

## Sternfreunde verreisen

ATMOSPHÄRISCHE ERSCHEINUNGEN Leuchtende Nachtwolken 2021

DEEP SKY Planetarische Nebel in der Leier

GESCHICHTE Messung der tiefen Sonnen- und Mondwenden

# Wie ist das Seeing in Mitteleuropa eigentlich?

– Betrachtungen aus Sicht eines Amateurastrafotografen

von Patrick Winkler

Oftmals hört man in Gesprächen, dass das Seeing in Mitteleuropa nur äußerst selten besser ist als zwei Bogensekunden (ab hier: 2"). Und auch, dass es sich eigentlich „gar nicht lohnt“, mit größeren Teleskopen zu fotografieren. Ähnlich lautende Aussagen findet man auch auf der einen oder anderen Webseite, z. B. „Typische Werte für Sternwarten am europäischen Festland liegen bei 1,5 bis 2 Bogensekunden“ [1]. Oder: „In Deutschland liegen die Seeing-Werte meistens um 2“. Da bereits ein 6-Zoll-Teleskop ein Auflösungsvermögen von etwa 0,8" besitzt, wird klar, wie schwierig es ist, solch ein Gerät in Deutschland bei Langzeitbelichtungen auszureizen. [2]"

So stellte sich mir die Frage: Treffen diese eher pauschalen Aussagen zu oder sollte man sie nicht einmal überprüfen? Genau das habe ich dann mit meinen Messungen aus der rein praktischen Sicht eines Amateurastrafotografen durchgeführt und stelle die Ergebnisse hier vor.

## Was ist Seeing?

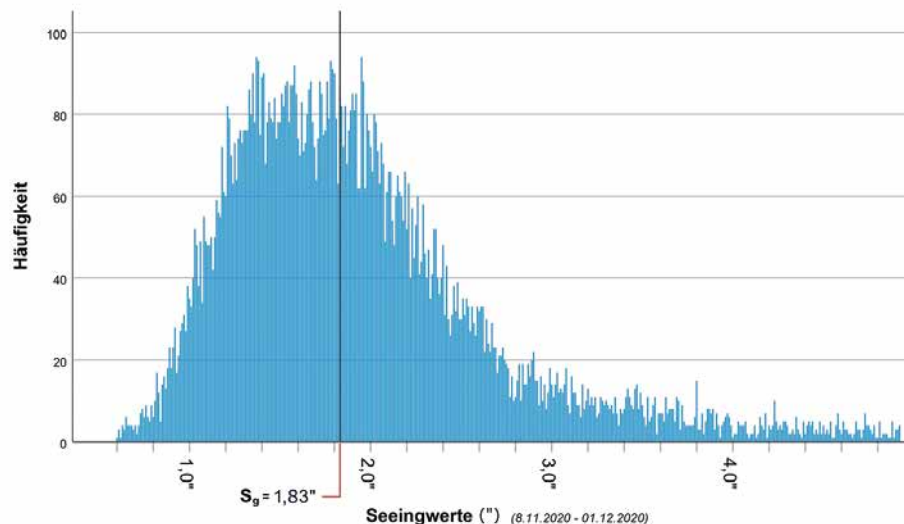
Der Begriff Seeing bedeutet in der Astronomie „das Sehen“ oder etwas freier „die Sichtbedingungen“. Man sagt: Heute ist gutes (oder schlechtes) Seeing. Will man das Seeing quantifizieren, so wird für fotografische Aufnahmen gern der FWHM-Wert als Maß der Luft(un)ruhe und somit auch der erreichbaren Bildschärfe verwendet. Das ist aber nicht ganz korrekt, weil der FWHM-Wert nicht allein die Luftunruhe als bildverschlechternden Faktor berücksichtigt, sondern auch weitere Faktoren, die den Sternscheibchendurchmesser vergrößern. Das sind z. B. Fehler der Optik oder Ungleichmäßigkeiten im Teleskoplauf. Auch wird gern vergessen, dass der FWHM-Wert zusätzlich durch eine nicht exakte Fokussierung verschlechtert wird.



