



Die Lichtverschmutzung überlisten

TEIL 1: SECHS FILTER FÜR DIE DIGITALE ASTROFOTOGRAFIE

von Peter Wienerroither

Der größte Feind des Astronomen ist neben dem Wetter die zunehmende Lichtverschmutzung. Davon besonders betroffen sind die Astrofotografen, weil schon nach kurzer Belichtungszeit der Himmelshintergrund aufgehellt ist und die fotografierten Objekte darin untergehen. Viele Astrofotografen nehmen deshalb lange Autofahrten und die Unbequemlichkeiten der mobilen Astronomie auf sich, um ihr Hobby unter einem dunklen Himmel betreiben zu können. Wie schön wäre es, wenn man darauf verzichten und mitten aus der Stadt vom Balkon der eigenen Wohnung aus tiefe Astrofotografie betreiben könnte. Abhilfe versprechen passende Filter.

Filter gegen Lichtverschmutzung

Bei Filtern zur Unterdrückung von Lichtverschmutzung gibt es zwei Typen. Die Breitbandfilter filtern nur die störenden Emissionslinien, meist von Quecksilber und Natrium, künstlicher Lichtquellen heraus. Diese Filter werden allgemein LPR (Light Pollution Reduction) oder ähnlich genannt. Schmalbandfilter hingegen lassen nur das Licht bestimmter Wellenlängen durch. Dazu gehören so

genannte UHC-Filter, aber auch ein OIII-Filter.

Der Test soll zeigen, welche Filter bei modernen CCD- und Digitalkameras die Lichtverschmutzung am besten kompensieren.

Der Vergleich

Verglichen wurden die Filter Mond & Skyglow sowie H α (HWB: 45 nm) von Baader, der LPS-Filter der Firma IDAS

(ehemals Tokai und im Vertrieb von Vixen), der TS ALP (ehemals Antares) und der CLS- sowie UHC-Filter der Firma Astronomik. Alle Filter hatten eine Größe von 2 Zoll. Der Baader H α -Filter sollte zeigen, ob durch diesen Filter bessere Aufnahmen im roten Spektralbereich mit der EOS 10D möglich sind, da der Kamerasensor bekanntermaßen gerade hier seine Schwäche hat. Alle anderen Filter dienen speziell der Unterdrückung von Lichtverschmutzung.

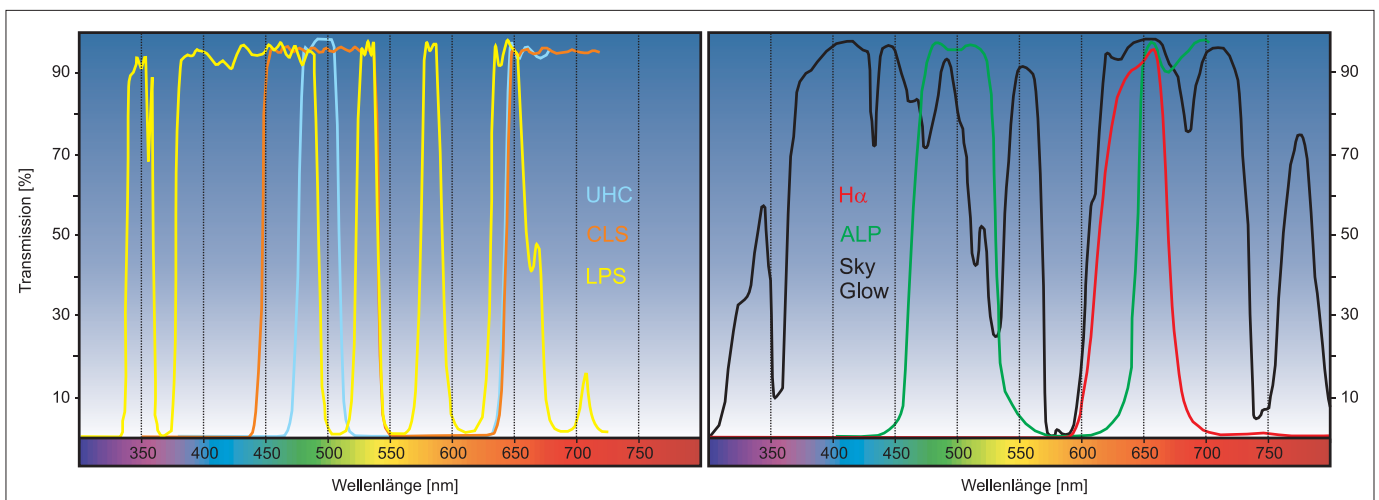


Abb. 2: Die Transmissionskurven der betrachteten Filter.



