

HAB 130/1900 - WS 2000

Der Selbstbau eines fast apochromatischen dreilinsigen Refraktorobjektivs

Die Vorgeschichte

Vor mehr als 25 Jahren erzählte mir Wolfgang Busch von seinem Projekt eines hochwertigen, praktisch farbfehlerfreien dreilinsigen Fernrohr-Objektivs zum Selbstbauen. "Schwer", dachte ich, "das schaffen nur Experten". Damals war ich 16 Jahre alt und Wolfgang (damals noch "Herr") Busch hatte mir entscheidend geholfen, einen 10 cm-Duranspiegel 1:10 zu schleifen, zu polieren und darum herum einen Newton zu basteln.

Vor drei Jahren wurde mein zweiter Spiegel fertig, diesmal wurde es ein 8-Zöller 1:5. Beim Beobachten mit dem damit gebauten Newton störten mich (und stören mich weiterhin) die unvermeidlichen Diffraktionserscheinungen bei wirklich hohen Vergrößerungen.

Die Alternative zum Spiegelteleskop ist da der Refraktor. Mir kam da Wolfgang Buschs Bausatz wieder in den Sinn, von dem ich schon so lange wusste. Die bange Frage war, ob es ein Exemplar dieses Bausatz-Objektivs überhaupt noch gab... Ich will den Schluss vorweg nehmen: Das Objektiv ist fertig und der Refraktor ist montiert. Die Auflösung ist berauschend, sie erreicht die theoretisch erreichbare Grenze spielend. Das Beobachten ist ein Traum. Bei gutem Seeing schwebte Saturn vor wenigen Tagen wie auf schwarzem Samt und ich wartete nur auf den Hintergrundstern, der sich durch die fast unverschämt breite Cassinische Teilung hindurch blicken lassen würde. Auch Mond und Jupiter werden zu neuen Objekten, eine Sternbedeckung hat mir noch nie so viel Spaß gemacht, wie mit dem neuen Refraktor. Ich warte auf schönes Wetter, um diesem Beobachtungsausgang weiter nachzugeben.

Und: Ich habe das Objektiv tatsächlich selbst gemacht - ohne Experte zu sein. Hier einige Anmerkungen zum Bausatz und zur Fertigung.

Das Objektiv

Das Bausatzsystem des HAB-Kompaktobjektivs (HAB=Halb-Apochromaten-Bausatz) gibt es in zwei Größen: 130/1900 und 150/2250. Geliefert werden drei vorgefräste Linsen in einer Fassung, passende Schleifschalen, Schleif- und Poliermittel, Polierpech, Immersionsöl, vier Kunststoffschrauben M8, ein Satz Farbfilter und eine Bauanleitung.

Heraus kommt ein praktisch apochromatisches Objektiv, bei dem die Innenlinse in Öl zwischen den Außenlinsen liegt. Diese Konstruktion hat eine Reihe von Vorteilen: Es treten hier, anders als bei Linsensystemen mit Luftspalt, keine Reflexionen an den Übergängen Glas/Luft/Glas im System auf. Dadurch entfällt die Notwendigkeit der Entspiegelung. Die Innenlinse ist justierbar, vollflächig zwischen den anderen Linsen gelagert. Der für das System sich dadurch ergebende Hauptvorteil ist die Unempfindlichkeit gegen Zentrierfehler. Der größte Vorteil für den Selbstbauer ist jedoch die Tatsache, dass die vier Innenflächen des dreilinsigen Systems nicht poliert werden müssen. Das Immersionsöl sorgt für klaren Durchblick. Poliert werden natürlich die Außenflächen. Eine davon muss plan werden, die andere sphärische Fläche wird zur Hebung der sphärischen Aberration leicht asphärisch korrigiert.

Die Werkstattgeschichte

Ich habe die kleinere Version des Objektivs gemacht, die Herstellung erforderte ca. 50 Stunden Arbeitszeit. Die Stadien der Herstellung sind:

1. Der Schliff der Innenflächen

Da die Innenlinse vollflächig in den inneren Flächen der äußeren Linsen liegt, dienen diese "gegenseitig" als Schleifschalen. Die vorgefrästen Radien stimmen gut, ich habe den Schliff jeweils mit 400 Carbo begonnen und mit 1000er-Körnung beendet. Dass bei jedem Schleifvorgang gleich zwei Flächen bearbeitet werden, macht die Sache doppelt befriedigend. Dass das Polieren wegfällt, erhöht diese Befriedigung enorm. Jeweils eine Stunde Schliff mit 400er, 800er und 1000er-Körnung ist ausreichend.

