

Zusammenbau und Justierung von Gitter/Prismenkombinationen

Wenn man Gitter/Prismenkombinationen für die Spektroskopie im Amateurbereich verwenden will, so sieht man sich mit dem Problem fehlender kompletter Module oder passender Bausätze konfrontiert. Erhältlich sind Transmissionsgitter in 1,25" Filterfassungen derzeit in erster Linie von Paton Hawksley („StarAnalyser“) mit den Liniendichten 100 L/mm („SA100“) und 200 L/mm („SA200“). Die Durchmesser der runden Gitter liegen bei ca. 24 mm. Auf dem Gebrauchtmarkt findet man eventuell noch das Baader-Gitter mit 207 L/mm („BA207“) und einem etwas größerem Durchmesser von 26 mm.

Für höhere Liniendichten sind lediglich ungefasste quadratische Gitter der Abmessungen 25 mm x 25 mm verfügbar, z.B. von Thorlabs und Edmund Optics. Keilprismen werden für Ablenkungswinkel von 0,5°, 1°, 2°, 4°, 6°, 8°, 10°, 12°, 15° angeboten, ebenfalls erhältlich z.B. bei Thorlabs oder Edmund Optics. Der Durchmesser dieser – ungefassten – Prismen beträgt 25,4 mm. Einzig bei Paton Hawksley ist ein Prisma mit 2° Ablenkung erhältlich in einer 1,25" Filterfassung mit beidseitigem Gewinde.

Der SA100 und das Baader-Gitter sitzen ebenfalls in einer 1,25" Filterfassung mit beidseitigem Gewinde, in das sich insbesondere das Paton Hawksley – Prisma auf beiden Seiten anschrauben lässt. Der SA200 ist dummerweise nur an einer Seite mit einem Filtergewinde versehen, sodass sich nur ein Prisma anschrauben lässt. Für die Anbringung eines Prismas an der anderen Seite muss man sich behelfen. Ich verklebe die beiden Teile mit Tesafilm - nicht gerade elegant, aber zielführend.

Für die quadratischen Gitter höherer Dispersion ist etwas Bastelei angesagt. Für meine bisherigen Kombinationen schnitzte ich entsprechend Ausschnitte in dünne Pappstücke von 3 mm Dicke (mit Cutter-Messer), in die das Gitter hineingebracht wurde. Zu beiden Seiten des Gitters wurden dann weitere Pappen mit aufgeklebten 1,25" Filterfassungen befestigt (2-Komponentenkleber). Für neuere Kombinationen verwende ich vorgefertigte Stücke aus dem 3-D Drucker. Dabei ist natürlich Vorsicht angezeigt, da man die Gitter nicht auf den Flächen berühren darf!

Im Folgenden werde ich nur auf die leistungsfähigste Kombination, nämlich Prisma/Gitter/Prisma („PGP“) eingehen. Die Frage ist dabei, welche Prismen sind bei einem vorgegebenen Gitter in welcher Weise anzubringen?

Das folgende Bild 1 zeigt den prinzipiellen Strahlengang. Ein wesentliches Ziel der Verwendung von Prismen ist es, die durch das Gitter verursachte Strahlenablenkung zumindest teilweise zu kompensieren. Auf diese Weise lassen sich die durch Verwendung im konvergenten Strahl entstehenden Fehler wie spektrale Koma und Astigmatismus drastisch verringern.

Allerdings ist aufgrund des unterschiedlichen Dispersionsverhaltens von Prismen und Gittern die Güte der Korrektur abhängig von der Wellenlänge. Es ist hier also ein gewisser Kompromiss gefragt in Abhängigkeit von dem Wellenlängenbereich, der möglichst gut abgebildet werden soll, sowie auch den verfügbaren Prismen.

Bewährt haben sich bei mir insbesondere Kombinationen aus dem SA200 (oder auch dem BA207) mit zwei 2° Prismen sowie dem TA300 („Thorlabs-Analyser“ 300 l/mm) und zwei 4° Prismen. Für spezielle Untersuchungen im IR benutze ich auch eine Variante des TA300 mit zwei 6° Prismen.

Zur Nomenklatur: Falls die senkrechte Seite des Prismas in Richtung des eintreffenden Strahls zeigt, wird diese Prismenstellung bei mir mit „a“ bezeichnet, ansonsten mit „b“. Ein gemäß Bild 1 zusammengebautes PGP-Modul auf Basis des SA200 wird bei mir demnach mit „SA200Pr2b2a“ bezeichnet. Üblicherweise ist diese Kennung auch ein Bestandteil des Dateinamens aller meiner mit diesen Modulen erstellten Spektren.

