



# Ausrüstung für die Nachtfotografie

# 2

Die Fotografie bei Nacht stellt wesentlich höhere Anforderungen an die Ausrüstung als tagsüber. Bei so wenig Licht zu fotografieren, erfordert eine Kamera, die auch bei hohen ISO-Zahlen ein beherrschbares Bildrauschen erzeugt. Um Sterne zu fotografieren, hat man am liebsten Objektive, die bis zum Rand scharf abbilden, sodass die Sterne schön rund und nicht durch Abbildungsfehler verzerrt sind – und das alles bei maximaler Blendenöffnung. Bei Belichtungszeiten, die von wenigen Sekunden bis zu vielen Minuten reichen, braucht man ein Stativ, das auch bei stärkeren Winden schwingungsfrei steht. In diesem Kapitel wird es daher in erster Linie um diese drei wesentlichen Bestandteile der Ausrüstung gehen, aber auch um Dinge, die Ihre nächtlichen Exkursionen effektiver, sicherer und angenehmer machen.

## Kamera und Sensor

---

Fangen wir mit den Kameras an. Die für die Nachtfotografie wichtigste Eigenschaft ist geringes Bildrauschen bei langen Belichtungszeiten bei gleichzeitig hohen ISO-Zahlen.

Die fundamentale Aufgabe des Sensors in Ihrer Kamera besteht darin, mit jedem der Millionen von Photodioden, die sich auf ihm befinden, Photonen einzusammeln. Jede Einzelne dieser Photodioden wandelt die während der Aufnahme auftreffenden Photonen in Elektronen um, die in der Summe eine elektrische Spannung ergeben, die von der Photodiode abgeht. Diese Spannung ist grob gesagt proportional zum aufgetroffenen Licht. Jede dieser Photodioden entspricht einem Pixel auf Ihrem Monitor.

Das Rauschen entsteht durch zufällige Schwankungen der besagten Spannung. Das Bildrauschen lässt sich grob in zwei Kategorien einteilen: in Luminanzrauschen, das sich durch zufallsmäßige, unerwünschte Abweichungen der Helligkeit äußert, und in Farb- bzw. Chrominanzrauschen, das sich durch ebenso zufallsmäßige und ungewollte Abweichungen der Farben äußert. Dazu gesellt sich noch das Phänomen der heißen Pixel, die durch einzelne, fehlerhaft arbeitende Photodioden entstehen, welche mehr Spannung abgeben, als sie dem Signal nach sollten. Da es sich dabei immer um dieselben Photodioden handelt, treten heiße Pixel nicht zufallsgemäß, sondern immer an derselben Stelle im Bild auf. Die physikalischen Grundlagen für diese Phänomene sind recht komplex, doch sollte man wissen, dass praktisch jeder Schritt der Generierung des digitalen Bildes ein spezifisches Rauschen mit sich bringt. Daher produzieren auch die allerbesten Sensoren irgendeine Form des Bildrauschens.

Wenn Sie bei hellem Tageslicht fotografieren, macht das Rauschen nur einen geringen Teil der Gesamtheit an Daten aus, die vom Sensor ausgelesen werden, sodass das Bild praktisch rauschfrei ist. Man spricht dann von einem guten Signal-Rausch-Verhältnis. Mit Einbruch der Nacht und somit viel weniger Licht lässt das vom

◀ *Abb. 2-1 // Sternspuren über dem Soda Springs Basin der Murphy Hogback im Island in the Sky District des Canyonlands Nationalpark in Utah.*

*12.–13.10.2017, 23:43 Uhr bis 5:58 Uhr.  
Canon EOS 5D Mk III, Canon EF  
16–35 mm 1:2,8 L II USM.*

*187 Aufnahmen von je 2 min bei  
Blende 2,8 und ISO 800.*

Sensor kommende Signal entsprechend nach. Kameraseitig bestimmen nur zwei Faktoren, wie viel Licht auf den Sensor trifft: die Belichtungszeit und die Blende. Möchte man nachts die Sterne in seinem Bild unverwischt abbilden, ist die längste Belichtungszeit begrenzt. Die maximale Blendenöffnung wiederum wird durch die Lichtstärke des Objektivs bestimmt. Letztlich bleibt einem dann nur, den ISO-Wert entsprechend zu erhöhen, um eine Aufnahme mit ausreichender Belichtung zu bekommen. Das Problem liegt nun darin, dass höhere ISO-Werte nichts an der eigentlichen Empfindlichkeit des Sensors ändern, also nicht mehr Photonen in elektrische Spannungen umgewandelt werden. Bei höheren ISO-Zahlen werden die gesamten Signale lediglich angehoben, also verstärkt. Um zu verstehen, worin dabei das Problem besteht, müssen wir noch etwas mehr über das Thema Rauschen wissen.

