppelsternen mit großen Helligkeitsunterschieden zwischen beiden Komponenten sehr reizvoll sein. Wie dicht dürfen zwei Sterne am Himmel beieinanderstehen, um noch getrennt sichtbar zu sein? Ein in der Astronomie häufig genutztes Kriterium für das Auflösungsvermögen einer Optik ist das Rayleigh-Kriterium (siehe SuW 4/2011, S. 78). Dem zufolge hat ein Teleskop mit dem Objektivdurchmesser D ein Auflösungsvermögen von $r ["] = 0,0252 \times \lambda [\text{nm}] / D [\text{cm}]$, wobei r der Winkelabstand der beiden Sterne in Bogensekunden ($''$), λ die Wellenlänge des Lichts in Nanometern (nm) und D die Öffnung des Teleskops in Zentimetern (cm) ist. Somit ließe ein Fernrohr mit einer Öffnung von zehn Zentimetern im gelblich grünen Spektralbereich ($\lambda = 550 \text{ nm}$) zwei Sterne mit einem Winkelabstand von rund 1,4 Bogensekunden gerade noch getrennt erkennen. Allerdings gilt das Rayleigh-Kriterium nur für zwei gleich helle Sterne. Da kontrast-

reiche Doppelsterne aber unterschiedlich helle Komponenten aufweisen, ist das Kriterium in diesen Fällen nicht anwendbar. Deshalb versuchte ich, durch eigene Beobachtungen einen empirischen Zusammenhang zu finden.

Aufnahmen mit einer Videokamera vom Typ QHY5L II CMOS Color an einem Newton-Teleskop mit 30 Zentimeter Spiegeldurchmesser zeigten, dass sich Doppelsterne noch auflösen lassen, solange der Winkelabstand ihrer Komponenten mindestens so groß ist wie ihr Helligkeitsunterschied in Magnituden. Beispielsweise konnte ich ein Paar mit einem Helligkeitsunterschied von 3 mag noch getrennt erkennen, wenn der Winkelabstand mindestens drei Bogensekunden betrug. Diese Erfahrung bezieht sich jedoch ausschließlich auf das von mir eingesetzte Teleskop und ist daher nicht allgemeingültig.

Wie verhält es sich bei einem viel kleineren Fernrohr? Um diese Frage zu beantworten, beobachtete ich die Doppelsterne mit einem Refraktor der Firma Scientific

Explorer (siehe »Startbereites Teleskop«). Das Objektiv mit rund 13 Zentimeter Durchmesser besteht aus einer Kombination von drei Linsen, deren Gläser aus ED-Glas (ED: extra-low dispersion) ein nahezu farbreines Bild erzeugen. Die Brennweite des Refraktors beträgt 952 Millimeter, das Öffnungsverhältnis 1:7,5.

Dieses Fernrohr setze ich hauptsächlich zur Beobachtung des Mondes, der Planeten und von Doppelsternen ein. Große Sternfelder von zwei Grad Durchmesser lassen sich mit einem 2-Zoll-Ultraweitwinkelokular mit 24 Millimeter Brennweite in voller Schönheit bewundern. Für mittlere und höhere Vergrößerungen kommen Okulare mit kürzeren Brennweiten von 8,8, 7,0 und 4,7 Millimetern zum Einsatz. Im Vergleich zum genannten Newton-Teleskop wirken hier die Abbildungen schärfer und weitaus ästhetischer, woraus sich jedoch keine Überlegenheit bezüglich der Leistungsfähigkeit ableiten lässt. Einen ausführlichen Praxisbericht über den Explore-Scientific-Refraktor finden Sie auf meiner Webseite epsilon-lyrae.de.

Die aktuelle Position eines Sternbegleiters wird durch zwei Angaben bestimmt: durch seinen Winkelabstand zum Hauptstern in Bogensekunden und durch seinen Positionswinkel. Letzterer gibt an, in welcher Richtung sich der Begleiter in Bezug auf die Hauptkomponente des Systems befindet. Man zählt diesen Winkel bei der Nordrichtung beginnend über Ost, Süd und West, von 0 bis 360 Grad. Zur Messung der Doppelsterne werden typischerweise 100 bis 200 Einzelbilder eines Systems mit einer Videokamera aufgezeichnet. Anschließend werden Winkelabstand und Positionswinkel mit dem unter der Webseite astrojolo.com erhältlichen Programm REDUC ausgewertet. Diese frei verfügbare Software wurde von dem französischen Beobachter Florence Losse speziell für die Analyse von Doppelsternaufnahmen entwickelt.