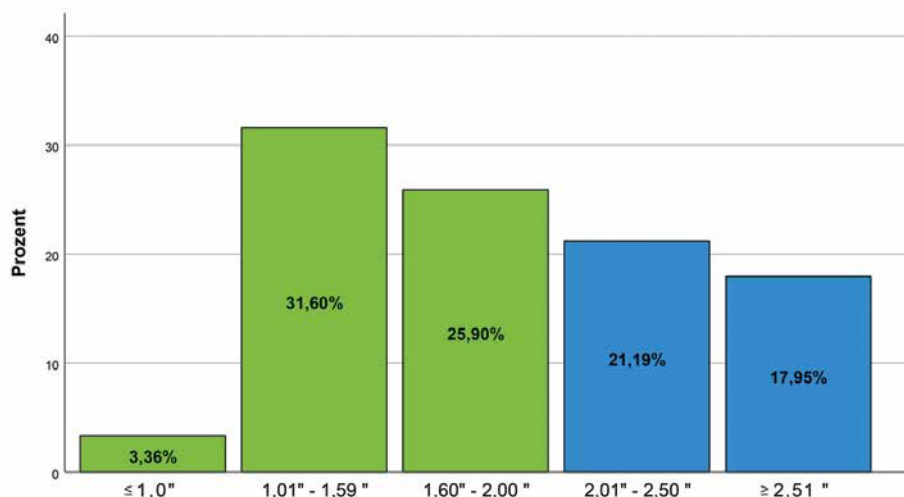
1 Rolldachsternwarte mit Seeingmonitor



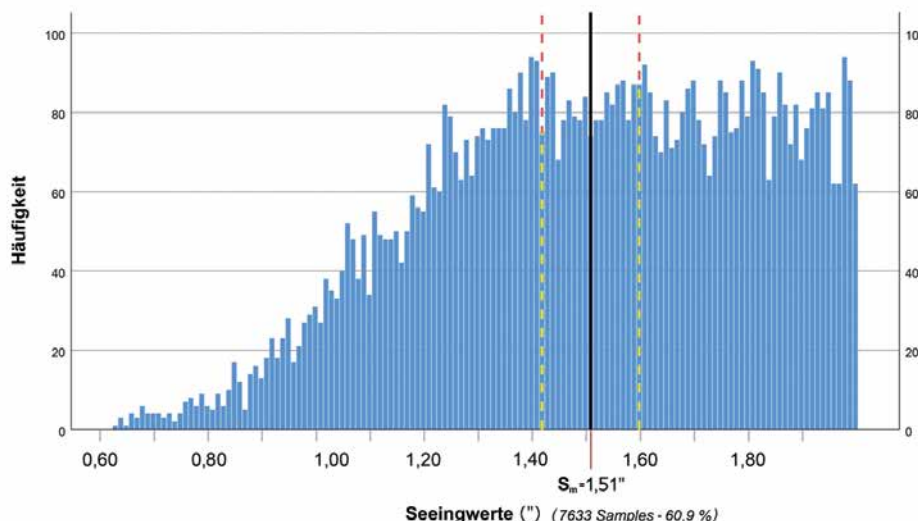
2 Detailaufnahme des Seeingmonitors „Cyclope“ der Fa. Alcor



3 Häufigkeitsverteilung der Seeingmesswerte im gesamten Beobachtungszeitraum (Mittelwert  $S_g = 1,83''$ )



4 Detailaufschlüsselung aller Seeingmesswerte in Seeingkategorien



5 Häufigkeitsverteilung der Messwerte bis 2,0" (inkl. Mittelwert und Streubreiten)

Fallen die letztgenannten Punkte nicht ins Gewicht, weil die Optik übers gesamte Bildfeld sauber abbildet, die Nachführung präzise läuft und der Fokus ideal getroffen ist, dann (und nur dann) darf man den FWHM-Wert als Maß für die Luftturbulenzen ansehen. Allerdings gilt der FWHM-Wert, wenn er aussagekräftig sein soll, nicht nur für das bestgelungene Einzelbild der Serie, sondern für die Summenaufnahme. Und er sollte auch nicht nur die Messung des Sterns mit dem besten (d. h. kleinsten) Seeingscheibchen) darstellen, sondern das Mittel aus mehreren auf dem Bild vermessenen Sternen.

