



Journal für Astronomie

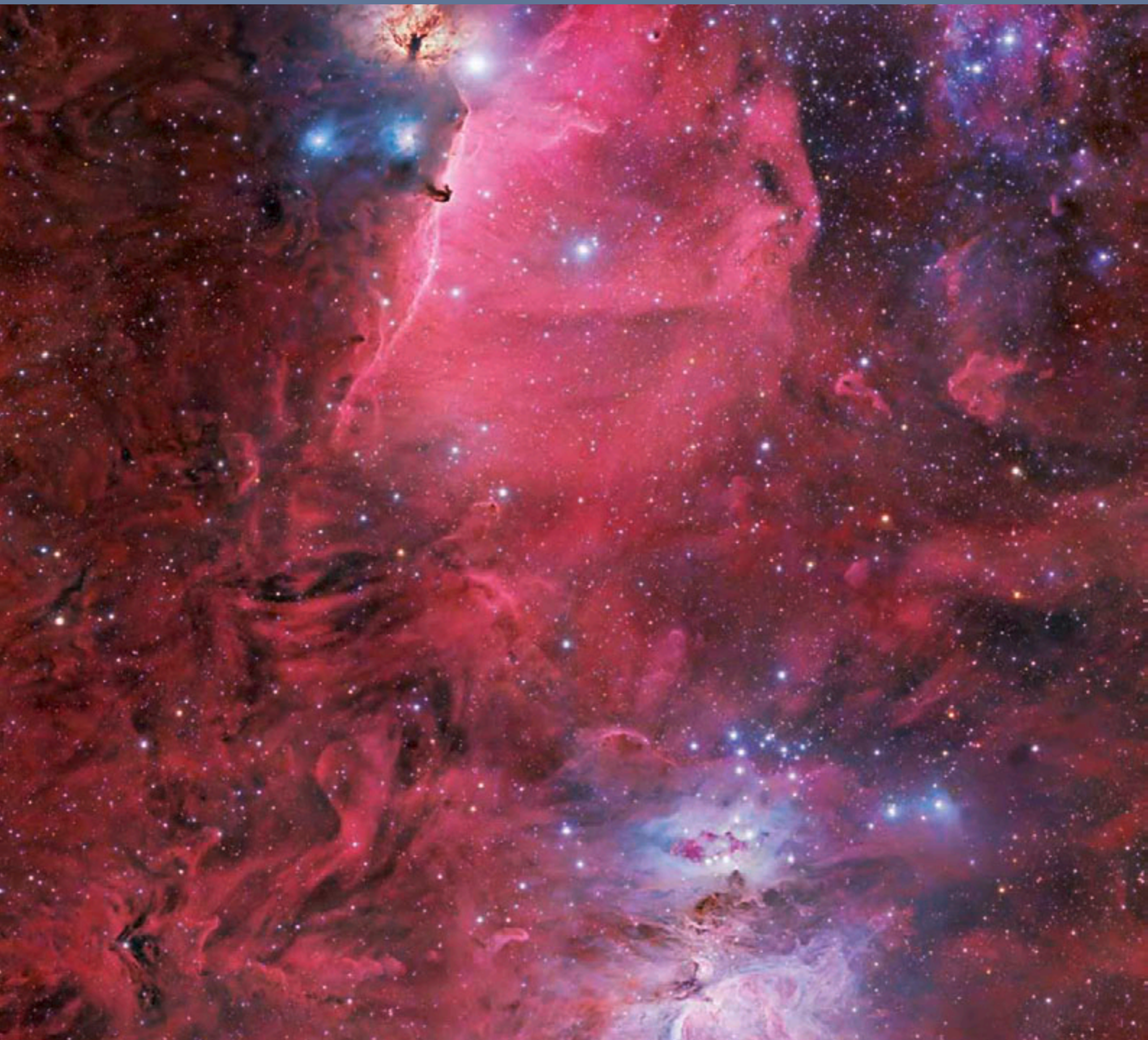
www.vds-astro.de

ISSN 1615-0880

I/2014

Nr. 48

Zeitschrift der Vereinigung der Sternfreunde e.V.