Die Beobachtungsergebnisse werden einmal pro Jahr in einem Artikel zusammengefasst und an das »Journal of Double Star Observations« (JDSO) gesendet (www.jdso.org). Das JDSO bildet eine Schnittstelle zwischen Amateuren und Profis. Auf diese Weise gelangen die Daten später in den Washington Double Star Catalog (WDS). Er enthält alle Messungen, die bislang an Doppelsternen durchgeführt wurden – ab der ersten Sichtung der Komponenten von Mizar im Großen

Bären durch Galileo Galilei und Benedetto Castelli im Jahr 1617 sowie von Giovanni Battista Riccioli im Jahr 1650 (siehe SuW 6/2005, S. 64). Der WDS kann im Internet als Textdatei heruntergeladen werden (www.astro.gsu.edu/wds).

Der Katalog lässt erkennen, dass viele Doppelsterne seit ihrer Entdeckung nur wenige Male beobachtet wurden. Insbesondere unter den kontrastreichen Objekten finden sich zahlreiche Beispiele hierfür, und es ist daher immer wieder reizvoll, sie aufzusuchen. In eine Excel-Tabelle importiert, können die Katalogeinträge leicht nach allen beliebigen Kriterien sortiert und daraus eigene Beobachtungslisten erstellt werden. Alternativ hierzu lassen sich die gewünschten Kriterien direkt auf der Website »Stelle Doppie« (www.stelledoppie.it) eingeben, die wiederum auf den Datensatz des WDS zugreift. Betrachten wir nun, welche Faktoren den Beobachtungserfolg beeinflussen.

Natürliche Grenzen:

Luftunruhe und Sehvermögen

Unterschiedliche Faktoren erschweren direkte Vergleiche zwischen den Beobachtungen von Doppelsternen. Sie werden in Diskussionen meist zu wenig berücksichtigt. Aus diesem Grund möchte ich hier wichtige Einflüsse beschreiben, die den Beobachtungsstandort, aber auch den Be-

obachter selbst charakterisieren. Die in Magnituden angegebene Helligkeit der lichtschwächsten Sterne, die sich visuell noch beobachten lassen, wird als Grenzhelligkeit bezeichnet. Sie lässt sich anhand von zenitnahen Sternen mit bekannten Helligkeiten oder von Sternen in der Umgebung des Himmelspols gut abschätzen (siehe SuW 6/2021, S. 66). Doch bereits hier werden unterschiedliche Beobachter auf Grund ihres unterschiedlichen Sehvermögens zu abweichenden Ergebnissen gelangen: Konnte man früher nicht schwächere Sterne am gleichen Standort erkennen? Hat das eigene Sehvermögen abgenommen? Hat sich der Himmelshintergrund mit fortschreitender Urbanisierung aufgehellt? Oder führen beide Effekte langfristig zu einer Verschlechterung, die eine genaue Differenzierung unmöglich macht?

Es ist bekannt, dass der Pupillendurchmesser des menschlichen Auges mit dem Alter abnimmt, was sich auf die subjektive Beurteilung der Grenzhelligkeit des Himmels auswirkt. Der berühmte Mathematiker und Astronom Friedrich Wilhelm Bessel testete sein Sehvermögen anhand des Sterns Epsilon Lyrae (siehe SuW 5/2020, S. 68). Als junger Mann konnte er noch die Sterne 4 und 5 Epsilon Lyrae im Sternbild Leier (lateinisch: Lyra) getrennt erkennen. Später nahm er sie nur noch als ein einzel-



Joerg S. Schlimmer

Beteigeuze im Blick

Mit der selbst gefertigten hexagonalen Blende vor dem Objektiv des Refraktors wurde dieses Bild des hellen Sterns Beteigeuze im Orion aufgenommen. Das Bild zeigt keine Beugungsringe, sondern lässt sechs Spikes erkennen.

nes längliches Objekt wahr, wobei ich annehme, dass die Beobachtungsbedingungen zur Zeit Bessels in Minden, Lilienthal und Königsberg untereinander vergleichbar waren.