Luftturbulenzen ereignen sich in den jeweiligen Luftschichtungen an einem gegebenen Standort. Hier gilt es drei Schichtungs-bänder und deren Einflussvariablen zu unterscheiden. Turbulenzen in bodennahen Luftschichten (bis  $\approx 50$  m Höhe) entstehen zumeist durch Wind, der über Kuppen oder Hindernisse strömt und dabei Luftbereiche ungleicher Temperatur im Bereich um etwa 30 cm Durchmesser erzeugt. Auch Wärme, die vom Boden oder von benachbarten Gebäuden abstrahlt, erzeugt konvektiv variable Durchmischungen der Luft. Ein nicht abgekühltes Teleskop lässt zusätzlich noch bildverschlechterndes „Instrumenten-Seeing“ entstehen. Dagegen sind Turbulenzen in höheren Luftschichten meist kleinzelliger (Bereiche zwischen 10-15 cm) und stark

Tabelle 1

Statistische Häufigkeit von Seeingwerten		
unter und über 2 Bogensekunden im Messzeitraum		
Seeingwert	Häufigkeit	Prozent
< 2,00"	7633	60,9
≥ 2,01"	4910	39,1
Gesamt	12543	100,0

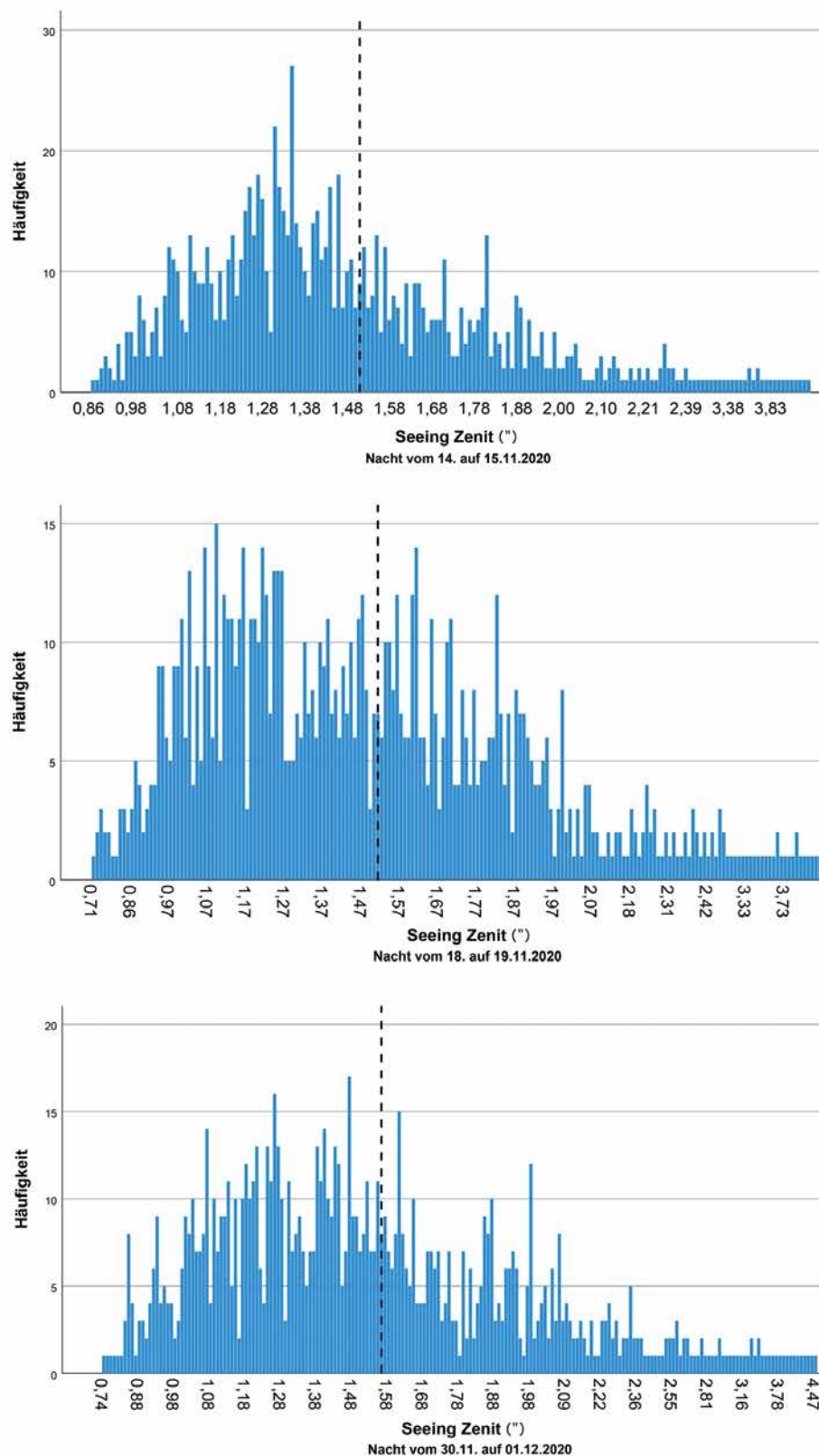
durch das Wetter beeinflusst. Für Turbulenzen in hohen Luftschichten ( $\approx 8-12$  km) ist vor allem der Jetstream als die maßgebliche Einflussgröße auf das Seeing zu nennen. Die meisten Bedingungen sind zwar durch den Beobachter oder Fotografen nicht beeinflussbar, einige Parameter jedoch lassen sich sehr wohl gestalten, der wichtigste ist die Wahl des Teleskopstandortes.