◀ Abb. 1: Können Filter etwas gegen die Lichtverschmutzung ausrichten? Von rechts nach links sind der H α - und der SkyGlow-Filter von Baader, der IDAS-Filter von LPS, der ALP-Filter von Antares sowie der CLS- und der UHC-Filter von Astronomik zu sehen. [P. Wienerroither]

Abb. 3: Panorama-Aufnahme des Beobachtungsstandortes am Stadtrand von Wien. Deutlich ist der Einfluss der Lichtverschmutzung. [P. Wienerroither]

Zum Testen der Filter kamen als Optiken ein Canon EF 50mm/1,8-II-Fotoobjektiv, ein Bresser Champ 80/400-FH-Achromat und ein Takahashi Epsilon 160 (160/530 fotooptimierter Newton mit Korrektor) zum Einsatz. Als Kameras wurden eine Canon EOS 10D digitale SLR und eine Starlight Xpress SXV-H9 Astro-CCD-Kamera eingesetzt. Da die Canon EOS 300D denselben Sensorchip wie die 10D verwendet, sollten die Testergebnisse auch für diese Kamera gültig sein.

Abb. 4 zeigt die Eigenfarbe der verschiedenen Filter und wurde mit der EOS 10D und Canon 50mm bei f/1,8 gemacht. Der Weißabgleich war auf »Sonne« eingestellt, damit der automatische Weißabgleich keine ungewollte Farbkorrektur vornimmt. Mit dem Weißabgleich wird bei einer Digitalkamera die unterschiedliche Eigenfarbe von Lichtquellen kompensiert, was etwa der Verwendung von Filmen für Tages- und Kunstlicht entspricht. Die Belichtungsautomatik wurde verwendet, um die unterschiedliche Filterdichte zu kompensieren.

Als Teststandort war mein Garten am südlichen Stadtrand von Wien besonders prädestiniert. Umzingelt von leuchtkräftigen Lichtquellen, eingengt durch Gebäude und hohe Bäume und gestört durch den Flugverkehr vom nahen Flughafen ist es schlichtweg der Albtraum jedes Astrofotografen, abgesehen von der klimatisch ungünstigen Beckenlage Wiens (Abb. 3). Und nur in guten Nächten erreiche ich eine Grenzgröße von 5^m0 im Zenit.

Verarbeitung der Filter

An der mechanischen Verarbeitung der Filter gab es nichts auszusetzen. Alle wurden in gedrehten Fassungen mit Gewinding gehalten. Die Baader Filterfassungen sind mit 8mm sehr hoch und passen gerade noch in die Neumann-Filterschublade. Mit Filterrädern könnte es Probleme geben, so dass man vor dem Kauf prüfen sollte, ob sie hineinpassen. Dafür haben sie eine griffige, gerippte Fassung und eignen sich besonders für den häufigen Wech-

sel. Die Astronomik-Filter sind das genaue Gegenteil: niedrig und glatt. LPS und ALP liegen dazwischen und haben einen schmalen, gerändelten Rand. Auch die Gewinde passen sehr gut in der Neumann-Filterschublade, einem 2"-Okular, einem 2"-Zenit Spiegel und diversen Adaptern. Verpackt sind alle Filter in Kunststoffbehältern, teils Hartplastik mit Gewinde- bzw. Bajonettdeckel, teils weichen Boxen mit Schnappdeckel.