Hinzu kommt der störende Einfluss der Luftunruhe (englisch: seeing), die zu unscharfen, kontrastarmen Bildern führen kann. In diesem Fall ist das ideale Beugungsbild eines Teleskops mitunter nicht



Joerg S. Schlimmer



Joerg S. Schlimmer



Joerg S. Schlimmer

Die Wirkung der hexagonalen Blende

Im Bild links ist das vergrößerte Beugungsbild des Sterns HJ 3279 zweifach dargestellt: in der linken Bildhälfte ohne Objektivblende, in der rechten Hälfte mit hexagonaler Blende. Ohne die Blende erscheint das Beugungsscheibchen rund; bei Verwendung der Blende erscheint es eckig, mit radialen Spikes. Die hierfür verwendeten Aufnahmen entstanden unmittelbar nacheinander mit denselben Kamera- und Teleskopeinstellungen. Zudem wurde in Photoshop jeweils die Beleuchtung angepasst, indem die Tiefen um 25 Prozent aufgehellt wurden. Dadurch wird in der linken Bildhälfte ein schwacher Sternbegleiter sichtbar. Zudem werden aber die sonst kaum sichtbaren Farbränder hervorgehoben. In der Mitte ist die vollständige Aufnahme des Dreifachsternsystems zu sehen. Sie entstand ohne die hexagonale Blende. Zum Vergleich zeigt das Bild rechts den Anblick mit hexagonaler Blende.

Moderne Seeing-Skala

Sternlicht muss auf seinem Weg zum Beobachter einen weiten Weg durch die turbulente Erdatmosphäre zurücklegen, was zu Einbußen in der Bildqualität führt. Bei absolut ruhiger Luft würde ein Stern im Teleskop als kleines Scheibchen erscheinen (englisch: Airy disk), das von schwachen konzentrischen Lichtringen umgeben ist. Dies ist die ideale Beugungsfigur eines Teleskops mit kreisförmiger Eintrittsöffnung ohne Hindernisse im optischen Strahlengang. Die Luftunruhe (englisch: seeing) führt jedoch zu deutlichen Abweichungen. Zur Beurteilung dieses Einflusses nutzen Beobachter eine Seeing-Skala. Die heute gebräuchliche Skala des US-amerikanischen Astronomen William H. Pickering enthält zehn verschiedene Stufen und eignet sich sehr gut zur Beurteilung der Beobachtungsbedingungen vor Ort:

1. Unbrauchbar: Der mit hoher Vergrößerung am Teleskop beobachtete Stern erscheint doppelt so groß wie der Durchmesser des dritten Beugungsringes, mit einem Winkeldurchmesser von 13 Bogensekunden.
2. Sehr schlecht: Der Stern erscheint zeitweise größer als der Durchmesser des dritten Beugungsringes.
3. Schlecht bis sehr schlecht: Die Sternabbildung ist etwa so groß wie der Durchmesser des dritten Beugungsringes (Winkeldurchmesser: 6,7 Bogensekunden) und ist in der Mitte heller.
4. Schlecht: Das zentrale Scheibchen der Beugungsfigur (Airy disk) ist oft sichtbar. Teile der Beugungsringe lassen sich zeitweise als Bögen erkennen.
5. Günstig: Das zentrale Sternscheibchen ist ständig, die Bögen der Beugungsringe sind oft sichtbar.
6. Günstig bis gut: Das zentrale Sternscheibchen ist permanent sichtbar, auch kurze Bögen der Beugungsringe sind ständig sichtbar.
7. Gut: Das zentrale Sternscheibchen ist zeitweise scharf begrenzt. Die Beugungsringe erscheinen als lange Bögen oder vollständige Kreise.
8. Gut bis hervorragend: Das zentrale Sternscheibchen ist permanent scharf begrenzt. Die Beugungsringe erscheinen als vollständige Kreise oder lange Bögen, sie sind jedoch in Bewegung.
9. Hervorragend: Der innere Beugungsring ist ruhig. Die äußeren Ringe sind gelegentlich in Ruhe.
10. Hervorragend bis perfekt: Das gesamte Beugungsbild mit Airy disk und umgebenden Beugungsringen ist vollständig sichtbar und bleibt unverändert.

Am Beobachtungsstandort des Autors in der Rheinebene entspricht das Seeing gewöhnlich dem Skalenwert 6; in den angrenzenden Mittelgebirgen sind die Verhältnisse deutlich besser.

mehr sichtbar. Die Beurteilung des Seesings erfolgt anhand einer zehnteiligen Skala (siehe »Moderne Seeing-Skala«). Hierbei sollte eine möglichst hohe Vergrößerung gewählt werden, so dass sich die Beugungserscheinungen gut betrachten lassen. Im Fall eines 13-Zentimeter-Refraktors eignet sich eine 200-fache Vergrößerung. Für die Beobachtungsplanung kann die Seeing-Vorhersage der Wetterseite von Meteoblue zu Rate gezogen werden (www.meteoblue.com). Je nach Prognose lässt sich das eigene Beobachtungsprogramm damit kurzfristig anpassen. Diese Überlegungen verdeutlichen, dass Vergleiche von Beobachtungen eines Objekts nur dann aussagekräftig sind, wenn die

beschriebenen Einflüsse berücksichtigt und dokumentiert werden.