### Zum Standort

Meine Rolldachsternwarte (Abb. 1) befindet sich im steirischen Joglland in der Nähe von Birkfeld (Steiermark, Seehöhe  $\approx 760$  m), ca. 45 km nordöstlich von Graz bzw. 105 km südwestlich von Wien. Der Seeingmonitor steht etwas abseits der Sternwarte auf einer 1,7 m hohen Stahlsäule – also an einem Standort, der weder sonderlich abgelegen noch selektiv ist.

### Seeingwerte des Erhebungszeitraumes Nov. 2020

Gerade der Spätherbst und Winter gelten in Europa – einmal von der Wetterinstabilität abgesehen – nicht unbedingt als Jahreszeiten mit wahnsinnig gutem Seeing. Zumeist sind das Frühjahr und die Sommermonate in Mitteleuropa seeingbezogen deutlich besser, teilweise sogar gut. Hier kann ich derzeit nur aus langjähriger Erfahrung sprechen, die sich mit Berichten anderer Astrofotografen deckt. Daher war es umso interessanter, sich einmal Messdaten (erhoben mittels Seeingmonitor, Modell Alcor Cyclope [3], s. Abb. 2) anzusehen und näher auszuwerten. Die Auswertung erfolgte mittels IBM SPSS Statistics 27. Der Messzeitraum ging dabei vom 08.11.2020 bis zum 01.12.2020 mit insgesamt 21 Messnächten und 12.543 erfassten Seeingmesswerten. Jeder Seeingmesswert setzt sich wiederum aus 3.000 gemittelten Einzelmesswerten zusammen. Die Abbildungen zeigen in Histogrammform die Verteilung der erhobenen Seeingmesswerte im oben



6 Seeingwerte in 3 Nächten: oben 14./15.11.2020, Mitte 18./19.11.2020, unten 30.11./01.12.2020



7 Unkalibriertes Einzelbild von NGC 1333, 14.11.2020, L-Filter, 180 s belichtet, Aufnahmehöhe +66,6°, 16-Zoll-RC-Teleskop f/8 (ASA), ZWO ASI 6200MM Pro

genannten Zeitraum. Über den gesamten Messzeitraum lag der Seeingmittelwert  $S_g$  bei 1,83" (s. Abb. 3). Schlüsselte man diese erhobenen Werte weiter auf, liegen rund 61% aller Seeingwerte bis 2" (vgl. Tab. 1). Eine weitere Detailbetrachtung zeigt, dass 3,3% der Messwerte im Subarcsec-Bereich liegen, also kleiner als 1" sind. Weitere 31,6% liegen in einem Bereich von 1,01" bis 1,59" und 25,9% in einem Bereich zwischen 1,6" bis 2,0" (vgl. Abb. 4).

Da es aus astrofotografischer Sicht um die Nächte mit gutem Seeing bis 2" geht, soll nun dieser Bereich ausführlicher betrachtet werden. Zieht man diese Obergrenze zur Betrachtung heran (Abb. 5), so liegt der Mittelwert des Seeings bei  $S_m = 1,51''$  mit einer Streuung  $\sigma^2 = 0,091$ . Dabei lag der niedrigst gemessene Seeingwert bei 0,63". Nun ist es nicht damit getan, sich lediglich alle gemessenen Werte anzusehen. Viel interessanter ist ja die Frage, wie viele Nächte dabei sind, in denen das Seeing im Mittel besser als 2" ist. Und wie sieht bei diesen Nächten die Seeingverteilung aus, vor allem im Hin-

