

## **Wie funktioniert eigentlich.. die Bestimmung der Luftruhe?**

Stathis Kafalis, Uwe Pilz

Leider bekommen ja nur die wenigsten von uns Beobachtungszeit am Hubble-Teleskop ☹. Wir müssen uns also damit abfinden, daß die Lufthülle unsere Abbildungen verschlechtert. Insbesondere die Brechungseffekte zwischen Luftvolumen unterschiedlicher Temperatur erzeugen ‚Bewegungen‘ des Bildes, welche insbesondere bei höheren Vergrößerungen sichtbar werden. Dieser Effekt wird auf ausländisch *Seeing* genannt. Er führt dazu daß die Sterne ‚blinken‘. Turbulenzen in der Atmosphäre erhöhen die Luftunruhe. Aus diesem Grund verbessert sich die Bildgüte im Verlaufe der Nacht, da der Temperaturunterschied zwischen dem warmen Erdboden und der ausgekühlten Luft geringer wird.

Wenn wir dies nun schon nicht beeinflussen können, so sollten wir es wenigstens beachten:

- Zu jedem Beobachtungsbericht gehört eigentlich eine Angabe über die Luftruhe. Dies gilt immer für Planeten und Mond, aber auch häufig bei Deep-Sky-Beobachtungen
- Eine Einschätzung der Luftruhe kann dazu benutzt werden, eine Objektauswahl für den Abend zu treffen, vor allem im Deep-Sky-Bereich
- Verschiedene Standorte erzeugen unterschiedliche Luftruhe. Eine *Seeing*-Bestimmung unterstützt also die Auswahl von Beobachtungspätzen.

Skalen für das Seeing

Aufzeichnungen über die Luftruhe haben eine lange Tradition bei den Amateuren. Neben rein verbalen Einschätzungen haben sich eine Reihe von Skalen durchgesetzt. Dabei muß man zwischen instrumentenabhängigen und absoluten Skalen unterscheiden.

Instrumentenabhängige Skalen ergeben unterschiedliche Resultate, wenn sie mit Instrumenten verschiedener Öffnung eingesetzt werden. Diese Unterschiede könne auch nicht durch nachträgliche Berechnungen berücksichtigt werden. Ihr Vorteil besteht darin, daß sie sich am visuellen Eindruck orientieren und deshalb einfach zu handhaben sind.

Absolute Skalen geben die Luftruhe in Bogensekunden an oder gestatten eine Umrechnung in ein Winkelmaß. Sie erfordern eine Art von Messung, was eine höhere Erfahrung voraussetzt und auch etwas Zeit erfordert.

## Die Pickering-Skala: genau, aber aufwendig

William H. Pickering (1858-1938) benutzte einen 5-Zoll-Refraktor, für den er die folgende Einteilung der Luftruhe vornahm:

1. Sterne sind im großen und ganzen zwei mal so groß wie der Durchmesser des dritten Beugungsringes, falls der Ring überhaupt gesehen werden kann. (13").
2. Sterne sind gelegentlich größer als der Durchmesser des dritten Beugungsringes (13").
3. Das Bild ist etwa so groß wie der Durchmesser des dritten Beugungsringes und in der Mitte heller (6.7").
4. Das zentrale Sternscheibchen (Airy disk) ist oft zu sehen. Teile der Beugungsringe (Bögen) sind an hellen Sternen zu erkennen.
5. Das zentrale Sternscheibchen ist immer zu sehen. Bögen der Beugungsringe sind oft sichtbar an hellen Sternen.
6. Das zentrale Sternscheibchen ist immer zu sehen. Kurze Bögen der Beugungsringe sind immer sichtbar.
7. Das zentrale Sternscheibchen ist manchmal scharf begrenzt. Beugungsringe sind als lange Bögen oder vollständige Kreise zu sehen.
8. Das zentrale Sternscheibchen ist immer scharf begrenzt. Die Beugungsringe sind als vollständige Kreise zu oder lange Bögen zusehen, aber in Bewegung.
9. Der innerste Beugungsring ist ruhig. Die äußeren Ringe sind gelegentlich in Ruhe.
10. Das ganze Beugungsbild ist vollständig ruhig.

Auf dieser Skala bedeuten

- 1-3 sehr schlechte
- 4 und 5 schlechte
- 6 und 7 gute
- 8-10 außergewöhnlich gute

Luftruhe.

Auch hier ist die Angabe des Instrumententypes notwendig, da sich die Größe der Beugungsscheiben mit zunehmendem Linsen/Spiegeldurchmesser verkleinert. Damit können dann Absolutwerte zumindest abgeschätzt werden.