Unerwünschte Farben

Die Beobachtung astronomischer Objekte wird nicht nur durch das Seeing beeinträchtigt. Hinzu kommt eine Farbabweichung – die so genannte Dispersion –, die als Folge der Lichtbrechung innerhalb der Atmosphäre auftritt: Blaues Licht wird stärker gebrochen als rotes. Dementsprechend zeigten sich bei Sternen ein blau gesäumter und ein rot gesäumter Farbrand. Der Effekt ist umso stärker, je länger der Weg des Lichts durch die Atmosphäre ist. Er tritt somit insbesondere bei Sternen in Horizontnähe auf.

Zur Beseitigung der atmosphärischen Dispersion werden auch so genannte Atmospheric Dispersion Correctors, kurz mit ADCs bezeichnet, im Handel angeboten (siehe SuW 6/2014, S. 66). Diese bestehen aus zwei Prismen, die gegeneinander drehbar sind und entsprechend der Sternhöhe eingestellt werden.




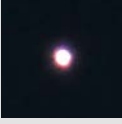

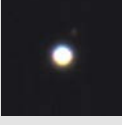

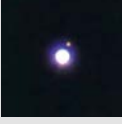
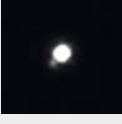
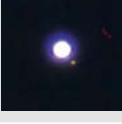
Die atmosphärische Dispersion darf nicht mit der Farbabweichung verwechselt werden, die bei einfachen achromatischen Refraktoren auftreten kann. Bei diesem optischen Restfehler spricht man von chromatischer Aberration. Zur Beseitigung dieses Fehlers werden im Handel spezielle Filter angeboten. Sie unterdrücken das Licht im blauen wie auch im roten Spektralbereich und reduzieren dadurch den wahrgenommenen Farbreistfehler. Somit konnte ich diese Filter auch sehr gut zur Reduzierung der atmosphärischen Dispersion bei tiefstehenden Sternen einsetzen, beispielsweise bei der Beobachtung des hellen Sterns Rigel mit dem Farbkorrekturfilter Fringe-Killer von Baader Planetarium.

Aperturblende verbessert Sichtbarkeit

Gerade bei engeren, kontrastreichen Doppelsternen kommt es häufig vor, dass die viel lichtschwächere Komponente im Bereich der hellen Beugungsringe liegt und deshalb nicht deutlich zu sehen ist. Eine Änderung des Beugungsmusters kann daher helfen, den Begleiter deutlicher hervorzuheben. Dies lässt sich mit Hilfe einer hexagonalen Blende realisieren, die vor dem Objektiv eines Refraktors angebracht wird (siehe »Griff in die Trickkiste«, S. 63).

Für Refraktoren mit 10 bis 15 Zentimeter Objektivdurchmesser lässt sich die Blende aus schwarzem Karton recht einfach herstellen und bequem verwenden: Der Kreisumfang des Objektivs wird mit Hilfe eines Zirkels in sechs gleiche Segmente unterteilt, wobei die Länge jeder Sekante gleich dem Kreisradius ist. Die Sekanten bilden dann ein regelmäßiges Sechseck. Fällt das Licht auf ein Teleskopobjektiv mit hexagonaler Öffnung, folgt das zentrale Beugungsscheibchen der Form des Hexagons. Die Hexagon-Blende verteilt einen Teil des einfallenden Lichts in sechs Spikes (siehe »Beteigeuze im Blick«).

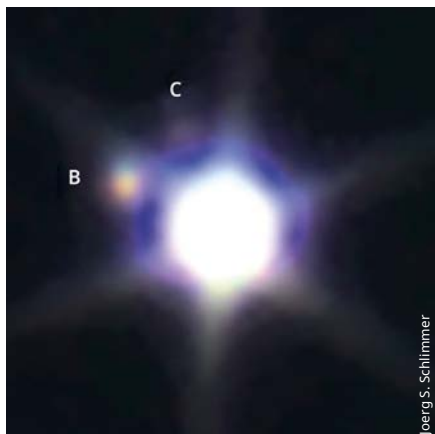
Der Vorteil der Blende besteht nun darin, dass der Kreisbogen des zentralen Beugungsscheibchens durch die Sekanten ersetzt wird, wodurch zwei gegenüberliegende Sekanten einen Abstand vom 0,866-Fachen des Kreisdurchmessers

