

Alexander Kerste

Astrofotografie für Einsteiger

Der Leitfaden
von den ersten Milchstraßen-Bildern
zur Deep-Sky-Fotografie



dpunkt.verlag



Alexander Kerste ist studierter Biologe und hat sein Hobby zum Beruf gemacht. Bereits seit 1993 ist er ehrenamtlich auf der Heilbronner Sternwarte aktiv und bringt interessierten Laien die Astronomie näher. Die Probleme, die Neueinsteiger in dieses Hobby haben, kennt er zur Genüge – für das Internet-Portal *astronomie.de* betreut er den Einsteigerkurs.

Nach dem Studium arbeitete er unter anderem für das Magazin *Astronomie Heute* und veröffentlichte 2004 ein Sternkarten-Set. Seitdem arbeitet er als Freiberufler und

hat als Autor Bücher im Eigenverlag veröffentlicht oder als Co-Autor an Büchern mitgearbeitet. Seit 2014 betreut und organisiert er außerdem die Nordlicht-und-Sterne-Reisen von *Hurtigruten* entlang der norwegischen Küste und hat das Begleitbuch zu dieser Themenreise verfasst. In seinem Blog *kerste.de* berichtet er über die Nordlicht-Jagd ebenso wie über vergangene astronomische Ereignisse.

Alexander Kerste

Astrofotografie für Einsteiger

Der Leitfaden von den ersten Milchstraßen-Bildern
zur Deep-Sky-Fotografie



dpunkt.verlag

Alexander Kerste

Lektorat: Boris Karnikowski

Fachlektor: Martin Rietze, mrietze.com

Korrektorat: Petra Kienle, Fürstenfeldbruck

Satz: Ulrich Borstelmann, www.borstelmann.de

Herstellung: Stefanie Weidner

Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, www.exclam.de (unter Verwendung eines Fotos des Autors)

Druck und Bindung: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN:

Print 978-3-86490-630-5

PDF 978-3-96088-662-4

ePub 978-3-96088-663-1

mobi 978-3-96088-664-8

1. Auflage 2019

1., korrigierter Nachdruck 2021

Copyright © 2019 dpunkt.verlag GmbH

Wieblinger Weg 17

69123 Heidelberg

Hinweis:

Der Umwelt zuliebe verzichten wir auf die Einschweißfolie.

Schreiben Sie uns:

Falls Sie Anregungen, Wünsche und Kommentare haben, lassen Sie es uns wissen: hallo@dpunkt.de.

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Buch verwendeten Soft- und Hardware-Bezeichnungen sowie Markennamen und Produktbezeichnungen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

Alle Angaben und Programme in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt kontrolliert. Weder Autor noch Verlag können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die in Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

Vorwort

Den Sternenhimmel im Bild festhalten – dieser Wunsch ist für viele Sternfreunde der Anlass, sich das erste eigene Teleskop zu kaufen. Die prächtigen Bilder des Hubble-Weltraumteleskops wie auch zahlreicher Amateurastronomen wecken Wünsche und Begehrlichkeiten, gleichzeitig setzen sie die Erwartungen aber auch sehr hoch an. Diese prächtigen Hochglanzaufnahmen sind das Ergebnis stundenlanger Belichtungszeiten und intensiver Bildbearbeitung, um die Details aus den Rohdaten herauszuarbeiten. Wer in den 1980er-Jahren in die Astrofotografie einsteigen wollte, hatte es einfacher: Selbst große Sternwarten arbeiteten noch mit Diafilm und die krisseligen Schwarzweißabbildungen in den Fachbüchern weckten keine so hohen Erwartungen.

Heute sind mit Amateurmitteln Bilder möglich, von denen die Profis noch vor 30 Jahren nur träumen konnten. Wie viel Arbeit in diesen Bildern steckt, wie sie entstanden sind und was schon mit einfachen Mitteln möglich ist (und was nicht), sieht man ihnen jedoch nicht an. Mit diesem Buch will ich Ihnen den Einstieg in die Astrofotografie ermöglichen, ohne zu hohe Erwartungen zu wecken: Das Hobby kann mitunter leicht zur Materialschlacht mutieren, bei der man Tausende Euro versenken kann. Aber schon mit vergleichsweise bescheidenen Mitteln sind gute Ergebnisse möglich.