Astronomie in Rostock
Seite 42



Nova Delphini 2013
Seite 73



Astronomietag 2013
Seite 84

Schwerpunktthema
**Astronomie am
Schreibtisch**

Software zur Berechnung von Astro-Kennzahlen zu aktuellen Kombinationen aus Teleskop, Okular und Kamera

– Visualisierung des Bildfeldes an ausgewählten Astrofotos aus meiner Galerie

von Horst Ziegler

Bei der Vorbereitung eines neuen Projektes für meine Astro-Galerie stellen sich viele Fragen, die für ein zufriedenstellendes Ergebnis unter den Rahmenbedingungen meines Sternwartenstandortes sowie der Teleskop-, Kamera-, und Filter-Ausrüstung von Bedeutung sind.

Dies sind z.B.:

- die Auswahl eines Objekts (Nebel oder Galaxie) unter Berücksichtigung einer möglichst langen Aufnahme-Sequenz pro Nacht anhand z.B. von Stellarium (Sichtbegrenzung durch umliegende Häuser, möglichst kein Umschlagen der Montierung)

- die Auswahl der Filter (RGB plus evtl. H α oder nur Schmalband), je nach Seeing-Verhältnissen (z.B. Einfluss durch Mondposition und -phase)

- die Auswahl der geeigneten Teleskop-Kamera-Kombination für das gewünschte Objekt (Weitwinkel oder möglichst kleines Bildfeld für Detail-Aufnahmen)

Gerade bei der letzten Fragestellung ist es hilfreich, wenn man durch aussagefähige Kennzahlen die notwendigen Informationen hierzu erhält und das zu erwartende Bildfeld der ausgewählten

Teleskop-Kamera-Kombination anhand einer Visualisierung an verschiedenen Objekten dargestellt bekommt.

Bei den Recherchen zu den relevanten Kennzahlen findet man in der Literatur, den Internet-Foren, den Webseiten von Astro-Kollegen oder den Webseiten von Händlern für Astronomie-Utensilien viele Beiträge mit Formeln und den technischen Zusammenhängen. Um eine Zusammenstellung der wichtigsten Da-

1 Initial-Werte von AstroVis [1]

The screenshot shows the AstroVis web application interface. The main content area displays the title "Berechnung von Astro-Kennzahlen zu aktuellen Teleskop-Okular-Kamera - Kombinationen" and "Visualisierung des Bildfeldes an ausgewählten Astrofotos aus unserer Galerie". The interface is divided into three columns of input fields and calculation results.

Teleskop-Parameter	Kamera-Parameter	Okular-Parameter
TEC APO 140	Moravian G2-8300	Hyperion 24mm
Teleskop-Nummer: 27	Kamera-Nummer: 21	Okular-Nummer: 3
Öffnung in mm: 0140	Anzahl Pixel x/y: 3358 / 2536	Okularbrennweite: 24
Brennweite in mm: 0900	Pixelgröße x/y: 5.4 / 5.4	Korrektor: 2
eff. Brennweite: 1900	eff. Anzahl Pixel x/y: 1679 / 1260	Binning: 2
Öffnung f: 6.4	eff. Pixelgröße x/y: 10.8 / 10.8	Vergrößerungsfaktor mit Okular: 167
Optimum am Planeten: 5	Chipbreite mm: 12.13	min. sinnv. Vergrößerung: 20
Teleskopöffnung in Zoll: 0.030000	Chiphöhe mm: 13.69	max. sinnv. Vergrößerung: 230
Teleskopöffnung in arcsec: 13.23	Bildwinkel diagonal in Grad: 0.66	min. sinnv. Weitwinkel: 98
Visuelle Grenzgröße mag: 21.8	ImageScale arcsec/Pix: 1.140000	max. sinnv. Tele: 7
Bildfeldbreite in arcmin: 24	Mega-Pixel: 2.12	
Bildfeldhöhe in arcmin: 24	Chip-Diagonale in mm: 22.72	