Name	Position am Himmel		Helligkeiten der Komponenten in mag	Positions- winkel	Winkel- abstand	Bemerkungen
	α	δ				
STT70  Joerg S. Schlimmer	04 ^h 01 ^m 46 ^s	+09° 59' 53"	5,81/11,21	229°	11,6"	Erstmals im Jahr 1848 beobachtet; bislang elf Messungen im WDS; fotografisch sehr einfach
STF752AB =44 Orionis  Joerg S. Schlimmer	05 35 26	-05 54 36	2,77/7,73	146°	12,5"	Erstmals im Jahr 1779 beobachtet; visuell einfach und ein schöner Anblick; zum Trennen des Paares A/B keine Hilfsmittel erforderlich, auch nicht bei niedrigen Vergrößerungen
J251  Joerg S. Schlimmer	05 46 52	+09 31 20	5,79/11,9	299°	15,9"	Von Robert Jonckheere erstmals beobachtet; im WDS bislang nur zehn Beobachtungen
H590= Ny Aur  Joerg S. Schlimmer	05 51 29	+39 08 55	3,97/11,40	206°	55,9"	Von Friedrich Wilhelm Herschel bereits im Jahr 1782 entdeckt, dennoch bislang nur elf Messungen im WDS
BU95  Joerg S. Schlimmer	05 51 57	-07 18 36	7,88/11,90	297°	14,0"	Im Jahr 1873 von Sherburne Wesley Burnham entdeckt, jedoch bislang nur 15 Beobachtungen im WDS; fotografisch sehr einfach
Kui22  Joerg S. Schlimmer	05 58 50	+00 33 11	5,22/11,8	34°	19,1"	Erstmals 1958 von Gerard Peter Kuiper beobachtet; im WDS bislang nur fünf Messungen; Aufnahme des Bildes auf Grund der geringen Deklination mit Hilfe eines Fringe-Killer-Filter
STF950AB, STF950AE, 15 Monocerotis  Joerg S. Schlimmer	06 40 59	+09 53 45	4,66/7,79 4,66/8,86	214° 139°	3,0" 73,5"	Doppelstern innerhalb des Weihnachtsbaum-Sternhaufens NGC 2264 im Sternbild Einhorn (lateinisch: Monoceros); das Paar AB ist visuell leicht zu trennen, aber schwierig mit Videokamera aufzunehmen
STF1061AB Lambda Gem  Joerg S. Schlimmer	07 18 06	+16 32 25	3,58/10,70	34°	9,9"	Im Jahr 1829 von Friedrich Georg Wilhelm von Struve entdeckt; bislang 24 Beobachtungen im WDS; fotografisch sehr einfach
STF1273AB,C Epsilon Hydrae  Joerg S. Schlimmer	08 46 47	+06 25 08	3,49/6,66	312°	2,7"	Wegen des geringen Abstands und des Kontrastunterschieds schwierig; derzeit geht man von einer Umlaufzeit von 372 Jahren aus
AGC3, Rho Hydrae  Joerg S. Schlimmer	08 48 26	+05 50 16	4,36/11,90	146°	12,1"	Erstmals im Jahr 1878 von Alvan Clark beobachtet; bislang lediglich acht Messungen im WDS; fotografisch sehr einfach

Kontrastreiche Doppel- und Mehrfachsterne

Für erste eigene Versuche empfehle ich die in der Tabelle aufgeführten Objekte, die von mir beobachtet und fotografiert wurden. Sie eignen sich besonders für Refraktoren von 10 bis 15 Zentimeter Objektivdurchmesser. Bei visuellen Beobachtungen mit solchen Teleskopen kommt in der Regel ein Zenitprisma zum Einsatz. Das am Okular betrachtete Bild ist dann aufrecht (Norden oben), jedoch seitenverkehrt (Osten rechts, Westen links). Dementsprechend wurden alle in der Tabelle wiedergegebenen Aufnahmen horizontal gespiegelt.

Die angegebenen Daten entstammen dem Washington Double Star Catalog (WDS), der vom United States Naval Observatory publiziert wird und das international gebräuchliche Referenzwerk für Informationen über Doppel- und Mehrfachsterne darstellt (www.astro.gsu.edu/wds). Die in der Tabelle verwendeten Objektnamen finden sich im WDS in gleicher Weise wieder: AGC verweist auf den Doppelsternkatalog von Alvan Clark, J auf den Katalog von Robert Jonckheere und BU auf den Katalog von Sherburne Wesley Burnham. Die Abkürzungen H und KUI bezeichnen die Kataloge von Friedrich Wilhelm Herschel beziehungsweise Gerard P. Kuiper; STF und STT beziehen sich auf die Doppelsternkataloge von Friedrich Georg Wilhelm von Struve beziehungsweise seines Sohnes Otto Wilhelm von Struve. Eine Auflistung von Katalogen astronomischer Objekte finden Sie unter en.wikipedia.org/wiki/List_of_astronomical_catalogues.