Daher finden Sie hier weniger die allbekannten Hochglanzfotos, sondern vor allem Bilder, in die nicht mehrere Tage Arbeit gesteckt wurden. Schon mit einer handelsüblichen guten Kamera auf einem Stativ ist viel möglich, später kann die Technik dann ausgebaut werden. Am Ende steht das Arbeiten mit einem Teleskop, wobei Planeten- und Deep-Sky-Fotografie gänzlich andere Ansprüche stellen.

Ich hoffe, dass Ihnen dieses Buch einen guten Einstieg in die Astrofotografie ermöglicht und dabei hilft, die ersten Hürden auf dem Weg zu schönen Fotos zu überwinden. Der wichtigste Rat kommt zuallererst: Sehen Sie es nicht als Wettbewerb an – die meisten Himmelsobjekte wurden bereits fotografiert, aber es ist doch ganz etwas anderes, wenn man sich ein eigenes Bild von ihnen gemacht hat.

Viel Spaß und viel Erfolg,

Alexander Kerste

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1: Astrofotografie mit einfachen Mitteln	1
Astrofotografie mit stehender Kamera	2
Strichspuraufnahmen	4
Mond- und Planetenkonstellationen	8
Satelliten und die ISS	12
Sternschnuppen	17
Kometen	20
Sternbilder und Milchstraße	22
Erscheinungen am Himmel	24
Mondfinsternisse	28
Sonnenfinsternisse	35
Die richtige Kamera	43
Der richtige Standort	54
Checklisten und Zubehör	56
 Kapitel 2: Die nachgeführte Kamera	 59
Star Tracker, Piggyback, Montierung mit Prismenklemme.	60
Einnorden	64
Ziele finden	69
Sternfarben und -helligkeiten durch Filter.	71
Filter gegen Lichtverschmutzung und für Effekte	75
 Kapitel 3: Die Kamera am Teleskop	 81
Afokale Fotografie	82
Okularprojektion für Mond und Sonne	86
Fokale Fotografie: Die Kamera am Okularauszug	90
Scharfstellen am Teleskop	94
Bildfeldebner und Komakorrektur	96
Die Brennweite anpassen	98
Einnorden für Fortgeschrittene	100
Nachführfehler und Autoguiding	106
Hellfeld- und Dunkelbilder	112
Astromodifizierte Kameras	114

Astronomische Farbkameras	116
Monochrome Kameras und Schmalbandfilter	118
Atik Infinity & Co. – das Livebild am PC.	122
Bildbearbeitung	124

Kapitel 4: Planetenfotografie mit Videomodulen 135

Lucky Imaging	136
Brennweite, Öffnungsverhältnis und Kamera	138
Sonnenfotografie	140
Die Videoaufnahme.	142
Bildbearbeitung	144

Kapitel 5: Tipps zum Teleskopkauf 147

Die richtige Montierung	148
Teleskoptechnik	153
Checklisten und Transportfähigkeit	158
Kaufen oder Mieten?	161

Index 165



Kapitel 1

Astrofotografie mit einfachen Mitteln

Der einfachste Einstieg in die Astrofotografie benötigt nicht viel: Eine Kamera mit manuellem Modus, ein lichtstarkes Objektiv und ein stabiles Stativ genügen für die ersten Astroaufnahmen. Dabei lernen Sie sowohl Ihre Kamera zu beherrschen als auch den Nachthimmel kennen: Was gibt es dort oben eigentlich zu sehen und was müssen Sie beachten, um es auf Ihren Kamerasensor zu bannen?

*Der Komet Lovejoy im Winter 2013.
Bild: Martin Rietze*

Astrofotografie mit stehender Kamera

Einmal am Tag dreht sich die Erde um ihre eigene Achse und damit unter den Sternen hinweg. Für einen Beobachter in Deutschland auf etwa 50° nördlicher Breite bedeutet das, dass er in einer Stunde über 1600 Kilometer zurücklegt. Davon merken wir in der Regel nichts, da wir samt unserer Umgebung ja Teil dieser Bewegung sind. Auch in einem Zug bemerken wir die Bewegung erst, wenn wir aus dem Fenster schauen. Aber achten Sie einmal darauf, wie rasch die Sonne hinter dem Horizont verschwindet oder wie flott der Mond aufgeht!