Buttons: Berechnen, Initial, Hilfe

Dropdown: Astrofoto auswählen

Copyright © 2009-2019 AstroVis Web-Design by Horst Ziegler

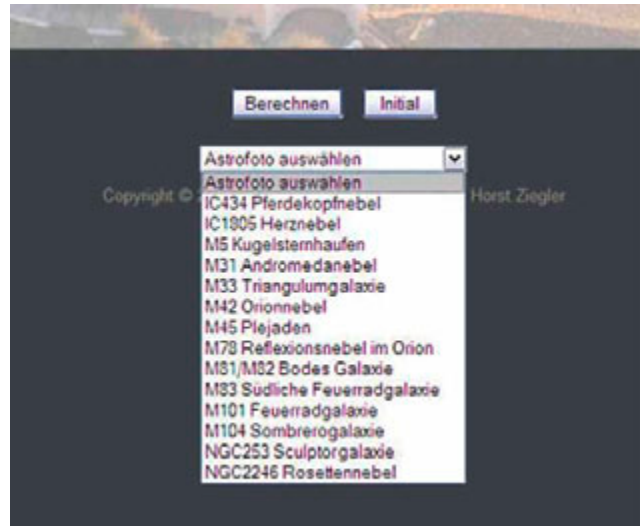
ten mit schnellem Zugriff zu realisieren, wurde für den Eigenbedarf eine mit JavaScript entwickelte selbsterstellte Software in meine Webseite integriert (Abb. 1, [1]).

Sie ist aber auch öffentlich zugänglich und erlaubt interessierten Astrofotografen jederzeit einen webbasierten Zugriff auf diese Informationen. Bei Bedarf werden diese Formelsammlung und auch die Auswahllisten der Instrumente erweitert und an neue Anforderungen angepasst.

Programm-Parameter

Teleskop-Auswahl

In der Teleskop-Auswahlbox sind zurzeit



2

Astro-Foto auswählen

3

Beispiel IC 434, aufgenommen mit Lomo APO 80/480 und Moravian G2-8300, ohne Korrektor

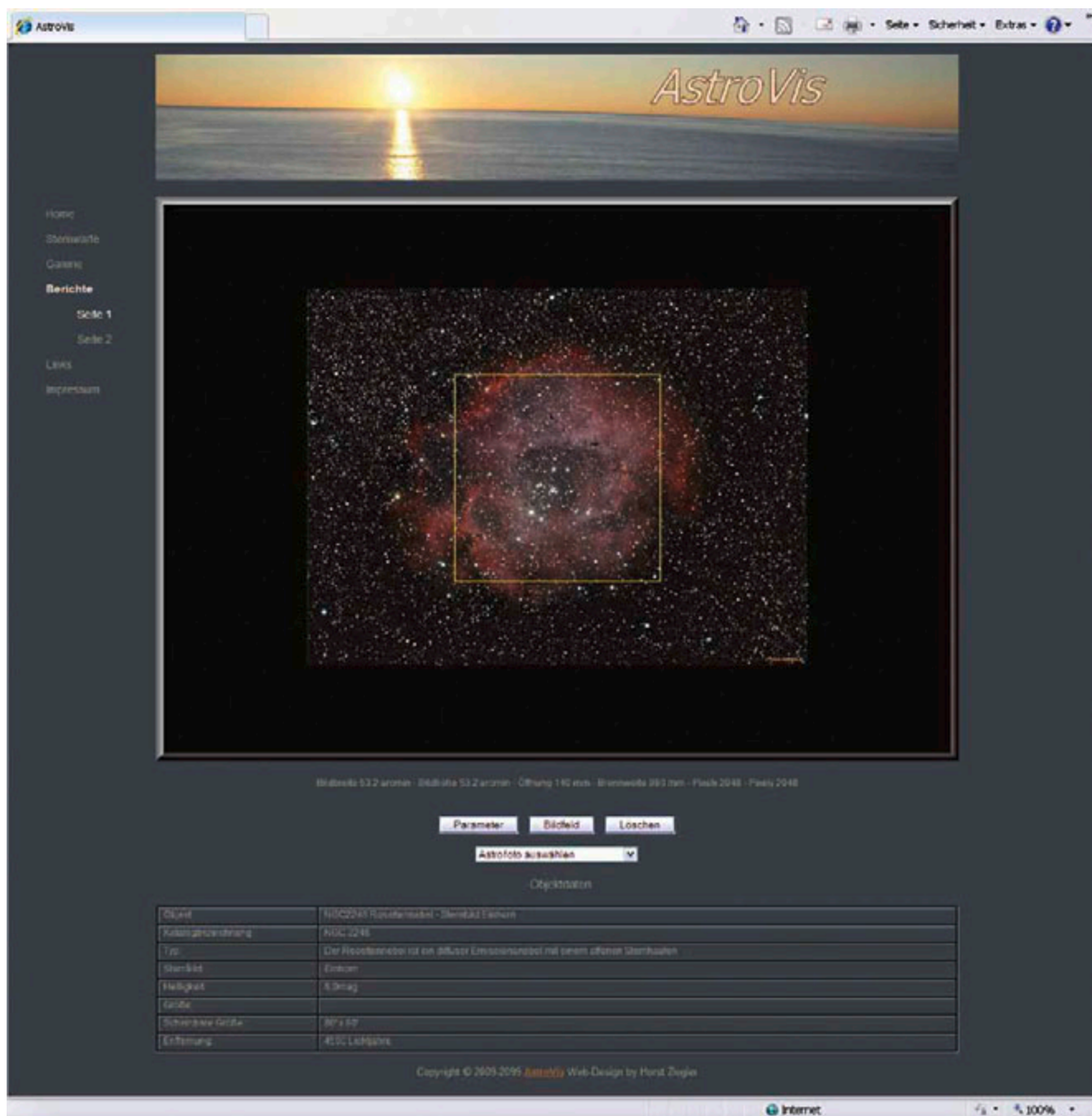
Home
 Sternwarte
 Galerie
 Berichte
 Seite 1
 Seite 2
 Links
 Impressum