Mit Hexagon-Blende betrachtet

Zwei weitere Beispiele für den sinnvollen Einsatz der hexagonalen Blende an einem 13-Zentimeter-Refraktor bieten die Sternsysteme STT 107 im Sternbild Stier (links) und STT 545 im Fuhrmann (rechts).

haben. Durch den kleineren Abstand der gegenüberliegenden Seiten der Aperturblende müsste sich das zentrale Beugungsscheibchen eigentlich vergrößern, doch genau das Gegenteil ist der Fall: Im Bereich zwischen den Spikes reduziert sich das zentrale Beugungsscheibchen auf 86,6 Prozent des Durchmessers, den es ohne die Blende hätte, während sein Durchmesser im Bereich zweier gegenüberliegender Ecken gleich demjenigen des ursprünglichen Beugungsscheibchens ist (siehe »Die Wirkung der hexagonalen Blende«, S. 65). Dafür wird ein Teil des Lichts neben dem zentralen Beugungsscheibchen auf sechs Spikes verteilt.

Den großen Vorteil einer hexagonalen Blende verdeutlichen auch meine Aufnahmen des Dreifachsterns STT 107 im Sternbild Stier sowie von STT 545 im Sternbild Fuhrmann (siehe »Mit Hexagon-Blende betrachtet«). Das Kürzel »STT« bezieht sich auf einen Sternkatalog des Astronomen Otto Wilhelm von Struve (1819–1905). Unter diesen Bezeichnungen finden sich die Objekte auch im WDS wieder. Den helleren Begleiter von STT 107, die Komponente B, entdeckte von Struve im Jahr 1843; die Entdeckung der schwächeren Komponente C gelang erst 1899. Während im Fall von STT 107 die Hauptkomponente A mit einer scheinbaren Helligkeit von 5,39 mag

erstrahlt, liegt die scheinbare Helligkeit des Begleiters B bei nur 11,1 mag und diejenige des Begleiters C bei 11,8 mag. Der Kontrastunterschied zwischen A und C beträgt somit 6,4 mag! Ihre Winkelabstände vom Hauptstern betragen 10,1 beziehungsweise 9,9 Bogensekunden. Für das Paar A/B verzeichnet der WDS insgesamt 17 Beobachtungen; für das Paar A/C liegen bislang nur sieben Beobachtungen vor.

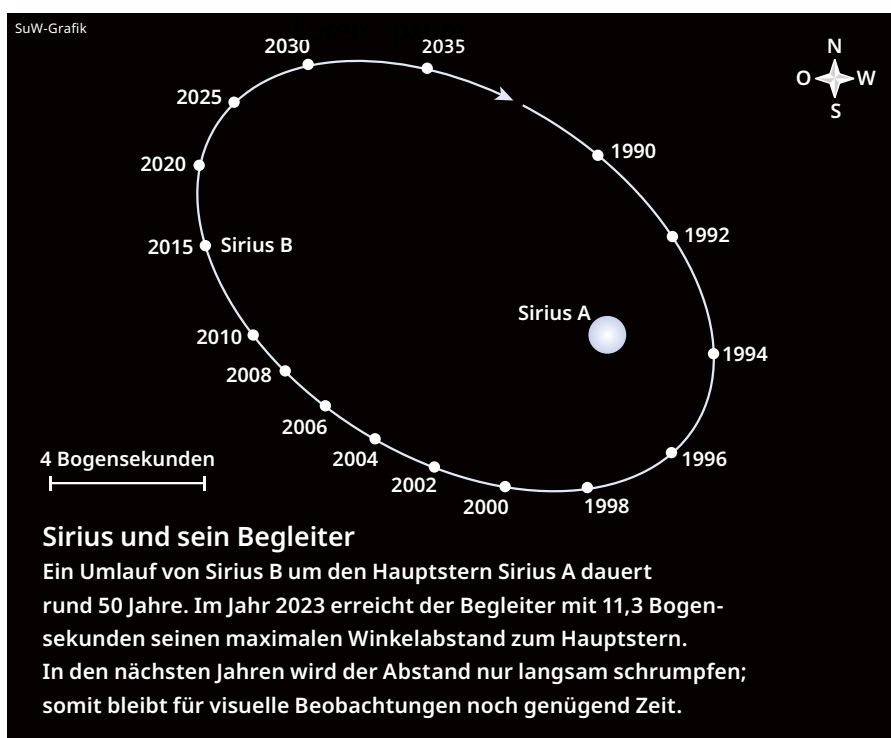
STT 545, der auch die Bezeichnung Theta Aurigae trägt, ist ein physischer Doppelstern mit Helligkeiten von 2,6 beziehungsweise 7,2 mag und einem Abstand von derzeit 4,1 Bogensekunden. Obwohl hier die Helligkeitsdifferenz von 4,6 mag größer als der in Bogensekunden angegebene Winkelabstand ist, lässt sich der Begleiter visuell einfach beobachten. Seine Umlaufperiode beträgt etwa 472 Jahre. Für eigene Versuche habe ich eine Reihe weiterer empfehlenswerter Objekte zusammengestellt (siehe »Kontrastreiche Doppel- und Mehrfachsterne«).