Daher setzt die Natur den Belichtungszeiten eine Grenze, sobald wir Sterne auf dem Bild haben. Als Faustregel gilt die »500er-Regel«:

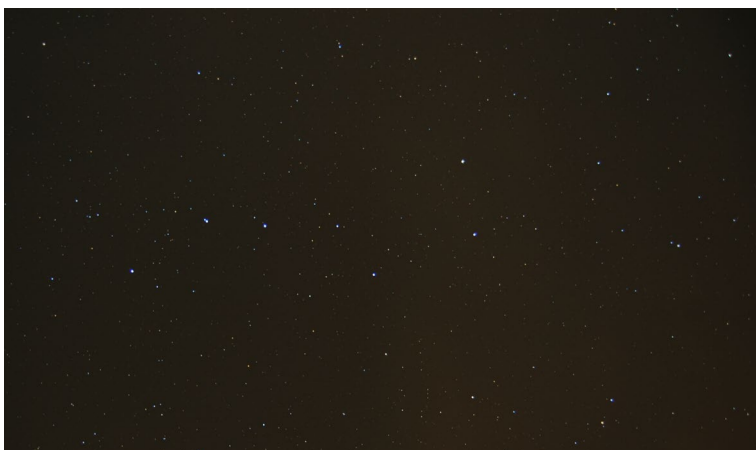
$$500/\text{Brennweite} = \text{Belichtungszeit [s]}$$

Mit anderen Worten: 500 geteilt durch die Brennweite des Objektivs ergibt in etwa die maximale Belichtungszeit, die ohne eine automatische Nachführung zum Ausgleich der Erddrotation möglich ist. Mit einem 18-mm-Objektiv sind also maximal Belichtungszeiten von etwa $500/18 = 27$ Sekunden möglich, bevor die Sterne keine nadscharfen Punkte mehr sind, sondern zu Strichen verzerrt werden. Der Effekt fällt schon früher auf, wenn Sie Sterne in der Nähe des Himmelsäquators fotografieren (weil die Sternbewegung mit zunehmender Entfernung zum Himmelspol sichtbarer wird, siehe Bild auf Seite 5) oder falls Ihre Kamera kleine, hochauflösende Pixel hat. Zur Sicherheit halbieren Sie die mögliche Belichtungszeit.

Leider lässt sich die Belichtungszeit nicht beliebig verkürzen: Astrofotografie ist praktisch immer Langzeitfotografie, da die Sterne lichtschwach sind. In vielen prächtigen Astrofotos stecken mehrere Stunden Belichtungszeit! Kein Wunder, dass die Astronomen immer größere Teleskope bauen und auch viele Amateure dem »Öffnungswahn« verfallen – je größer der Durchmesser eines



*Schon bei einer Belichtungszeit von 3 Minuten werden die Sterne durch die Erddrehung deutlich zu Bögen verzerrt.
3 Min @ 400 ISO, 18-mm-Objektiv an Nikon D50 (APS-C)*



Nur mit einer automatischen Nachführung bleiben die Sterne Punkte und das Sternbild Großer Wagen wird sichtbar.

3 Min @ 400 ISO, 18-mm-Objektiv an Nikon D50 (APS-C)

Teleskops ist, desto mehr Licht kann es in derselben Zeit einfangen und desto kürzere Belichtungszeiten werden möglich.

Zum Glück ermöglicht die moderne Technik auch mit kurzen Belichtungszeiten schon eindrucksvolle Aufnahmen.

Sie benötigen lediglich ein stabiles Stativ, eine rauscharme Kamera, die auch höhere ISO-Zahlen erlaubt, und ein möglichst lichtstarkes Objektiv: Eine Blende von f/2.8 oder gar f/1.4 ist optimal. Die Standard-Kit-Objektive vieler Einsteigerkameras sind lichtschwächer und erfordern längere Belichtungszeiten. Die Kamera muss einen echten manuellen Modus bieten, damit Sie zumindest Blende, Belichtungszeit, ISO und Fokus frei einstellen können. Viele Kompaktkameras begrenzen die mögliche Belichtungszeit, damit der Sensor sich nicht zu sehr erwärmt und das Bildrauschen erträglich bleibt. Die Lichtempfindlichkeit (ISO) der Kamera kann nicht beliebig hochgedreht werden, da das Bild sonst zu sehr rauscht und die Sterne im Rauschen untergehen. Ein Fernauslöser ist ideal, damit das Bild nicht verwackelt, sonst hilft der Selbstauslöser. Wenn Sie mit einem Weitwinkelobjektiv fotografieren, können Sie