AstroVis
 Astrofoto auswählen
 IC434 Pferdekopfnebel
 IC1805 Herznebel
 M5 Kugelsternhaufen
 M31 Andromedanebel
 M33 Triangulumgalaxie
 M42 Orionnebel
 M45 Plejaden
 M78 Reflexionsnebel im Orion
 M81/M82 Bodes Galaxie
 M83 Südliche Feuerradgalaxie
 M101 Feuerradgalaxie
 M104 Sombregalaxie
 NGC253 Sculptorgalaxie
 NGC2246 Rosettennebel

Bildbreite 129.9 arcmin - Bildhöhe 98.13 arcmin - Öffnung 80 mm - Brennweite 480 mm - Pixel 3356 - Pixel 2536
 Parameter Bildfeld Löschen
 Astrofoto auswählen

Objektdaten	
Objekt	IC434 Pferdekopfnebel im Sternbild Orion
Katalogbezeichnung	Barnard 33 + LBN 1629 + IC 434 (Hessleinnebel im Vordergrund)
Typ	Es handelt sich dabei um eine Nebelart aus kaltem Gas und Staub, deren Form an einen Pferdekopf erinnert
Sternbild	Orion
Rektasz.	4.1 mag
Declin.	33.13 grad
Sichtbare Größe	88.8' x 33.7'
Entfernung	1500 Lichtjahre

Copyright © 2008-2009 AstroVis Web-Design by Horst Ziegler



4

Beispiel NGC 2246, Simulation mit TEC APO 140/980 und ATIK 4000 ohne Korrektor

35 der gängigsten Teleskope mit ihren Brennweiten und Öffnungen hinterlegt. Diese Werte werden zur Information auch angezeigt. Der Initialwert ist Teleskop Nr. 27: TEC APO 140/980 mm.

Kamera-Auswahl

In der Kamera-Auswahlbox sind zurzeit 44 der gängigsten Kameras mit ihren Pixelwerten (Anzahl Pixel x, Anzahl Pixel y, Pixelbreite, Pixelhöhe) hinterlegt. Diese Werte werden zur Information auch angezeigt. Der Initialwert ist Kamera Nr. 21: Moravian G2-8300, 3358 x 2536 Pixel, 5,4 µm Pixelgröße.