*Abb. 2-2 // Polarlichter über dem Sukukpak Mountain und dem Koyukuk River im Brooks Range in der Nähe von Wiseman in Alaska.*

*10.03.2016, 23:21 Uhr. Canon EOS 5D Mk III, Canon EF 16-35 mm 1:2,8 L II USM. 6 s bei Blende 2,8 und ISO 3200.*



Wie gesagt gibt es viele Ursachen für das Bildrauschen, doch eine der wichtigsten ist das Photonenrauschen. Es entsteht durch das ungleichmäßige Auftreffen der Photonen auf den Sensor. Das Photonenrauschen verhält sich quantitativ als Quadratwurzel zum Gesamtsignal. Hat das Signal also einen Wert von 4, ist der des Photonenrauschens 2 und das Signal-Rausch-Verhältnis liegt bei ungünstigen 2. Hat das Gesamtsignal einen Wert von 100, liegt das Signal-Rausch-Verhältnis bei viel besseren 10 (100 geteilt durch 10, der Quadratwurzel aus 100).

Schon dadurch erklärt sich, dass man bei wenig Licht ein schlechteres Signal-Rausch-Verhältnis bekommt als bei viel Licht. Das Problem ist nun, dass Signal und Rauschen durch die Verstärkung bei höheren ISO-Zahlen gleichermaßen angehoben werden, sodass das Bild noch mehr sichtbares Rauschen enthält.

Für die Nachtfotografie gut geeignete Kameras gehen technisch unterschiedliche Wege, um jegliche Form des Bildrauschens anzugehen. Wie das genau geschieht, behalten die Hersteller für sich, doch wie gut es gelingt, testen diverse Firmen, die ihre Ergebnisse dann auf Websites oder in Zeitschriften publizieren. Zurzeit tun sich auf diesem Gebiet die Firma DxO und die Website DPReview.com hervor. Die Testverfahren sind nicht genau gleich und deshalb weichen die jeweiligen Ergebnisse ein wenig voneinander ab, sodass die Rangordnungen der Kameramodelle unterschied-



*Abb. 2–3 // Die Milchstraße über der Schlucht des Black Canyon vom Exclamation Point aus im Gunnison Nationalpark in Colorado.*

*08.06.2015, 23:46 Uhr. Canon EF 24 mm 1:1,4 L II USM.*

*Landschaft: 80 s bei Blende 1,4 und ISO 6400.*

*Himmel: 20 s bei Blende 1,4 und ISO 6400.*

*Für Himmel und Landschaft jeweils eine Reihe aus drei Aufnahmen mit unterschiedlichen Kamerawinkeln.*

lich sein können. Hinzu kommt noch der Umstand, dass die relativen Anteile des unterschiedlichen Bildrauschens auch noch von Nacht zu Nacht variieren können. Solche veröffentlichten Tests sind dennoch ein guter Anhaltspunkt zur Einschätzung des Leistungsvermögens eines bestimmten Kameramodells.

Die Sensortechnologien werden ständig verbessert und so rauschen aktuellere und teurere Kamera sowohl bei Nacht als auch bei Tag weniger als ältere Modelle. Bei normalem Tageslicht haben Kameras mit Vollformatsensoren einige wichtige Vorteile gegenüber solchen mit kleineren Sensoren. Bei gleicher Größe der Photodioden können mehr von ihnen darauf Platz finden, was die Auflösung erhöht. Behält man hingegen die Auflösung bei und konstruiert einen Sensor mit größeren Photodioden, können diese jeweils mehr Licht einfangen als die gleiche Anzahl von Photodioden auf einem kleineren Sensor. Möchte man also in der Morgen- oder Abenddämmerung Tier- oder Sportfotos machen und braucht deshalb kurze Verschlusszeiten, kann die Blende aber nicht weiter öffnen, bleibt für eine ausreichende Belichtung nur die Erhöhung der ISO-Zahl. Da nun bestimmte Anteile des Bildrauschens pro Photodiode relativ konstant sind und größere Photodioden in derselben Zeit mehr Licht einfangen können als kleinere, weisen letztere unter diesen Umständen ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis auf.