2. Der Schliff und die Politur der Außenflächen

Nach der Fertigstellung der Innenflächen wird das System vorläufig mit einem billigen Öl (z.B. mit nicht harzendem Speiseöl) zusammengefügt und in die Fassung gebracht. Die um ca. 1,5 mm aus der Fassung ragende Außenfläche kann so sicher bearbeitet werden.

Die Außenflächen werden mit den Schleifschalen aus dem Bausatz geschliffen. Auch hier ist die Fassung

wieder Linsenträger. Da die Außenlinse zum Bearbeiten jeweils auf den anderen Linsen liegt, besteht keine Gefahr durch mechanische Verbiegung. Es ist sinnvoll, zuerst die Planfläche, dann die konvexe Fläche zu schleifen und zu polieren. Die Politur dauerte jeweils ca. 8 Stunden.

3. Die Kontrolle des Farbfehlers

Wenn die Politur der konvexen Fläche so weit fortgeschritten ist, dass das System durchsichtig bis zum Rand ist, sollte geprüft werden, ob die Farbkorrektur stimmt. Dazu ist eine Prüfapparatur nach Foucault mit einem Planspiegel erforderlich, die auch später noch gebraucht wird. Mit Hilfe der Farbfilter wird geprüft, ob die Brennpunkte im roten und blauen Licht an der selben Stelle liegen. Toleranzen von 0,1 mm sind zulässig. Da die vorgefrästen Radien stimmten, und die Farblage korrekt war, brauchte ich hier nicht tätig zu werden.

Übrigens: Wenn Sie mit einem Prismenbinokular beobachten wollen, können Sie das System an dieser Stelle auf den zusätzlichen Glasweg optimieren.

4. Die Asphärisierung

Die sphärische Eintrittsfläche muss zum Sphäroid oblong gebracht werden, um die sphärische Überkorrektur zu beheben. Vor der Asphärisierung meines Objektivs hatte ich noch Respekt. Dieser Vorgang ist mir jedoch mit der von Wolfgang Busch empfohlenen Durchbiege-Methode in kürzester Zeit gelungen. Der Trick ist, sich die Vorderlinse beim Polieren so geschickt verformen zu lassen, dass die "unregelmäßige" Fläche quasi von selbst entsteht. Die Verformung tritt ein, wenn die Linse beim Polieren nur am Rand aufliegt - dann nämlich biegt sie sich in der richtigen Weise bis zum Rand durch. Poliert wird mit dem unveränderten, sphärischen Polierer. Das kritische Moment ist dabei "nur", zum richtigen Zeitpunkt aufzuhören. Glücklicherweise führte mein erster Versuch schon nach einer halbstündigen Bearbeitung genau zum Ziel.

5. Das Zusammensetzen und Justieren

Abschließend werden Linsen und Fassung gründlich mit Spülmittel von "Altöl" befreit und gesäubert. Sie werden dann endgültig mit Immersionsöl gefügt und in die Fassung gebracht. Mit den Kunststoffschrauben wird das System zentriert. Das war's.

Fazit

Vermutlich können nur Experten kurzbreitweitige Achromaten herstellen. Man braucht jedoch kein Experte zu sein, um ein HAB-Objektiv zu machen. Dieses Objektiv, das sich bescheiden mit der Bezeichnung "Halbachromat" begnügt, erfüllt meine Erwartungen in höchstem Maße. Die relative Einfachheit der Herstellung steht in klarem Gegensatz zur gestochenen scharfen, (farb)fehlerfreien Bildqualität dieses Objektivs.

Neben meinem 1:5 Newton mit dem 20cm-Spiegel habe ich als "Gegengewicht" den 13 cm-Refraktor 1:15 montiert. Diese Gerätekombination ist einfach fantastisch. Der lichtstarke Spiegel gibt große, helle Bildfelder, der langbrennweitige Refraktor liefert kontrastreiche Bilder, die auch bei stärksten Vergrößerungen fehlerfrei sind. Beide Systeme liefern das, was sie am besten können. Das großzügige Drehen beim Fokussieren macht bei fast 2m Brennweite 1:15 mehr Spaß, als das toleranzlose Einstellen großer Vergrößerungen bei meinem Spiegelteleskop. Und: Da ich den relativ langen Strahlengang des Refraktors mit einem Planspiegel "geknickt" habe, muss ich zum Beobachten zenitnaher Objekte nicht mehr auf die Leiter, statt dessen sitze ich bequem vor dem Okularauszug.

Ich rate Jedem, der schon einmal mit dem Gedanken an einen langbrennweitigen Refraktor gespielt hat, über den Selbstbau eines HAB-Selbstbauobjektivs nachzudenken.