Okular-Auswahl

In der Okular-Auswahl-Box sind zurzeit vier exemplarische Okulare mit ihren Brennweiten hinterlegt. Diese Werte werden zur Information auch angezeigt. Der Initialwert ist Okular Nr. 3: Hyperion 24 mm.

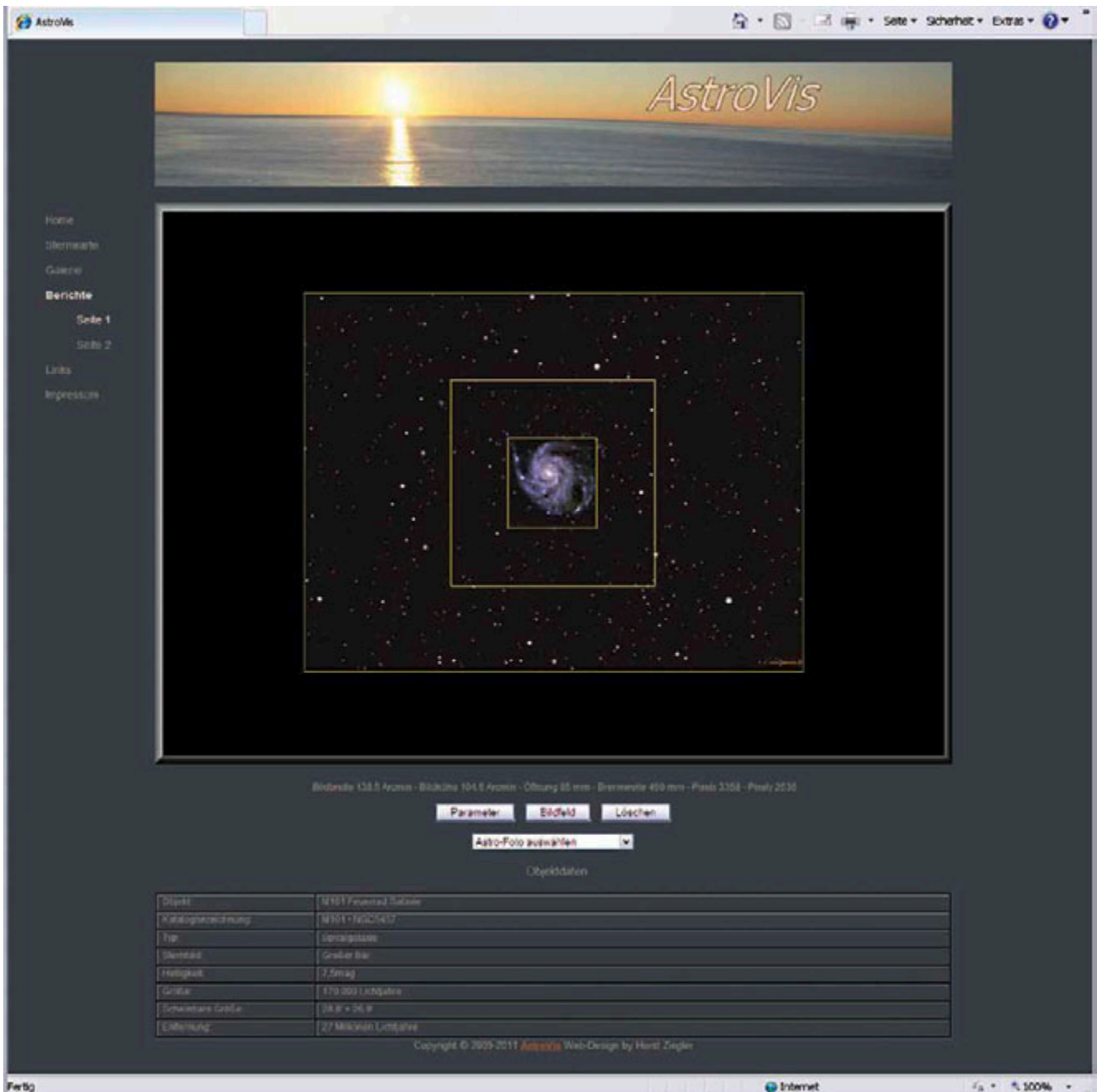
Binning (Initialwert = 1)

