


Beugungsbegrenztes Vergnügen mit Doppelsternen

Wer einmal die physikalische Grenze des Auflösungsvermögens seines Teleskops mit eigenen Augen sehen möchte, der kann sich an engen Doppelsternen versuchen. Ich finde es faszinierend, die theoretisch berechnete Leistungsgrenze eines Instruments in der Beobachtung nachzuvollziehen. Hier sind ein paar Beobachtungsvorschläge für den winterlichen Abendhimmel und kleine bis mittlere Teleskope von ca. 80 bis 250 Millimeter Öffnung.


Zur Orientierung: Ruhige Luft, temperaturangepasste und justierte Qualitätsoptik vorausgesetzt, kann von einem guten Instrument etwa folgendes max. Auflösungsvermögen A_{\max} erwartet werden:

$$A_{\max} [\text{Bogensekunden}] \approx 105 / D \quad \text{mit } D = \text{Optikdurchmesser in mm}$$

Dazu muss man aber wissen, dass in diesem Sinne als „aufgelöst“ bereits Doppelsterne gelten, die sich als ein wenig länglich darstellen. Man kann also gerade eben erkennen, dass es sich nicht um einen Einzelstern handelt, etwa wie in dieser Darstellung: 

Möchte man Doppelsterne als deutliche „Achtform“ sehen, muss man die Faustformel etwas „gemächlicher“ ansetzen und erhält als Auflösungsvermögen für eine achtförmige Sterndarstellung:

$$A_8 [\text{Bogensekunden}] \approx 130 / D \quad \text{mit } D = \text{Optikdurchmesser in mm}$$

Im Okular sieht das dann etwa so aus: 

Den Begriff „getrennt“ verwende ich nur, wenn zwischen den zwei Komponenten ein Zwischenraum erkennbar ist, ansonsten bezeichne ich das Sternpaar als „aufgelöst“.

Bei solchen Beobachtungen darf nicht an der Vergrößerung gespart werden, auch deshalb ist ruhige Luft vonnöten. Zwar wird schon bei der sog. „Förderlichen Vergrößerung“ (entspricht einer Vergrößerung gleich dem Optikdurchmesser in Millimeter: $V = 1 \times D$) das volle physikalische Auflösungsvermögen der Optik nutzbar – mehr Vergrößerung bringt nur noch ein größeres Bild, aber keine Steigerung der Auflösung mehr. Aber dem Auge hilft eben auch eine größere Darstellung des Bildes im Okular, um feinste Details besser zu erkennen. In sehr ruhigen Nächten verwende ich Vergrößerungen bis zu ca. $3 \times D$, wobei im Bereich zwischen $2 \times D$ und $3 \times D$ manche Details mitunter erst erkennbar werden.

Die Luftunruhe sollte so sein, dass das Bild bei einer Vergrößerung von $2 \times D$ noch gut brauchbar ist. Fast immer ist es dazu erforderlich, dass die Objekthöhe über dem Horizont mehr als 40° beträgt. Prüfen kann man die Luftunruhe an einem Stern von ca. 1 bis 4 mag (je nach Größe der Optik), den man etwas unscharf stellt, so dass eine kleine Scheibe entsteht. Das aus hellen und dunklen Ringen bestehende Beugungsmuster der Scheibe sollte dann die meiste Zeit deutlich erkennbar sein, nicht durch Luftunruhe verschmiert. Auf der fünfstufigen Antoniadi-Skala für Luftunruhe entspricht das etwa der zweiten Stufe (leichte Wallungen, dazwischen ruhige Phasen von einigen Sekunden Dauer). Ab der dritten Stufe (mittelmäßige Luftunruhe mit auffälligem Bildzittern) ist eine Beobachtung sehr enger Doppelsterne nicht mehr sinnvoll.

Nun aber zu den Objekten, die ich jeweils mit eigenen Beobachtungsnotizen und folgenden Angaben aufführe:

Objektbezeichnung / Rektaszension / Deklination / Helligkeit A-Komponente / Helligkeit B-Komponente / aktuelle Distanz der Komponenten / aktueller Positionswinkel der B-Komponente / Bestimmtheitsgrad der Bahn (B läuft um A).

Der Bestimmtheitsgrad der Bahn wird mit den Graden 1 bis 5 angegeben, wobei Grad 1 „definitive Bahn“ und Grad 5 „unbestimmte Bahn“ bedeuten. Die Bestimmtheit der Bahn wirkt sich auf die Verlässlichkeit der berechneten Werte für Distanz und Positionswinkel der B-Komponente aus. Deshalb habe ich nur Objekte mit Bestimmtheitsgrad 1 oder 2 aus gesucht.