Brennweite	Bildwinkel (Vollformat, 24 × 36 mm)	Bildwinkel (APS-C, 15 × 22 mm, Crop 1,6)	Maximale Belichtungszeit
10 mm	100° × 122°	74° × 97°	35 s
16 mm	74° × 97°	50° × 71°	22 s
24 mm	53° × 74°	35° × 51°	14 s
50 mm	27° × 40°	17° × 26°	7 s
85 mm	16° × 24°	10° × 15°	4 s
135 mm	10° × 15°	6,5° × 10°	2,5 s
200 mm	7° × 10°	4,5° × 6,5°	1,5 s
300 mm	4,5° × 7°	3° × 4,5°	1 s

Bildfeld und maximale Belichtungszeit bei einer Kamera mit 5 µm großen Pixeln.

länger belichten als mit einem Teleobjektiv, da der Abbildungsmaßstab dann kleiner ist und die Bewegung der Sterne nicht mehr so auffällt. Die Tabelle auf Seite 3 enthält Richtwerte für die maximale Belichtungszeit an einer Kamera, deren Pixel die bei modernen Spiegelkameras gängige Größe von 5 μm haben. Bei Modellen mit kleineren Pixeln wie Micro-Fourthirds-Kameras sind kürzere Belichtungszeiten notwendig. So sehen die Sterne noch ziemlich punktförmig aus, bei längeren Zeiten werden sie sichtbar zu Strichen. Näher am Himmelspol sind längere Belichtungszeiten möglich.

Strichspuraufnahmen

Der einfachste Einstieg in die Astrofotografie sind Strichspuraufnahmen. Richten Sie die Kamera einfach auf einem Stativ in den Himmel und belichten Sie längere Zeit, den Rest macht die Erdrotation. Mit Diafilmen war das früher sogar noch leichter als mit den modernen Digitalkameras: Ein Film verliert durch den Schwarzschildeffekt während der Belichtung rasch an Empfindlichkeit, sodass man auch einmal eine halbe Stunde lang am Stück belichten konnte (und oft genug sogar musste). Eine Digitalkamera dagegen behält ihre Empfindlichkeit während der gesamten Belichtung bei, sodass das Bild nach wenigen Minuten komplett überbelichtet wäre. Sie müssen also zahlreiche Aufnahmen in Folge machen, bei denen der Vordergrund möglichst nicht durch das Umgebungslicht überbelichtet ist, und diese am PC miteinander kombinieren. Es ist heute nicht leicht, einen wirklich dunklen Standort zu finden!

Stellen Sie eine feste Belichtungszeit ein, zum Beispiel 30 Sekunden, und öffnen Sie die Blende maximal (kleinste Zahl) – wenn die Irisblende geschlossen ist, beeinflusst sie die Sternabbildung und es gibt Sternchen-Strahlen rund um die Sterne. Bei einer Strichspuraufnahme würde das nur zu fetten Sternspuren führen. Bei einfachen Objektiven überwiegen aber bei voll geöffneter Blende die Abbildungsfehler und Sie müssen für punktförmige Sterne etwas abblenden. Drücken Sie dann alle 30 Sekunden auf den Auslöser. Bei vielen Kameras sind 30 Sekunden die maximale Belichtungszeit, die Sie im manuellen Modus vorgeben können – für längere Zeiten müssten Sie den Bulb-Modus verwenden und immer am Anfang und Ende der Belichtung den Auslöser drücken. Am Himmelsäquator bewegen sich die Sterne innerhalb von zwei Minuten um $0,5^\circ$ oder einen Vollmonddurchmesser weiter.

Im Idealfall überlassen Sie das automatische Auslösen der Kamera. Einige Modelle bieten die Möglichkeit zur Intervallaufnahme oder können zumindest über einen programmierbaren Fernauslöser regelmäßig automatisch auslösen. Bei einigen Modellen können Sie den Fernauslöser auch einrasten. Er löst dann erneut aus, sobald eine Aufnahme fertig und die Kamera bereit für die nächste ist. Zwischen den beiden Aufnahmen müssen Sie der Kamera gegebenenfalls



260 Bilder mit einer Gesamtbelichtungszeit von etwa 1,5 Stunden ergaben diese Strichspuraufnahme. Das Bild entstand auf Mallorca, sodass der Himmelspol mit dem Polarstern etwas niedriger steht, als wir es in Deutschland gewohnt sind.