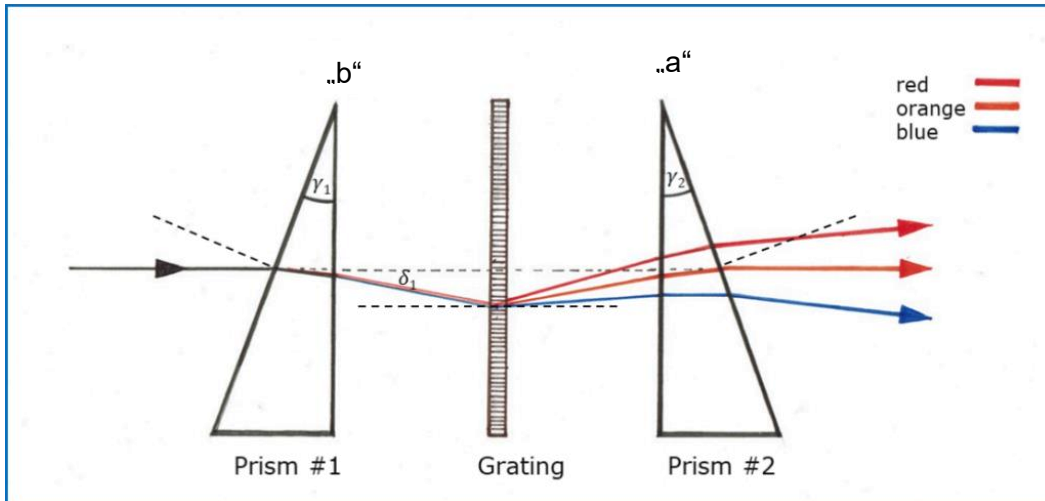


Bild 1: Strahlengang in einem System aus Transmissionsgitter und zwei Prismen (PGP)

Geeignete Kombinationen habe ich in den letzten Jahren aufgrund zahlreicher Tests und teilweise auch mit näherungsweise Berechnung des Astigmatismus herausgefunden. Als Optiken dienten in erster Linie (ED-) Refraktoren mit Brennweiten von 330 mm bis 1200 mm sowie Schmidt-Cassegrain Systeme (C8, C14, LX200 10"). Bei ersteren konnten für Kombinationen mit dem SA200 und BA207 recht gute Ergebnisse hinsichtlich Auflösung und Überdeckung des visuellen Spektralbereichs für hellere Objekte bis ca. 9 mag erzielt werden. Für die SCTs erwiesen sich Kombinationen mit 300 L/mm – Gittern als optimal und universell einsetzbar, auch für schwächere Objekte.

Generell waren symmetrische Konfigurationen gemäß Bild 1 von Vorteil, typischerweise also z.B. die bereits angegebene SA200Pr2b2a. Bei den 300 l/mm – Gittern und Verwendung an SCTs ergab allerdings auch die Kombination EA300Pr4a4b sehr gute Resultate (EA = „Edmund Optics Analyser“).



Bild 2: Prismen und Gitter in Fassungen sowie fertige Gitter/Prismenkombinationen

Justage der PGP-Kombination mit Hilfe eines Laserkollimators

Ein einfaches Justierwerkzeug wurde von mir aus diversen vorhandenen Teilen zusammengesetzt (alter T2 Meade SCT Verlängerungsaufsatz, T2/1,25" – Adapter, Prismenklammer etc.). Als Justierlaser kommt ein Standard-Laserkollimator zum Einsatz (neuerdings ersetzt durch einen zwar deutlich teureren aber auch genaueren Baader-Kollimator).

Die Justierung geschieht in den folgenden Schritten:

1. Das Transmissionsgitter wird (noch ohne Prismen) auf eine 1,25" – Verlängerungshülse geschraubt und diese in die Steckhülse eingeführt
2. Durch Verdrehen des Gitters werden die verschiedenen Ordnungen auf der gegenüberliegenden „Messwand“ senkrecht übereinander gebracht (Bild 4), dann die Schrauben an der Steckhülse fest angezogen.
3. Identifizierung der 0. Beugungsordnung (direkter Strahl) und der 1. Beugungsordnung (hellster Laser-Punkt, aufgrund Gitter-Blaze)
4. Das erste Prisma wird angeschraubt und gedreht, so dass die 1. Ordnung in Richtung der vorher identifizierten 0. Ordnung auf die senkrechte Messlinie wandert, sich also die Ablenkung verringert. In dieser Stellung muss das Prisma – vorsichtig – fixiert werden, z.B. mit einem vorbereiteten Streifen Tesafilm. Nach Fixierung kontrollieren, dass sich der Strahl nicht verstellt hat.
5. Das Gitter mit dem ersten fixierten Prisma wird aus der Anordnung herausgenommen, die Verlängerungshülse am Gitter abgeschraubt und nun am Prisma festgeschraubt.
6. Das Ganze kommt nun wieder mit der Verlängerungshülse voran in die 1,25" – Aufnahme und wird gedreht, bis wieder die Ordnungen senkrecht übereinander liegen und danach fixiert. Die 1. Ordnung sollte dabei in etwa an derselben Stelle wie nach Schritt 4 zu liegen kommen.
7. Das zweite Prisma wird wie in Schritt 4 derart gedreht, dass sich die gesamte Ablenkung der 1. Ordnung weiter verringert, dann wird auch dieses Prisma am Gitter fixiert. Bei der „Endkontrolle“ sollten alle Ordnungen auf oder wenigsten nahe bei der senkrechten Messlinie zu liegen kommen.