Der Praxisvergleich

Beispiel: Orionnebel, Normalobjektiv: Der erste Filtertest erfolgte am 14.1.2004 mit dem Canon 50mm/1,8 Fotoobjektiv bei Blende 4,0. Die Grenzgröße lag bei 4^m5 im Zenit. Die Filter wurden vor der Optik montiert und die Belichtungszeiten so gewählt, dass der Himmels hintergrund auf allen Fotos eine einheitliche Schwärzung aufwies. Die Belichtungszeit stellt dann ein gewisses Maß für die »Effizienz« des Filters, den Himmels hintergrund zu unterdrücken, dar. Abb. 5a und 5b zeigen die Ergebnisse am Beispiel des Orionnebels. Die Fotos mit der EOS 10D wurden bei ISO 200, Weißabgleich »Sonne«, Bildformat JPG gemacht und sind Ausschnitte im Maßstab 1:1. Jeweils zwei Aufnahmen wurden gemittelt. Die zweite Testserie wurde mit der Starlight Xpress SXV-H9 bei 1x1-Binning durchgeführt. Ein Gewinn an Grenzgröße bei Sternen ist durch Verwendung der Filter nicht sichtbar, jedoch kann mit den Filtern länger belichtet werden, bis eine Aufhellung des Himmels hintergrundes auftritt, was den Details im Orionnebel zugute kommt. Der UHC-Filter bringt das beste Ergebnis, ALP und CLS sind bei Verwendung der EOS-Kamera annähernd gleichwertig, während der LPS und insbesondere der SkyGlow abfallen. Das schlechtere Abschneiden des SkyGlow-Filters gegenüber dem LPS-Filter ist eine Folge davon, dass der SkyGlow-Filter von den

Abb. 4: Die Tageslichtaufnahmen durch die verschiedenen Filter zeigen sehr schön deren Eigenfarben. [P. Wienerroither]