Binning [2] bezeichnet die Technik, über die Software Einzelpixel zu Pixelblöcken zusammenzufassen und dadurch die Empfindlichkeit der neuen, größeren Pixel zu erhöhen. Das Binning erlaubt es, eine CCD-Kamera optimal an die Teles-

kopfbrennweite und/oder an das gerade lokal vorherrschende Seeing anzupassen. Das Bildfeld ändert sich nicht, da die Chipgröße unverändert bleibt.

Korrektor-Werte für Barlow-Linsen oder Reducer (Initialwert = 1)

Über diesen Wert kann man die Teleskop-Brennweite reduzieren und das Bildfeld vergrößern (z.B. mit einem 0,8-fachen Reducer) oder die Teleskop-Brennweite verlängern und das Bildfeld verkleinern (z.B. mit einer 2-fachen Barlow-Linse).



5

Beispiel M101, Simulation mit Celestron C9.25 und Korrektor 0,8-fach, f/8, 1880 mm und ATIK 4000

Die Eingabefelder sind an schwarzer Schrift vor weißem Hintergrund erkenntlich. Nach der Parameter-Eingabe werden die technischen Daten der ausgewählten Objekte zur Kontrolle eingeblendet. Dies sind für Teleskope Öffnung und Brennweite, für Kameras Anzahl der Pixel des Chips in x und y sowie die Pixelgröße in μm für x und y. Für Okulare wird die Okularbrennweite in schwarzer Schrift vor grauem Hintergrund angezeigt.

Aus den obigen Eingabewerten ermittelt das Programm eine Reihe von Kennzahlen.

Teleskop-Daten

Effektive Brennweite in Millimeter
Teleskopbrennweite multipliziert mit dem Korrektorwert (Barlow-Linse oder Reducer, Standard = 1). Das Celestron C9.25 hat z.B. eine Brennweite von 2350 mm, mit einem 0,8-fachen Reducer effektiv 1880 mm.

Effektives Öffnungsverhältnis

Das Öffnungsverhältnis ist nicht definiert als $f/5$, $f/8$ oder $f/10$, sondern als Öffnung/Brennweite. Das Celestron C9.25 z.B. hat ein Öffnungsverhältnis von $235/2350 = 1/10$ und mit dem 0,8-fachen Reducer

ein effektives Öffnungsverhältnis von $235/1880 = 1/8$ und ist damit effektiv lichtstärker.

Optimale Brennweite und optimales Öffnungsverhältnis bei Planetenaufnahmen

Bei der hochauflösenden Planetenfotografie und den dazu erforderlichen, langen Brennweiten kann es durchaus sinnvoll sein, die Aufnahmen zu „oversampeln“ [3], d.h., das Licht auf mehr Pixel zu verteilen, als es nach dem Nyquist-Kriterium zum Erreichen der Bildauflösung erforderlich ist. Für die

Bildbreite 251,7 Arcmin - Bildhöhe 167,8 Arcmin - Öffnung 110 mm - Grenzweite 492,8 mm - Pixel 4096 - Pixel 2672

Parameter Bildfeld Löschen

Astro-Foto auswählen

Objekt Daten

Objekt:	Der Hitzebel ist ein Nebel mit einem zentralen Sternhaufen im Inneren.
Katalogbezeichnung:	IC 1805
Typ:	Emissionsnebel
Starnach:	Kassiopeia
Rektasz:	12.5m29
Größe:	
Scheinbare Größe:	60,0' x 60,0'
Entfernung:	7500 Lichtjahre

Copyright © 2007-2009 [AstroVis](#) Web-Design by Horst Ziegler

6

Beispiel IC 1805, Simulation mit TEC APO 110 und Korrektor 0,8-fach, 493 mm, 1/4,5 und SBIG STL-11000M (roter Rahmen und Fehlermeldung)

Berechnung eines optimalen Öffnungsverhältnisses verwendet man folgende Formel:

$$N = D_{\text{pixel}} / (0,51 \times \lambda)$$

Dabei bedeuten N: Blende für eine beugungsbegrenzte Abbildung, 1/N: Öffnungsverhältnis, D_{pixel} : Kantenlänge eines Pixels, λ : Wellenlänge des Lichts (550 nm für „weißes“ Licht).