blick auf die Stabilität des Seeings? Die Gesamtanzahl der Nächte mit einem Seeingmittelwert von unter 2" belief sich auf neun (von 21), also fast 43% der Messwertenächte. Beispielhaft greife ich drei Nächte illustrativ heraus (Abb. 6) und auch eine Einzelaufnahme von NGC 1333 (Abb. 7) sowie die zugehörige FWHM-Messung (Abb. 8). In diesen Nächten konnten Seeingmittelwerte von zweimal 1,51" sowie 1,56" ermittelt werden. Von den übrigen sechs Nächten der Vollständigkeit halber hier auch die Seeingmittelwerte: 1,62", 1,71", 1,84", 1,57", 1,84" und 1,83".

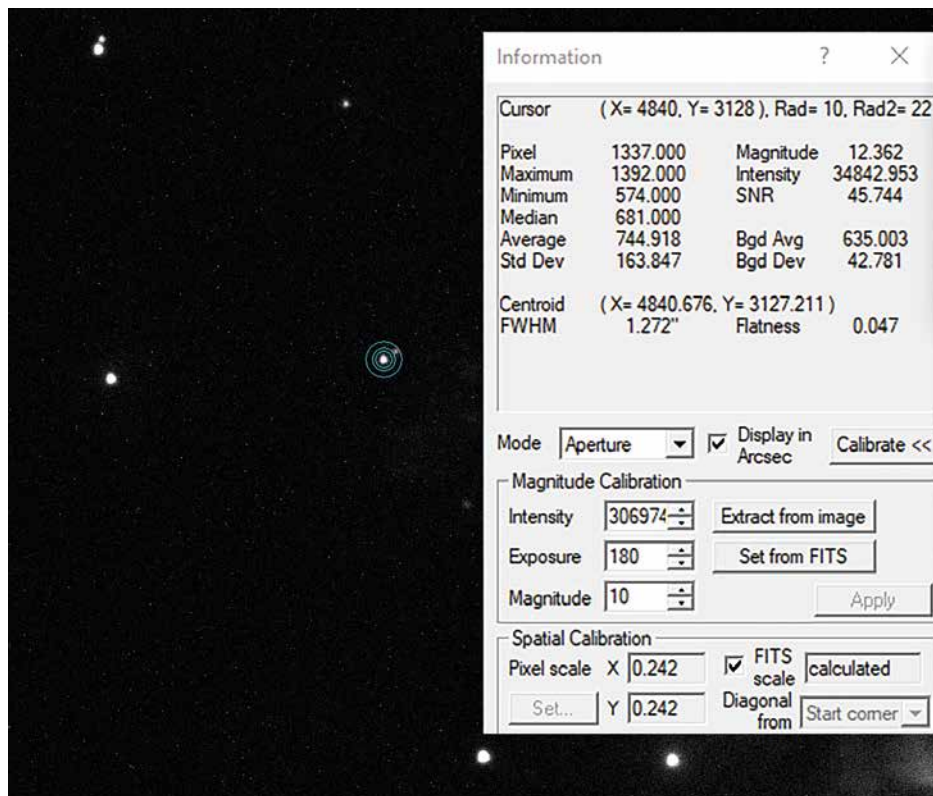
Was lässt sich nun aufgrund dieser Daten und Erfahrungen über die Jahre zum Seeing in Mitteleuropa sagen? Ich denke, dass das Seeing und der Himmel in Mitteleuropa oftmals unterschätzt werden. Das bestätigen meine persönlichen Erfahrungen (an mehreren Standorten), Gespräche mit Astrofotografie-Kollegen (die ihre Sternwarten auch an tiefer gelegenen Standorten haben) sowie die erhobenen Daten. Vielmehr entscheidend ist – sowohl bei der

Errichtung einer fixen Sternwarte als auch in der mobilen Astrofotografie oder Beobachtung – die Auswahl eines geeigneten Standortes. Einen guten Standort zeichnet, abgesehen von einem möglichst dunklen Himmel und wenig Lichtverschmutzung, vor allem seine Lage und das Zustandekommen einer laminaren Strömung (d. h. ohne Turbulenzen vor Ort) aus. Weitere Punkte sind:

- Ist der Standort möglichst hoch gelegen (Seehöhe)?
- Ist der Standort auf einer Kuppe gelegen (und nicht an den Flanken eines Hügels oder Berges)?
- Ist im Umkreis wenig bis nichts an Wärmespeicherfläche vorhanden (Asphalt, Gebäude o. ä.)?