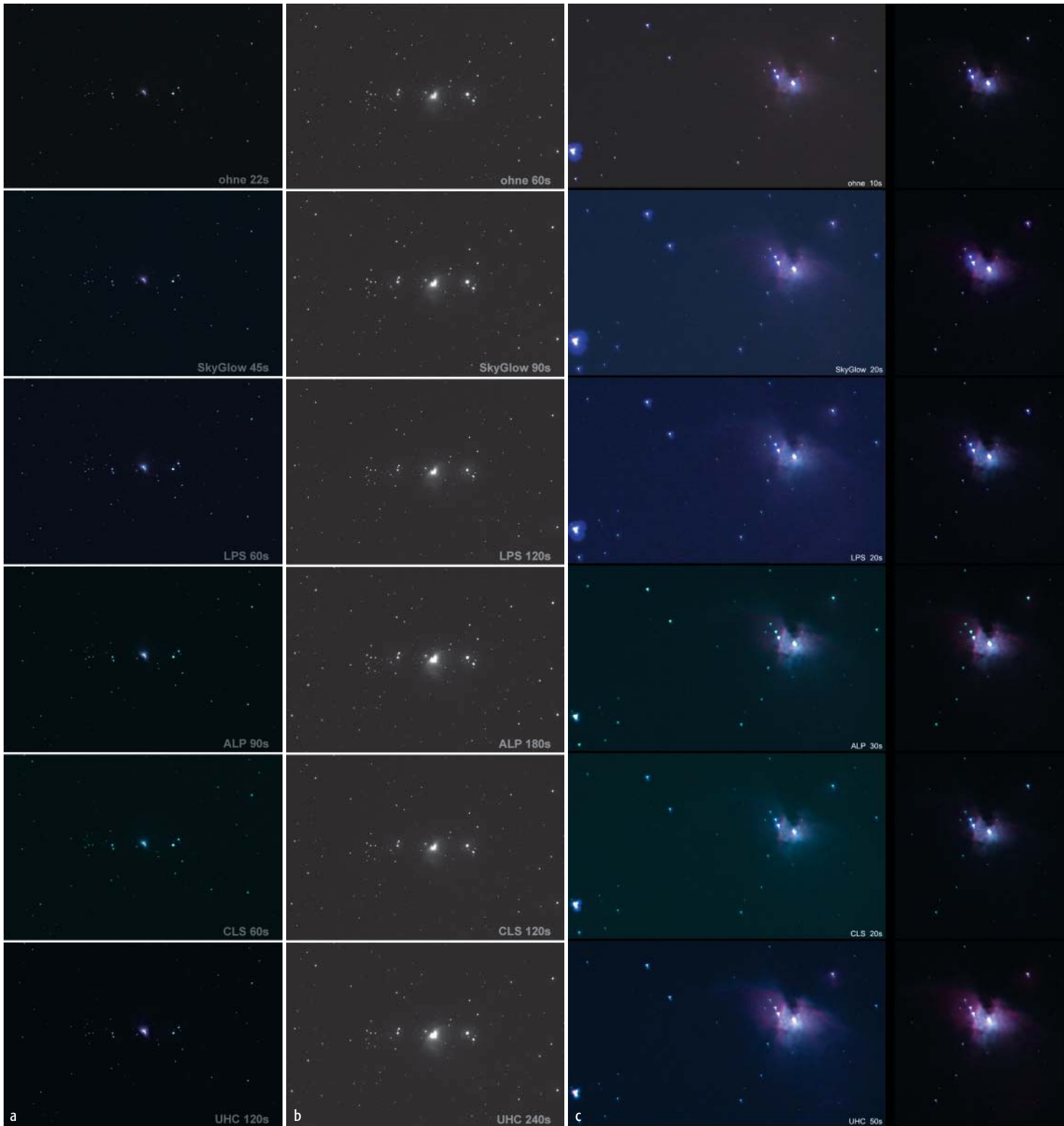


Abb. 5: Die Region um den Orionnebel (M 42) eignet sich mit ihren hellen Sternen und dem Emissionsnebel mit roten ($H\alpha$ 656nm), grünen ([OIII] 501nm) und blauen ($H\beta$ 487nm) Anteilen hervorragend als Test für die fotografische Eignung der Filter. Man beachte die unterschiedliche Einfärbung des Himmelshintergrunds sowie die selektive Verstärkung oder Abschwächung einzelner Nebelpartien. Die Bilder zeigen von oben nach unten: ohne Filter, Baader SkyGlow, IDAS LPS, Teleskop-Service ALP, Astronomik CLS und Astronomik UHC. Bei jeder Aufnahme ist die jeweilige Belichtungszeit vermerkt. [P. Wienerroither] a) Canon EOS 10D, 50mm/1,8-Objektiv, ISO 200, Weißabgleich »Sonne«, Bildformat JPG. Ausschnitte im Maßstab 1:1. Jeweils zwei Aufnahmen wurden gemittelt, b) Starlight Xpress SXV-H9-CCD-Kamera, 50mm/1,8-Objektiv. ISO 200, Weißabgleich »Sonne«, Bildformat JPG, c) Canon EOS 10D, 80/400-Refraktor, ISO 400, Weißabgleich »Sonne«, Bildformat JPG. Die Filter wurden in einer Neumann-Filterschublade montiert und die Belichtungszeiten korrigiert für eine einheitliche Schwärzung des Himmelshintergrundes. Alle Fotos sind Ausschnitte 1:1 und je zwei Aufnahmen wurden gemittelt. In der linken Seite sieht man die unbearbeiteten Aufnahmen, rechts wurde eine Gradationsanpassung für 10% Hintergrundhelligkeit und eine Farbkorrektur vorgenommen, d) Starlight Xpress SXV-H9-CCD-Kamera, 80/400-Refraktor, 1×1-binning, ISO 400, Weißabgleich »Sonne«, Bildformat JPG, e) Canon EOS 10D, 160/530-Newton, ISO 400, Weißabgleich »Sonne«, Bildformat JPG. In der linken Spalte sieht man die unbearbeiteten Aufnahmen, rechts wurde eine Gradationsanpassung für 10% Hintergrundhelligkeit vorgenommen, f) Starlight Xpress SXV-H9-CCD-Kamera, 160/530-Newton, ISO 400, Weißabgleich »Sonne«, Bildformat JPG.