Beispiel

Kamera DMK21AU03, Pixelbreite 5,6 μm . Hierfür ergibt die Formel eine optimale Blende 19,96 (sprich: 20) und damit ein optimales Öffnungsverhältnis von 1/20 bzw. 1:20 (sprich: 1 zu 20).

Anwendung auf ein Teleskop: TEC APO 140, Brennweite 980 mm, Öffnung 140 mm, Öffnungsverhältnis 1/7. Das bedeutet für die 140 Millimeter Öffnung eine optimale Brennweite von 19,96 x 140

mm = 2794 mm. Daher sollte die Teleskopbrennweite von 980 auf 2794 Millimeter (um den Faktor 2,85) verlängert werden, z.B. mit einem geeigneten Konverter.

Teleskop-Öffnung in Zoll

$$D_{\text{zoll}} = \text{Teleskop-Öffnung in mm} / 25,4$$

Teleskop-Auflösung in Bogensekunden

$$A_{\text{arcsec}} = 116'' / \text{Teleskopöffnung in mm} \quad (\text{nach [4]})$$

Visuelle Grenzgröße in mag [5]

$$m_{\text{grenz}} = 7,5 \text{ mag} + 5 \text{ mag} \times \log(\text{Teleskopöffnung in cm})$$

Bildfeldbreite in Bogenminuten

$$B_{\text{arcmin}} = 2 \times \text{atan}(\text{Chipbreite in mm} / (2 \times \text{Brennweite})) \times 60$$

Bildfeldhöhe in Bogenminuten

$$H_{\text{arcmin}} = 2 \times \text{atan}(\text{Chiphöhe in mm} / (2 \times \text{Brennweite})) \times 60$$

Kamera-Daten

Effektive Anzahl der Pixel in x und y für die ausgewählte Kamera

Original-Pixelanzahl des Chips dividiert durch den Binning-Wert (Standard = 1)

Effektive Größe der Pixel in x und y für die ausgewählte Kamera

Original-Pixelgröße des Chips multipliziert mit dem Binning-Wert (Standard = 1)

Breite und Höhe des Chips in mm

Anzahl Pixel x Pixelgröße

Chip-Diagonale in mm

$$D = \sqrt{(\text{Chip-Breite}^2 + \text{Chip-Höhe}^2)}$$

Bildwinkel diagonal in Grad

$$\alpha = 2 \times \text{atan}(\text{Chip-Diagonale} / (2 \times \text{Brennweite}))$$

Image Scale oder Abbildungsmaßstab

Ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl der geeigneten Kamera ist neben der Chipgröße vor allem bei Berücksichtigung des lokalen Seeing die passende Pixelgröße, aus der sich der Abbildungsmaßstab (AM) errechnen lässt. Für den Deep-Sky-Bereich gilt als Faustregel, bei der gewählten Teleskop-Kamera-Kombination einen Abbildungsmaßstab von ca. 1" bis 2,5" pro Pixel zu erreichen. Je nach vorhandenem Seeing kann man aber auch von einem größeren Bereich von ca. 0,7 - 3 Bogensekunden pro Pixel ausgehen

$$AM_{\text{arcsec}} / \text{Pixel} = 2 \times \text{atan}(\text{Pixelgröße} \times \text{Binning} / (2 \times \text{Brennweite})) \times 3600$$

Beispiel:

Für die Moravian G2-8300 mit 5,4 µm Pixelgröße (= 0,0054 mm) und den TEC APO mit 980 mm Brennweite ergibt sich ein Abbildungsmaßstab von 1,14"/Pixel. Er liegt damit im richtigen Bereich. Bei einer Brennweitenverlängerung z.B.