Bild 3: PGP in 1,25" – Steckhülse mit Befestigungsvorrichtung und Laserkollimator

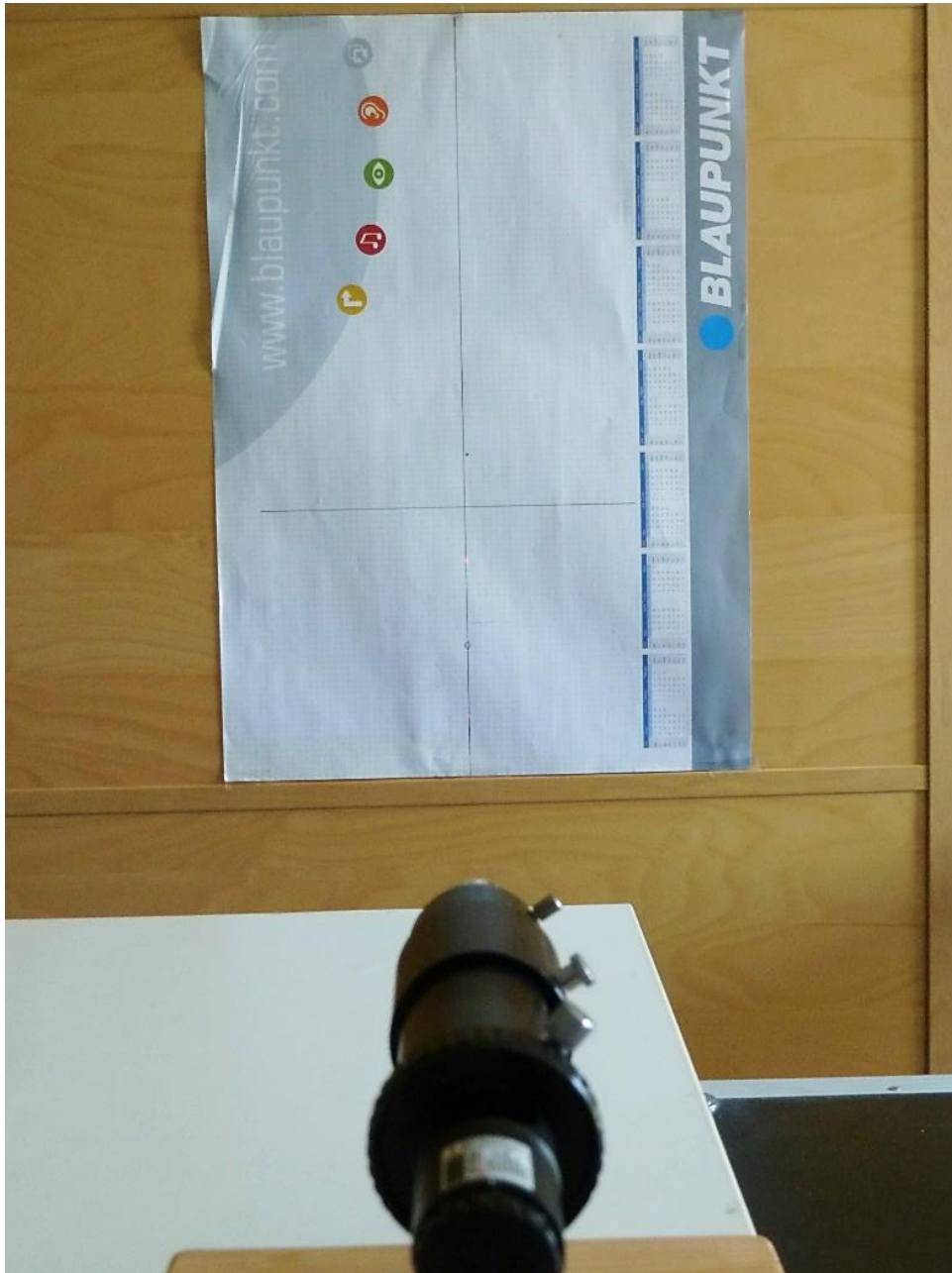


Bild 4: PGP in 1,25" – Hülse mit Laserkollimator von hinten mit Messkreuz auf Millimeterpapier