Quecksilber- und Natrium-Linien, die die Straßenbeleuchtung ausmachen, nur die Linien zwischen 580nm und 600nm vollständig herausfiltert; dies erklärt auch den günstigen Preis dieses Filters. Bei der Starlight Xpress-Kamera sind die Unterschiede zwischen den Filtern nicht so deutlich, was am Empfindlichkeitsbereich der Kamera liegen könnte.

Beispiel: Orionnebel, Refraktor: Der Vergleich mit dem 80/400-Refraktor wurde am 6.3.2004 durchgeführt, einen Tag vor

Vollmond. Als Kamera diente die EOS 10D bei ISO 400, Weißabgleich »Sonne«, Bildformat JPG. Die Filter wurden in einer Neumann-Filterschublade montiert und die Belichtungszeiten wieder für eine einheitliche Schwärzung des Himmels-hintergrundes korrigiert. Alle Fotos sind Ausschnitte 1:1 und wieder wurden je zwei Aufnahmen gemittelt. Als Problem erwies sich bei den Tests mit Teleskopen der Vergleich der Testaufnahmen in Bezug auf die Schärfe und damit zum Teil auch die Grenzhelligkeit von Sternen, denn die Fil-

ter sind natürlich nicht gleich dick, so dass für jeden Filter nachfokussiert werden musste. Dies gelang mehr oder weniger gut, war aber nie reproduzierbar, wiewohl es mit geeigneten Hilfsmitteln wie Sucherlupe, Scheinerblende oder (künstlichen) Newton Spikes geschah. Abb. 5c zeigt in der linken Spalte die unbearbeiteten Aufnahmen, in der rechten die mit Gradationsanpassung für 10% Hintergrundhelligkeit und Farbkorrektur. Das beste Ergebnis lieferte der Astronomik UHC mit der längst möglichen Belichtungszeit und

den meisten Details im Nebel. Leider sieht man auch die schlechte Qualität der Optik deutlich. Die unterschiedliche Färbung des Himmelshintergrundes in der linken Spalte ist der Eigenfarbe der Filter zuzuschreiben, wobei der ALP den neutralsten Hintergrund zeigt. Bei UHC und CLS ergibt sich ein leicht blauer bzw. grüngrauer Hintergrund. Wie man aber in der rechten Spalte sieht, ist das mit etwas Bildbearbeitung leicht zu kompensieren.

Ein weiterer Test mit dem 80/400-Refraktor wurde am 10.3.2004 bei nebligem Himmel mit der Starlight SXV-H9 bei 1×1-Binning gemacht. Testaufbau und -durchführung wurden identisch zum vorhergehenden Test gewählt. Die Filter wurden in der Neumann-Filterschublade montiert und die Belichtungszeiten wieder so gewählt, dass eine einheitliche Schwärzung des Himmelshintergrundes gegeben war. Das Ergebnis in Abb. 5d bescheinigt auch hier dem UHC-Filter das beste Ergebnis in Bezug auf die Nebeldetails, gefolgt von ALP, CLS und LPS sowie SkyGlow. Das etwas breitere Durchlassfenster des CLS-Filters gegenüber dem ALP dürfte sein schlechteres Abschneiden erklären. Außerdem kam noch ein Takahashi Epsilon zum Einsatz. Testaufbau und -bedingungen entsprachen den oben genannten. Es ergaben sich sowohl mit der EOS als auch der Starlight Xpress-Kamera keine wesentlichen Unterschiede zu den Aufnahmen mit dem 80/400-Refraktor (Abb. 5e und 5f). Weitere Testaufnahmen sind auf meiner Homepage zu finden.

Beispiel: Mond, Refraktor:

Ein Test mit dem 80/400 erfolgte ebenfalls am 6.3.2004 am Mond mit der EOS 10D (ISO 100, Weißabgleich »Sonne«, Bildformat JPG). Mit denselben Filtern wurde aus jeweils vier Fotos bei jedesmaliger neuer Scharfstellung das schärfste am PC ausgesucht. Die Belichtungszeiten wurden für einheitliche Helligkeit der Lichter gewählt und die