11 mm, f/2.8, 260 × 10 s, 80 ISO, Nikon D7100 (APS-C)

nur noch etwas Zeit lassen, um ein Dunkelbild zur Rauschreduzierung aufzunehmen (mehr dazu ab Seite 49) und die Aufnahmen zu speichern. Außerdem müssen Sie bei Spiegelreflexkameras die Zeit für die Spiegelvorauslösung vor der nächsten Aufnahme berücksichtigen – diese sollten Sie aktivieren, um Verwacklungen durch das Hochklappen des Spiegels zu vermeiden.

Die automatische Rauschunterdrückung bei Langzeitbelichtung können Sie ausschalten, wenn Sie eine nicht zu hohe ISO-Zahl verwenden. Ansonsten macht die Kamera nach jeder Aufnahme ein Dunkelbild, das genauso lange dauert, und Sie haben im fertigen Bild größere Lücken in den Strichspuren. Einige Nachbearbeitungsprogramme können die Lücken auch automatisch füllen. Gerade in warmen Nächten kann es sinnvoll sein, den automatischen

Dunkelbildabzug zu aktivieren. Das Bild oben entstand im Sommer auf Mallorca, daher wurde kurz belichtet und die automatische Rauschunterdrückung aktiviert. So blieben die Lücken zwischen den Bildern klein und das Rauschen stört kaum. Viele Wege führen zum Ziel.

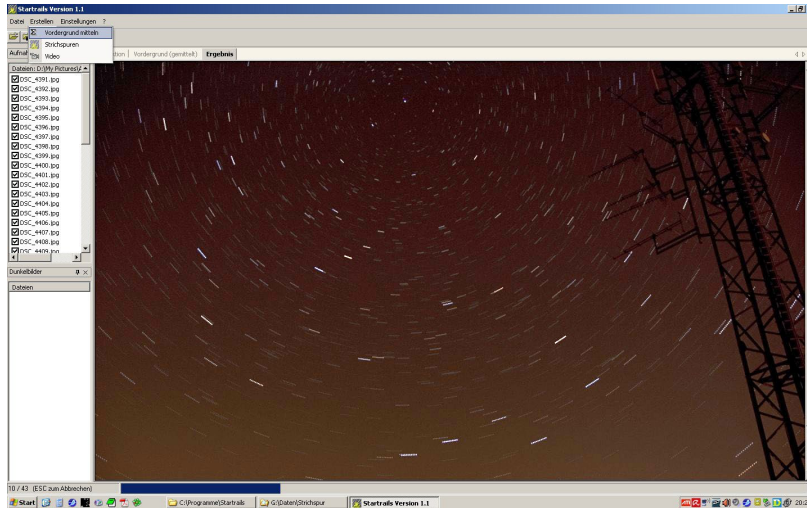
Um die Kamera auf Unendlich zu fokussieren, genügt es für Strichspuren oft, einen Punkt am Horizont per Autofokus scharfzustellen und den Autofokus danach auszuschalten – in Mitteleuropa steht dafür meist genug Licht zur Verfügung. Falls nicht, machen Sie bei Tag eine Markierung für die richtige Einstellung auf dem Objektiv, falls das möglich ist. Durch Spiel in der Mechanik ist das aber oft ungenau.

Besonders reizvoll wird es, wenn Sie noch einen interessanten Vordergrund in das Bild integrieren können – sei es eine attraktive Landschaft oder ein historisches Gebäude wie eine Burgruine. Achten Sie auch darauf, dass keine Straße im Bild ist. Ansonsten riskieren Sie, dass ein vorbeifahrendes Auto mit seinen Scheinwerfern die Aufnahmeserie unterbricht.

Am Ende müssen die Aufnahmen noch zu einem Gesamt-Strichspurbild zusammengefügt werden (und das können schon mal ein paar Hundert Aufnahmen sein). Kostenlose Programme wie *StarStax* (starstax.net) oder *StarTrails*



Die ursprüngliche Version des Bilds auf der vorherigen Seite. Wenn die Einzelbilder nicht bearbeitet werden, können sich zahlreiche Flugzeuge im Bild verewigen.



Mit StarTrails (Bild) oder StarStax lassen sich die Einzelbilder bequem zu einer Strichspuraufnahme kombinieren.

(startrails.de) übernehmen das für Sie sehr komfortabel. Im Idealfall haben Sie dann schon ein schönes Bild.