durch eine Barlow-Linse um den Faktor 2 erhöht sich die Brennweite auf effektive 1960 mm, dadurch wird der Abbildungsmaßstab nur 0,57"/Pixel. Dieser Wert, d.h. die Pixelgröße der Kamera, ist für diese Kombination bei gewöhnlichem Seeing eigentlich zu klein. Mit einer ATIK 4000 erhöht sich der Wert auf 0,78"/Pixel. Alternativ zu einer Kamera mit größeren Pixeln kann auch mit einem Binning bei der Aufnahme gearbeitet werden. Bei einem 2x2-Binning ergibt sich wieder der obige Wert von 1,14"/Pixel.

Pixelzahl des Chips (Megapixel)

Anzahl effektiver Pixel x x y (Berücksichtigung des Binning-Wertes, beim 2x2-Binning reduziert sich die Zahl der Pixel auf ein Viertel).

Okulardaten**Okularvergrößerung**

Teleskopbrennweite/Okularbrennweite

Minimal sinnvolle Vergrößerung

Teleskop-Öffnung (in mm)/7

Maximal sinnvolle Vergrößerung

Teleskop-Öffnung (in mm) x 2

Minimal sinnvolles Weitwinkelokular in Millimeter

Teleskop-Brennweite/kleinste sinnvolle Vergrößerung

Maximal sinnvolles Tele-Okular in Millimeter

Teleskop-Brennweite/größte sinnvolle Vergrößerung

Berechnen und Bild auswählen**Berechnen-Taste**

Diese Taste (s. Abb. 1) startet eine Neuberechnung der Parameter nach der Eingabe von Korrektor- oder Binning-Werten.

Initial-Taste

Diese Taste (Abb. 1) setzt die Parameter auf die Initial-Werte zurück. Dies sind TEC APO 140/980, Moravian G2-8300 und Hyperion 24 mm.

Hilfe-Taste

Anzeige des Hilfe-Dokumentes

Astrofoto-Auswahl-Taste

Mit dieser Taste (Abb. 2) wird eine Aufnahme aus der AstroVis-Galerie ausgewählt und das Bildfeld anhand der Para-

meter durch einen Farbrahmen grafisch dargestellt.

Die Bilder sind entweder auf das Teleskop Lomo APO mit 80/480 mm oder Takahashi Baby-Q mit 85/450 mm sowie jeweils auf die Kamera Moravian G2-8300 mit 3358 x 2536 Pixel und der Pixelgröße von 5,4 µm normiert. Bei diesen Daten erscheint der gelbe Farbrahmen komplett um den Bildausschnitt.

Mit der Parameter-Taste (Abb. 3) können dann die Teleskop-, Kamera- und die Korrektor- oder Binning-Werte verändert werden. Danach kann dann noch einmal das gleiche oder ein anderes Bild ausgewählt werden und der Rahmen wird neu gezeichnet. Wird nur ein neues Bild ausgewählt, so bleiben die Parameter-Daten erhalten und das Bild wird neu dargestellt. Ist das Bildfeld größer als darstellbar, so wird eine Fehlernachricht ausgegeben und ein roter Rahmen gezeichnet. Die Parameter- und die Objektdaten werden zusätzlich zum ausgewählten Bild eingeblendet (Abb. 3-6).

Internet- und Literaturhinweise:

- [1] www.astrovis.at/kennzahlen.php
- [2] Axel Martin, Bernd Koch: *Digitale Astrofotografie*, Oculum-Verlag, 1. Auflage 2009
- [3] Stefan Seip, 2003: „Der Begriff sampling, -under- und good sampling“, Baader Planetarium, Glossar www.sbig.de/universitaet/glossar-htm/sampling.htm
- [4] Urs Flükiger: <http://www.ursusmajor.ch/tips-tricks-hinweise/>
- [5] Teleskop-Service Ransburg; 2009: www.teleskop-service.de/Astropraxis/grundlagen.vergroesserung.php