Abb. 6: Aufnahmen des Mondes mit dem 80/400-Refraktor und der Canon EOS 10D (ISO 100, Weißabgleich »Sonne«, Bildformat JPG). Aus einer Serie von jeweils vier Fotos mit einem Filter bei jedesmaliger neuer Scharfstellung wurde das schärfste ausgesucht. Die Belichtungszeiten wurden für einheitliche Helligkeit der Lichter gewählt und die Eigenfarbe der Filter wurde per Bildbearbeitung kompensiert. [P. Wienerroither]

ter wurde per Bildbearbeitung kompensiert (Abb. 6). Es ergab sich eine teilweise wenn auch geringfügige Verbesserung von Schärfe und/oder Kontrast durch die Filter. Mit längerer Brennweite wäre das Ergebnis vielleicht eindeutiger sichtbar gewesen. Sehr gute Ergebnisse liefert ein

Abb. 8: Nordamerikanebel, aufgenommen einige Kilometer außerhalb von Wien bei 6^m5 im Zenit mit der EOS 10D bei ISO 800, Canon 50mm/1,8 bei Blende 2,8. Drei Aufnahmen ohne Filter mit je 1 Minute Belichtungszeit, 2×3 Minuten mit UHC-Filter und 2×3 Minuten mit H α -Filter wurden nach exzessiver Bildbearbeitung zum Endergebnis in der untersten Aufnahme kombiniert. [P. Wienerroither]

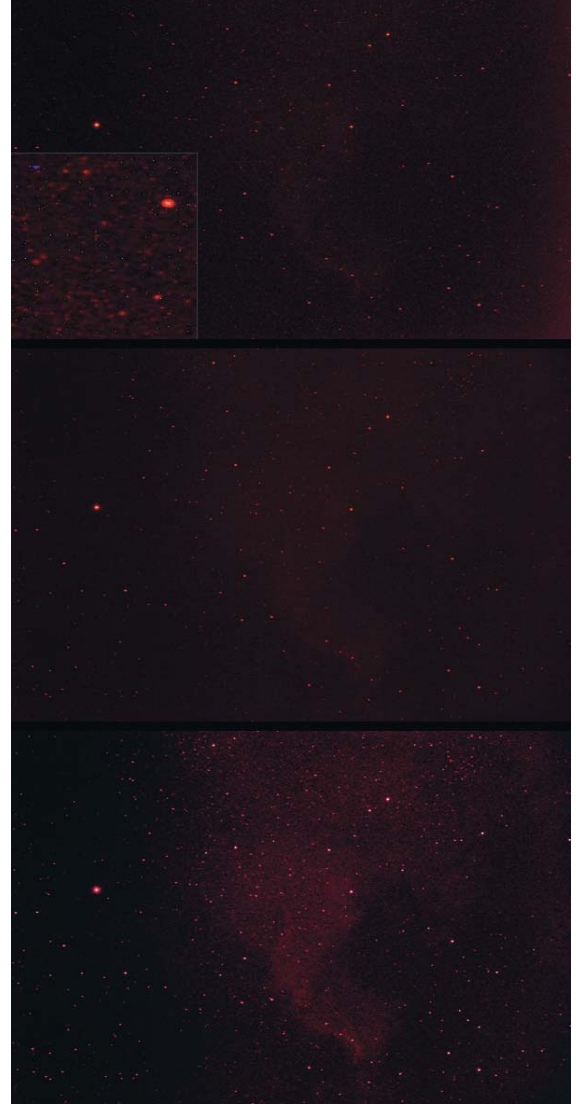
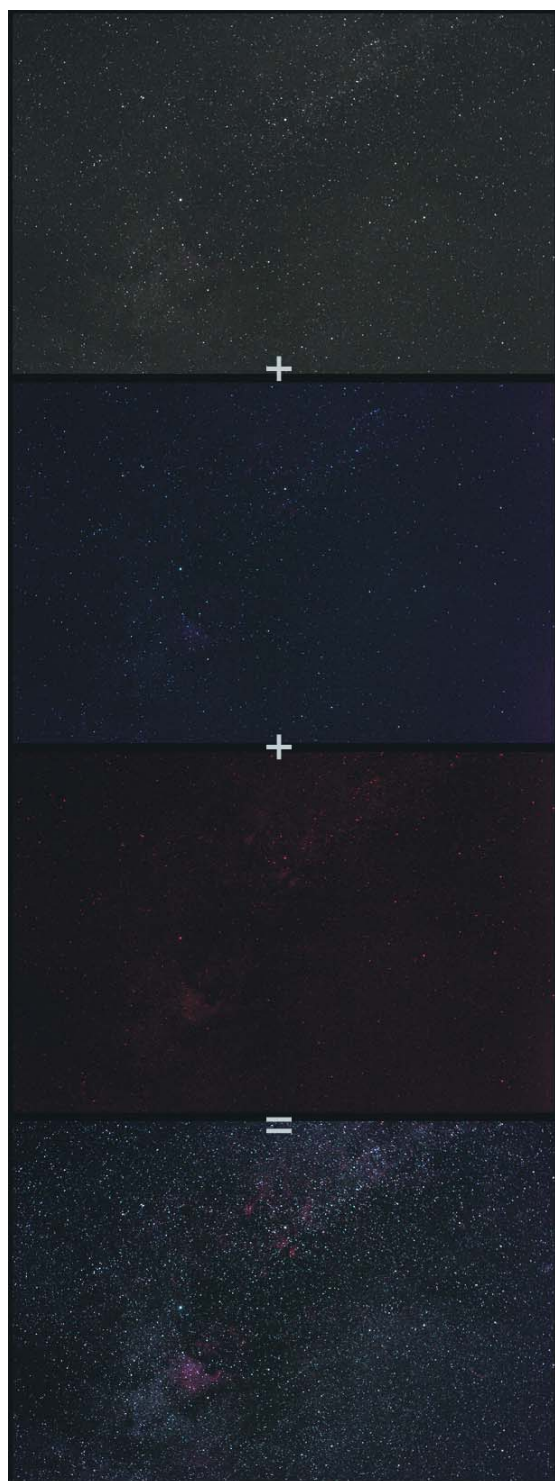