Bezeichnung.	RA	DEK	mag 1	mag 2	Distanz	Pos.winkel	Best.grad
ADS 61	00h 06,3m	+58° 26' 12"	6,0	6,9	1,55"	354°	2

Im 90 mm Refraktor bei 100x schwach länglich, bei 120x und 150x keilförmig, 8-Form ab 200x erkennbar, bei 250x und 300x deutlich. Auflösung erschwert durch Helligkeitsdifferenz der Komponenten.

Im 150 mm Newton bei 150x grenzwertig getrennt, bei 180x mit deutlichem schwarzem Zwischenraum. Bei 225x und 300x geräumig getrennt, Anblick lehrbuchartig.

Bezeichnung.	RA	DEK	mag 1	mag 2	Distanz	Pos.winkel	Best.grad
ADS 755	00h 54,0m	+23° 37' 43"	5,5	5,9	1,12"	328°	2

Im 90 mm Refraktor erst ab 200x dick länglich, auch bei 250x und 300x nur dick länglich, keine 8-Form erkennbar.

Im 150 mm Newton bei 150x stark länglich, bei 180x schwach 8-förmig, bei 225x stark 8-förmig mit Helligkeitsabfall zwischen den Komponenten. bei 300x knapp, aber eindeutig getrennt mit schwarzem Zwischenraum.

Bezeichnung.	RA	DEK	mag 1	mag 2	Distanz	Pos.winkel	Best.grad
ADS 1709	02h 14,0m	+47° 29' 04"	6,1	6,7	0,73"	298°	2

Im 235 mm Schmidt-Cassegrain bei 322x grenzwertig getrennt (noch starker Helligkeitsabfall zwischen den Komponenten oder bereits minimaler schwarzer Zwischenraum). Bei 392x getrennt mit kleinem, aber eindeutigem schwarzem Zwischenraum.

Bezeichnung.	RA	DEK	mag 1	mag 2	Distanz	Pos.winkel	Best.grad
ADS 2799	03h 50,3m	+25° 34' 47"	5,2	6,0	0,39"	200°	2

Im 235 mm Schmidt-Cassegrain bei 392x unrund, bei 470x dick länglich und schwach keilförmig, ebenso bei 588x und 783x.

Bezeichnung.	RA	DEK	mag 1	mag 2	Distanz	Pos.winkel	Best.grad
ADS 5871	07h 12,8m	+27° 13' 31"	6,5	6,6	0,95"	307°	2

Im 90 mm Refraktor bei 100x-150x sehr dick länglich, bei 200x dick länglich, ebenso bei 250 und 300x. Keinerlei Andeutung einer 8-Form. Die Distanz scheint aber größer zu sein als berechnet, eher 1,05-1,10“.

Im 150 mm Newton bei 150x und 180x länglich, bei 225x 8-förmig, bei 300x grenzwertig getrennt.

Bezeichnung.	RA	DEK	mag 1	mag 2	Distanz	Pos.winkel	Best.grad
ADS 6650	08h 12,2m	+17° 38' 53"	5,6	6,0	1,12"	67°	1

Ein auch ästhetisch ansprechendes Objekt durch den Kontrast der orange- bzw blaustichigen A- und B-Komponente. Nur rund 6“ entfernt steht eine ebenfalls blaustichige C-Komponente von 6,2 mag. Die nachfolgenden Beschreibungen beziehen sich auf die A- und B-Komponente.

Im 90 mm Refraktor bei 100x-150x dick länglich, bei 200x und 250x leicht keilförmig, dabei evtl. auch schwach 8-förmig.

Im 150 mm Newton bei 150x dick länglich, bei 180x schwach 8-förmig. Bei 225x lehrbuchmäßig ausgeprägte 8-Form. Bei 300x Helligkeitsabfall zwischen den Komponenten, aber noch keine Trennung.

Bezeichnung.	RA	DEK	mag 1	mag 2	Distanz	Pos.winkel	Best.grad
Kuiper 37	09h 00,6m	+41° 47' 00"	4,0	6,3	0,56"	205°	1

Ein grenzwertiges Objekt für mein 9-Zoll SC. Nach zwei erfolglosen Versuchen Anfang 2011 bei einer Distanz von 0,49" gelang mir Anfang 2013 erstmals die Auflösung, bei einer Distanz von dann 0,56". Die Schwierigkeit liegt hier insbesondere im Helligkeitsunterschied der Komponenten: die B-Komponente geht im Streulicht der A-Komponente leicht unter. Bereits geringe Luftunruhe verringert den Kontrast zusätzlich in einem Maß, das die B-Komponente verschwinden lässt. Im 235 mm Schmidt-Cassegrain bei 392x ist die B-Komponente erkennbar, jedoch schwierig wegen ihrer Nähe zum Beugungsring (1. Nebenmax.) der Hauptkomponente. Bei 470x und 588x Erkennbarkeit nicht deutlicher. Eine Luftunruhe von ca. 2 ist bereits grenzwertig hoch für dieses Objekt.

Roland Höfer