Ein Nachteil der hexagonalen Blende liegt darin, dass im Vergleich zu einer Kreisblende rund 17 Prozent der Lichtmenge verloren gehen. Dies entspricht der Summe der sechs Flächen zwischen Kreisbogen und den Sekanten, die durch die Blende beschnitten werden.

Schwieriges Objekt: Sirius B

Das Sirius-System ist für kleine Teleskope kein einfaches Objekt: Während der Hauptstern Sirius A mit einer Helligkeit von –1,46 mag als hellster Stern an unserem Himmel erstrahlt, ist sein Begleiter nur 8,44 mag hell. Der Unterschied von 9,9 mag entspricht einem Helligkeitsverhältnis von rund 1:9000. Derzeit liegt der Winkelabstand beider Komponenten bei komfortablen 11,3 Bogensekunden (siehe »Sirius und sein Begleiter«). Somit ist die in Magnituden angegebene Helligkeitsdifferenz kleiner als der in Bogensekunden gemessene Abstand. Gemäß der empirischen Regel sollte der Begleiter daher visuell sichtbar sein.

Bereits vor einigen Jahren konnte ich Sirius B an meinem Newton-Teleskop mit 30 Zentimeter Öffnung bei gutem Seeing mit einer Kamera aufzeichnen. Doch bei der visuellen und fotografischen Beobachtung mit meinem 13-Zentimeter-Refraktor wollte sich der Erfolg nicht einstellen. Nach den ersten Fehlversuchen überlegte ich, ob Sirius B vielleicht von einem der Beugungsringe überstrahlt werden könnte. Zur Klärung dieser Frage ist



die Berechnung der theoretischen Intensitätsverteilung im Beugungsbild meines Refraktors erforderlich, da die Lage von Sirius B anschließend in das Diagramm eingetragen werden kann (siehe » Sirius B und die Beugungsringe«).

Sirius B befindet sich demnach zwischen dem elften und zwölften Beugungsring und sollte durch diese Lichtanteile nicht überstahlt werden. Die gleiche Rechnung habe ich auch für einen Refraktor mit zehn Zentimeter Objektivdurchmesser durchgeführt: Hier liegt Sirius B im neunten Beugungsring, wobei die Intensitäten zwischen dem Beugungsring und dem Sternbegleiter annähernd gleich sind.

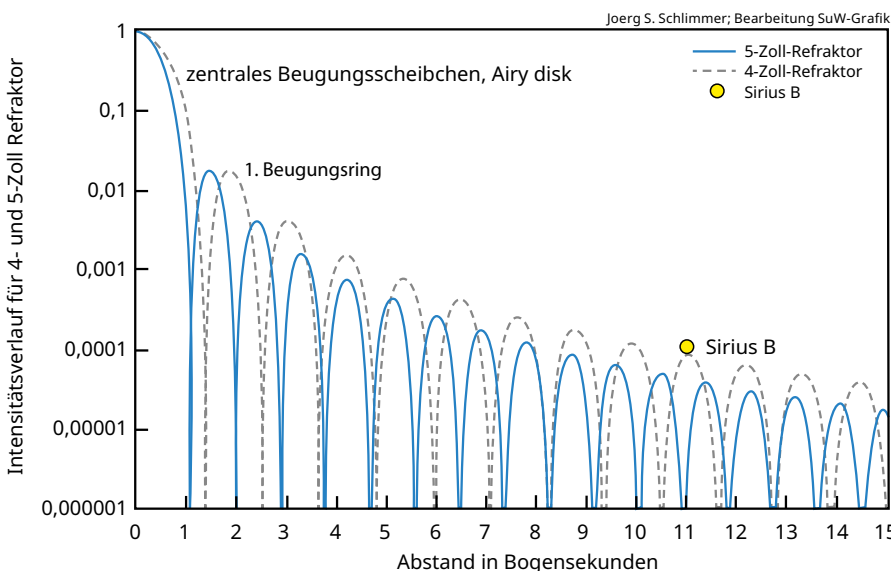
Nun folgten weitere visuelle und fotografische Versuche mit Hilfe der hexagonalen Blende sowie mit dem kontraststeigernden Fringe-Killer-Filter der Firma Baader Planetarium. Auch die Kombination beider Hilfen führte nicht zum gewünschten Ergebnis. In allen Fällen misslang mir die Sichtung des Begleiters. Für mich persönlich scheint hier die Grenze meines 13-Zentimeter-Refraktors erreicht oder überschritten zu sein. Die empirische Regel, dass der Begleiter aufzulösen ist, solange der Wert des Abstands größer als der Wert der Helligkeitsdifferenz ist,