Abb. 7: Nordamerikanebel, aufgenommen am 21.7.2004 bei dunstigem Wetter, 23 °C und 4^m3 im Zenit. Das obere Teilbild zeigt eine verkleinerte Einzelaufnahme, 270s bei ISO 800 belichtet. Das Detail zeigt einen Ausschnitt 1:1, auf dem das starke Rauschen gut zu sehen ist. Das mittlere Bild zeigt 5 summierte Aufnahmen nach Abzug der Darkframes. Das untere Teilbild ist schließlich die »fertige« Aufnahme, bei der der Rotkanal einer ungefilterten Aufnahme mit dem H α -Bild ergänzt wurde. [P. Wienerroither]

Eigenfarbe der Fil-

ter wie z.B. ein H α -Filter, da durch diesen die Farbfehler der Optik ausgeschaltet werden.

Beispiel: NGC 7000, Refraktor: Über mehrere Nächte und mit verschiedenen Optiken an der EOS 10D wurde der Bader H α -Filter hauptsächlich am Nordamerikanebel getestet. Das Problem bei



Aufnahmen mit einem H α -Filter und einer Farbkamera ist, dass auch der Hintergrund stark rot eingefärbt wird, so dass man nur mit exzessiver Bildbearbeitung und mittels Kombination mit ungefilterten Aufnahmen zu brauchbaren Ergebnissen kommt, die in dieser Qualität auch mit den anderen Filtern erreicht werden können. Ein weiteres Problem stellen die extrem langen Belichtungszeiten dar, die

Tab. 1: Daten zu den Filter gegen die Lichtverschmutzung

Filter	Durchlass-/Sperrwellenlängen	HWB	max. Transmission	Listenpreis 1,25"	Listenpreis 2"
Baader H α	D: H α 656nm	45nm	95%	–	94,- €
Baader Mond & Skyglow	S: H γ - u. Na-Linien	–	>90%	35,- €	64,- €
IDAS LPS	S: H γ - u. Na-Linien	–	>90%	169,- €	229,- €
TS ALP	D: 470nm-530nm, 645nm-	–	>90%	85,- €	149,- €
Astronomik CLS	D: 450nm-540nm, 645nm-	–	>95%	69,- €	159,- €
Astronomik UHC	D: 475nm-510nm, 645nm-	–	>95%	99,- €	229,- €

etwa das Zehnfache gegenüber Fotos ohne Filter betragen. Abb. 7 zeigt als Beispiel den Nordamerikanebel, aufgenommen am 21.7.2004 bei dunstigem Wetter, 23°C und nur 4^m3 im Zenit.