Darüber hinaus gibt es noch einige mögliche Maßnahmen, die man vor dem Bau einer Sternwarte zur Seeingverbesserung in Betracht ziehen sollte: z. B. die Höhe des Teleskops über dem Erdboden, die Durchlüftung der Sternwarte, Ventilatoren zum

Luftaustausch im Teleskop, gerade über dem Spiegel. Ein weiterer, nicht zu vernachlässigender Punkt ist die optisch-mechanische Qualität des verwendeten Teleskops (optische Eigenschaften, Steifigkeit von Tubus und Spiegelzelle u. v. m.) und die Kollimation. Ich möchte gar nicht weiter in die Tiefe gehen, sehr vereinfacht gesagt, bringt man das atmosphärische Seeing nur dann auch auf den Sensor, wenn die „Einheit Teleskop“ und die „Einheit Sternwartegebäude“ dies auch zulassen. Natürlich kann Mitteleuropa - gerade vom Wetter, der Wetterstabilität als auch beim Seeing - nicht mit den besten Standorten der Welt (Chile, Namibia, usw.) konkurrieren. Aber so schlecht, wie der Himmel im Europa oft geredet wird, ist er nachweislich nicht. Eine Vielzahl toller Bilder mit kleinen wie größeren Teleskopen bestätigt das. Und abgesehen davon bietet der Nordhimmel eine Fülle an wunderbaren Objekten, für die sich die eine oder andere sinnvolle „Schlafenspause“ lohnt, wenn das Seeing einfach nichts hergibt.



## 8 Sternmessung im Einzelbild mittels MaxIm DL (1,272")

### Literatur- und Internethinweise (Stand März/April 2021)

- [1] Wikipedia: „Seeing“, <https://de.wikipedia.org/wiki/Seeing>
- [2] M. Weigand, Webseite: [www.skytrip.de/seeing.htm](http://www.skytrip.de/seeing.htm)
- [3] Alcor System, 2020: Cyclope and micro/ $\mu$ -cyclope seeing monitor System, [www.alcor-system.com/common/MiniCyclop/Mini\\_Cyclop\\_Doc\\_en.pdf](http://www.alcor-system.com/common/MiniCyclop/Mini_Cyclop_Doc_en.pdf)

- [4] G. Baudat, 2016: „Astronomical Seeing“, in: Northeast Astro-Imaging Conference, 7. und 8.4.2016, [www.innovationsforesight.com/wp-content/uploads/2016/04/Astronomical-seeing-NEAIC-2016\\_FullVersion.pdf](http://www.innovationsforesight.com/wp-content/uploads/2016/04/Astronomical-seeing-NEAIC-2016_FullVersion.pdf)
- [5] C. E. Coulman, 1985: „Fundamental and applied aspects of astronomical seeing“, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 23, p. 19-57

- [6] S. Hippler, M. Kaper, 2004: „Dem Seeing ein Schnippchen schlagen“, *Sterne und Weltraum* 10/2004, S. 32-42
- [7] P. Martinez, J. Kolb, M. Sarazin, A. Tokovinin, 2010: „On the difference between Seeing and image quality: when the turbulence outer scale enters the game“, *The Messenger* 141, p. 5-8

Anzeige



**Gerd Neumann Jr.**  
www.gerdneumann.net

## Aurora - Gute Flatfields ganz einfach und zuverlässig

**Aurora Flatfield Folien sind bei tausenden Kunden auf der ganzen Welt im Einsatz und werden von führenden Astrofotografen verwendet und empfohlen!**



- Kein Stress mit Sky-Flats in der Dämmerung oder Hantieren mit der Taschenlampe für T-Shirt-Flats: Gute Flatfields, jederzeit!
- Gleichmäßige Ausleuchtung der Objektivöffnung
- Vollständiges Spektrum, daher auch mit Linienfiltern nutzbar
- Leicht, handlich und robust
- Inverter für Batterie, 12V oder 240V verfügbar
- von 10cm bis 100cm Durchmesser

ab EUR 65,-\* \*incl. 19% Ust

Dipl.-Ing. Gerd Neumann; Neumann-Reichardt-Str 27-33, Haus 4, D - 22041 Hamburg; eMail:info@gerdneumann.net; www.gerdneumann.net