lässt sich also für meinen 5-Zoll-Refraktor nicht bestätigen.

Angeichts solcher Schwierigkeiten ist es nicht verwunderlich, dass Sirius B erst im Jahr 1862 beobachtet wurde, obwohl er anhand von Bahnstörungen bereits 1844 durch Friedrich Wilhelm Bessel vorhergesagt worden war. Die Entdeckung gelang Alvan Clark an einem Refraktor mit 47 Zentimeter Objektivdurchmesser.

Ein wirksames Mittel

Meine Tests mit der hexagonalen Blende belegen, dass es mit einfachen Mitteln möglich ist, die Lichtverteilung der Beugungsfigur eines Teleskops so zu verändern, dass die in einer Sternabbildung auftretenden konzentrischen Beugungsringe in radial verlaufende Spikes umgewandelt werden. Kontrastreiche Doppelsterne, bei denen ein schwacher Begleiter unweit eines viel helleren Hauptsterns steht, lassen sich auf diese Weise besser beobachten. Im besonders schwierigen Fall von Sirius ist der Kontrast zwischen der Hauptkomponente und ihrem Begleiter jedoch so groß, dass dieser trotz der Eliminierung der Beugungsringe mit einem 13-Zentimeter-Refraktor nicht beobachtet werden konnte.



Sirius B und die Beugungsringe

Dargestellt ist der theoretische Intensitätsverlauf der Beugungsfigur für die Abbildung eines punktförmigen Objekts mit einem 4-Zoll- und einem 5-Zoll-Refraktor. Dies entspricht Objektivdurchmessern von rund 10 beziehungsweise 13 Zentimetern. Der entsprechende Intensitätsverlauf ist im logarithmischen Maßstab über dem Radius aufgetragen. Die ungefähre Lage von Sirius B im Jahr 2023 ist in das Diagramm eingezeichnet. Dem zufolge ergibt sich für das größere der beiden Teleskope eine bessere Sichtbarkeit des Begleiters, weil er sich im Minimum zwischen benachbarten Beugungsringen befindet.



Joerg S. Schlummer

arbeitet im IT-Bereich eines Finanzdienstleisters und beobachtet seit dem Jahr 2007 mehr als 2500 Doppelsterne. Seine

Ergebnisse werden regelmäßig im »Journal of Double Star Observations« (JDSO) veröffentlicht.

Literaturhinweise

Anton, R.: Doppelsterne mit »Lucky Imaging« messen. *Sterne und Weltraum* 4/2011, S. 78–84

Bath, K.-L.: Speckle-Interferometrie für Amateurastronomen. *Sterne und Weltraum* 11/2012, S. 88–97

Hempel, R.: Endlich scharf sehen am Horizont: Korrektur der atmosphärischen Dispersion. *Sterne und Weltraum* 6/2014, S. 66–74

Kerschbaum, F.: Ein visuelles Sterninterferometer im Eigenbau. Hochgenaue Doppelsternabstände mit einfachen Mitteln. *Sterne und Weltraum* 4/1999, S. 383–387

Schanne, L.: Doppelsternen auf der Spur. *Sterne und Weltraum* 7/2010, S. 68–75

Schlummer, J. S.: Der Messierkatalog der Doppelsterne. Die vergessene Liste von Christian Mayer. *Interstellarum* 57, 2008

Schröder, K.-P.: Doppelsterne am Frühlingshimmel. *Sterne und Weltraum* 4/2018, S. 58–62

Schröder, K.-P.: Doppelsterne: Parcours der Augenprüfer. *Sterne und Weltraum* 5/2020, S. 69–73

Schröder, K.-P.: In den Fängen des Löwen. *Sterne und Weltraum* 6/2022, S. 72–79

Dieser Artikel und Weblinks:

www.sterne-und-weltraum.de/artikel/2166570



Didaktische Materialien:

www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1051510