Wesentlich bessere Ergebnisse konnten am 16.7.2004 unter sehr guten Bedingungen einige Kilometer außerhalb von Wien unter einem Himmel mit gut 6^m5 im Zenit erzielt werden (Abb. 8).

Fazit

Wie die Tests zeigen, sind Filter zur Unterdrückung von Lichtverschmutzung eine sinnvolle Ergänzung der Ausrüstung von Astrofotografen. Schmalbandige UHC-Filter sind vor allem bei Objekten, deren stärkste Emissionslinien im Durchlassbereich der Filter liegen, von Vorteil, da sie im wesentlichen störendes Hintergrundlicht herausfiltern. Für Objekte mit kontinuierlichem Spektrum (z.B. Galaxien) filtern sie jedoch große Anteile der Objektstrahlung heraus und führen zu einer deutlich längeren Belichtungszeit. Breitbandigere Filter lassen neben der Objektstrahlung auch mehr Strahlung vom Hintergrund durch, wodurch die Hintergrundhelligkeit schneller ansteigt.

Das beste Ergebnis unter den Lichtverschmutzungs-Filtern an der EOS 10D lieferte der UHC-Filter von Astronomik; er ermöglicht eine vier- bis fünffach längere Belichtungszeit mit entsprechend mehr Details im Nebel. SkyGlow, LPS und CLS sind etwa gleichwertig, der ALP-Filter liefert ein etwas besseres Ergebnis. Für die Starlight Xpress SXV-H9 ist das Ergebnis ähnlich. Wer den höheren Preis des 2"-UHC-Filters scheut, dem bietet sich mit dem TS ALP eine Alternative. Wer jedoch

nicht nur Emissionsnebel und Planetarische Nebel, deren stärkste Emissionslinien H α , H β und/oder [OIII] im Durchlassbereich dieser engbandigen Filter liegen, sondern auch Sternhaufen und Galaxien fotografieren möchte, der sollte zum LPS-Filter greifen, um wenigstens die störenden Emissionen von Quecksilber- und Natriumdampflampen auszublenden.

Für CCD-Fotografen gilt es bei der Verwendung von LPR-Filtern noch zu beachten, dass der als Ersatz für den L-Filter eingesetzte LPR-Filter von derselben Firma wie die RGB-Filter kommen sollte bzw. alle Filter identische Glasstärke haben sollten, sonst muss bei einem Filterwechsel nachfokussiert werden. Außerdem sollte der LPR-Filter bei Fotografie mit Refraktoren auch eine IR-Sperrschicht haben, damit nicht noch ein zweiter Filter verwendet werden muss. Bei den getesteten Filtern enden die Filterkurven meist vor diesem Bereich ab 750nm.

In Verbindung mit der EOS 10D ist ein H α -Filter nur eingeschränkt empfehlenswert, da gute Ergebnisse nur mit zusätzlichen Aufnahmen ohne Filter und mit aufwändiger Bildbearbeitung machbar sind.

Der alte Spruch »Ein dunkler Himmel ist durch nichts zu ersetzen« hat nach wie vor seine Gültigkeit, aber mit modernen elektronischen Kameras und aktueller Filtertechnik sind Astrofotos im städtischen Bereich machbar, die kein Film je erbringen könnte.

➤ SURFTIPPS |

Homepage des Autors •
homepage.univie.ac.at/peter.wienerroither/Filtertest/

Die Baader-Filter wurden von der Fa. Baader, Mammendorf leihweise zur Verfügung gestellt, die Astronomik- und das ALP-Filter von Teleskopservice Ransburg, Putzbrunn-Solalinden/München und das IDAS-Filter von Scopequipment, Forbach.