## Bequeme, aber instrumentenabhängige Skalen

Eine recht weit verbreitete Skala wurde vom französischen Astronom Eugene Michael Antoniadi (1870 - 1944) eingeführt. Sie enthält fünf Stufen:

- I. Perfektes Bild, ohne die geringste Bildunruhe
- II. Leichte Wallungen, aber Phasen der Ruhe, die wenigstens einige Sekunden lang sind
- III. Mittelmässiges Luftruhe. Auffälliges Bildzittern
- IV. Schlechtes Seeing, ständig störendes Wabern
- V. Sehr schlechtes Seeing, welches kaum das Anfertigen einer grobe Skizze zuläßt

Bei Benutzung dieser Skala muß der Instrumententyp und die Vergrößerung mit aufgeführt werden. Leider gibt sie für den Anfänger keine Hinweise, was er sieht, wenn z.B. Antoniadi-II-Luft ist. Hier ist der Vorschlag von Stathis viel besser:

Die Luftruhe wird am Polarstern beurteilt, das ist insbesondere für Dobsonauten günstig. Stellt man ihn unscharf, dann entsteht eine kleine Zerstreungsscheibe mit Beugungsfiguren (Ringen). Man hat man anhand der Sichtbarkeit und dem Wabern dieser Beugungsfigur ein recht feines Kriterium. Natürlich ist von Bedeutung, bei welcher Vergrößerung bzw. Austrittspupille (AP) die Luftruhe beurteilt wird. Sind Planeten

am Himmel, dann können diese ergänzend benutzt werden. Diese Skala hat 7 Stufen (0-6):

**0:** So als wäre keine Atmosphäre da. Auch bei  $AP=0,5$  mm Sterne wie in den Himmel genagelt. Am Planeten bei höchster Vergrößerung Standbilder ohne jegliches Zittern über mindestens 10-20 Sekunden. Das ist "Seeing Paradise".

**1:** Bei  $AP=0,7$  mm stehender Polarstern, keinerlei Gezappel der Beugungsfigur. Auf Deep Sky Objekten höchste Vergrößerungen möglich, die das Fernrohr hergibt. Gestochen scharfe Planeten Standbilder für 5-10 Sekunden. Da kommt Freude auf.

**2:** Bei  $AP=1$  mm weitestgehend stehender Polarstern, schnelles Zappeln der Beugungsfigur, deren Gesamtform bleibt jedoch erhalten. Auf Kugelhaufen und kleine Galaxiechen noch hohe Vergrößerungen gewinnbringend möglich. M57-Zentralstern mit  $17,5''$  noch deutlich machbar. Planetenbild schnell zappelnd aber wenig wabernd, Details bleiben aber weitestgehend erhalten.

**3:** Bei  $AP=1$  mm Polarstern deutlich zappelnd. Beugungsfiguren wabernd, aber noch deutlich erkennbar. Deep Sky: Kleine Fuzzies verschmieren bei hoher Vergrößerung. Am Jupiter, Saturn  $AP=1,5$  mm noch sinnvoll.

**4:** Bei  $AP=1$  mm Polarstern stark wabernd. Beugungsmuster vor Wabern kaum noch zu sehen. Kleine Fuzzies stark beeinträchtigt. Planeten sinnlos.

**5:** Auch bei geringeren Vergrößerungen extrafokales Bild wie gleichmäßig beleuchtete wabernde Scheibe, ohne jede Beugungsmuster. Nur großflächige Objekte machen noch Spaß.

**6:** Polarstern ist auch bei niedrigster Vergrößerung aufgeblasen wie ein Kugelsternhaufen. Föhnwetter. Einpacken und mit Fernglas gucken.

Was benutzen wir denn nun?

Wir empfehlen eine der bequemen Skalen – es geht ja vor allem darum, eine Beobachtung nachvollziehbar zu machen, und das schließt die Instrumentengröße automatisch mit ein. Und da liegen sowieso Welten zwischen einem 6-cm-Kaufhaus-Refraktor und einem 50-cm-Newton. Die Antoniadi-Skala hat ihren Reiz, da sie allgemein verbreitet und akzeptiert ist. Die Kafalis-Skala enthält eine Bedienungsanleitung. Wir haben versucht, diese Vorteile zu vereinen und die Antoniadi-Skala mit der Kafalis-Anleitung zu verheiraten. Glücklicherweise klappt das sehr gut:

Antoniadi	Kafalis	Beschreibung	AP	Polarstern	Beugungsfigur
I	0 & 1	Perfekt	0,7	stehend	kein Gezappel
II	2	Gut	1	weitgehend stehend	schnelles Zappeln, Form bleibt erhalten
III	3	Mittel	1	deutlich zappelnd	Wabernd, aber deutlich erkennbar
IV	4	Schlecht	1	stark wabernd	vor kaum Ringe zu sehen
V	5 & 6	Unbrauchbar	~4	aufgeblasen	gleichmäßig beleuchtete wabernde Scheibe ohne Ringe

Wir würden uns freuen, wenn diese Vorschläge von Euch angenommen würden und den Beobachtungsbeschreibungen zugefügt würden. Dabei bleibt es dem persönlichen Geschmack überlassen, ob die Ergebnisse mit der Pickering- oder der Antoniadi/Kafalis-Skala beurteilt werden.

Antoniadi I und Pickering 10 wünschen

Stathis und Uwe