Es kann sich aber durchaus lohnen, noch Hand an die Einzelbilder anzulegen. Mit Lightroom oder ähnlichen Programmen können Sie bei einem einzelnen Bild Helligkeitsverläufe, Weißabgleich und Rauschen bearbeiten und diese Werte dann auf alle anderen Aufnahmen übertragen. Etwas aufwendiger wird es, wenn Sie störende Elemente wie Flugzeuge auf einzelnen Fotos entfernen wollen – man glaubt kaum, wie stark der Luftverkehr über Europa ist! Der Aufwand lohnt sich.



Minimaler Aufwand: Eine gute Kamera, ein kleines Stativ und Zeit sind alles, was für eine Strichspuraufnahme nötig ist.

Mond- und Planetenkonstellationen

Astronomie fängt mit dem bloßen Auge an und ein lichtstarkes Weitwinkelobjektiv kann gerade in der Dämmerung einen realistischen Anblick des Himmels festhalten. Immer wieder stehen Planeten hell am Abendhimmel und erhalten Besuch vom Mond. Ein astronomisches Jahrbuch wie das *Kosmos Himmelsjahr* oder astronomische Magazine verraten Ihnen, wann Mond und Planeten einander begegnen und eine hübsche Konstellation bilden. Einige Webseiten wie www.heavens-above.com geben einen Überblick über die Sichtbarkeit von Planeten und künstlichen Satelliten.

Der Mond bewegt sich am Himmel gegenüber den Sternen von Abend zu Abend um etwa 13 Grad nach Westen, sodass ein Treffen unseres Erdtrabanten mit einem Planeten oder hellen Sternen nur an einem Abend zu beobachten ist, maximal an zwei aufeinanderfolgenden Nächten. Hier besteht also ein gewisser Zeitdruck: Gerade bei langen Brennweiten vergrößert sich der Abstand zwischen Mond und Stern oder Planet rasch, sodass die beiden eventuell nicht mehr ins Bild passen. Das macht sich vor allem dann bemerkbar, wenn Sie mit einer Festbrennweite fotografieren, den Bildwinkel also nicht verändern können. Andererseits haben Sie so die Chance, Himmelsmechanik live zu erleben und im Bild festzuhalten: Wenn Sie im Lauf eines Abends verfolgen, wie der Mond sich von einem hellen Stern entfernt oder ein Planet seine Position im Lauf von Wochen oder Monaten verändert, erhalten Sie ein Gefühl dafür, wie Erde, Mond und Planeten um die Sonne kreisen.

Die Planeten selbst bleiben immer nur Lichtpunkte – nehmen Sie möglichst noch etwas Landschaft mit ins Bild, damit der Betrachter die Größenverhältnisse abschätzen kann. Damit der Mond ein paar Details zeigt, sollten Sie ein



Die schmale Mondsichel neben dem Sternhaufen der Plejaden. Durch die längere Belichtungszeit ist auch die dunkle Seite des Monds im Erdschein zu sehen.



Planeten sind klein: Jupiter und Venus in der Abenddämmerung rechts neben einer Sternwartenkuppel, knapp über dem Horizont.

Teleobjektiv mit mindestens 150–200 mm Brennweite verwenden. Einen Überblick über das Bildfeld gibt die Tabelle auf Seite 3.

Mit dem Automatikmodus können schon sehr gute Aufnahmen gelingen, vor allem wenn Sie RAW-Bilder aufnehmen, aus denen Sie später noch ein paar Details herausholen können. Wenn der Mond mit im Bild ist, müssen Sie mit sehr großen Helligkeitsunterschieden zwischen dem Erdtrabanten und dem umgebenden Himmel kämpfen. Verwenden Sie am besten einen festen Blendenwert und nehmen Sie eine Belichtungsreihe auf, bei der Sie die Belichtungszeit einmal auf den Mond und einmal auf den Nachthimmel einstellen. Wie bei einem HDR können Sie dann später am PC ein Bild erstellen, bei dem weder die Sterne unter- noch die beleuchtete Seite des Monds überbelichtet sind.

Tipp

Gewöhnen Sie sich an, in Grad zu denken. Sonne und Mond haben etwa einen Durchmesser von einem halben Grad an unserem Himmel, der Daumen an der ausgestreckten Hand deckt etwa ein Grad ab – und ein Vollkreis hat natürlich 360 Grad.



Venus im Goldenen Tor der Ekliptik: 14. April 2015