Ich sage bewusst »unter diesen Umständen«, denn nachts liegen die Dinge ein wenig anders. Ein weiterer wichtiger Anteil des Bildrauschens besteht aus thermi-

*Abb. 2-4 // Polarlicht über Tombstone Mountain im Tombstone Territorial Park im Yukon Territory in Kanada.  
17.03.2015, 2:13 Uhr. Canon EOS 5D Mk III, Canon EF 16-35 mm 1:2,8 L II USM. 15 s bei Blende 2,8 und ISO 3200.*



schem Rauschen, das durch den sogenannten Dunkelstrom entsteht. In der Praxis produzieren die Sensoren nämlich auch Elektronen, wenn keine Photonen auf sie treffen, also bei absoluter Dunkelheit. Die Anzahl dieser spontanen Elektronen ist wiederum proportional zur Temperatur des Sensors und der Belichtungszeit. Nach Angaben von Dr. Clark, einem Astronomen und Experten für die Bildgebung bei Nachthimmeln, ist dieser Dunkelstrom die Hauptkomponente des Bildrauschens bei langen Belichtungszeiten, wie sie in der Nachtfotografie unvermeidlich sind. Nun ist es zudem so, dass größere Photodioden zwar mehr Licht einfangen können, aber auch mehr Dunkelstrom und somit thermisches Rauschen aufweisen. In der Praxis äußert sich das so, dass größere Photodioden bei längeren Belichtungszeiten nicht unbedingt ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis aufweisen und folglich auch nicht unbedingt einen Vorteil bei der Nachtfotografie haben. Mit kleineren Sensoren sind



*Abb. 2-5 // Sternspuren über dem Lone Eagle Peak und dem Mirror Lake in der Indian Peaks Wilderness in Colorado.*

*17.–18.06.2015, 21:43 Uhr bis 0:59 Uhr. Canon EOS 5D Mk III, Canon EF 16–35 mm 1:2,8 L II USM.*

*Landschaft: 30 s bei Blende 4 und ISO 3200 (9 min vor nautischer Dämmerung).*

*Himmel: 50 Aufnahmen mit je 4 min bei Blende 4 und ISO 400.*

hier Crop- oder auch APS-C-Sensoren gemeint, die bei Nacht ebenso gut funktionieren können, solange sie gute Rauschunterdrückungssysteme für thermisches Rauschen aufweisen. Eine Kamera sollte eine direkt einstellbare ISO-Zahl von mindestens 6400 haben. Kann man, ohne dazu in Untermenüs zu wandern, auch noch Einstellungen wie z.B. »High 1« oder »High 2« oder andere, noch höhere ISO-Zahlen wählen, umso besser, selbst wenn man diese wahrscheinlich nicht benutzt. In den allerhöchsten ISO-Einstellungen geht die Bildqualität doch sehr in den Keller. Liegen diese allerdings über ISO 6400, hat man bei ISO 6400 gute Chancen auf annehmbare Ergebnisse.

Selbst der ausführlichste Kameratest kann die persönliche Erfahrung mit einer bestimmten Kamera nicht ersetzen, aus der man dann selbst gemachte Bilder auf einem großen, kalibrierten Monitor begutachten kann. Bevor Sie sich also eine neue Kamera anschaffen, sollten Sie überlegen, sich diese zunächst von jemand auszuleihen oder für ein paar Tage zu mieten. Sollte eine Mietmöglichkeit vor Ort gegeben sein, finden sich dafür auch Angebote im Internet. Das kostet häufig weniger, als man denkt, und hinterher weiß man umso besser, ob man die richtige Entscheidung für die nächsten Jahre getroffen hat.

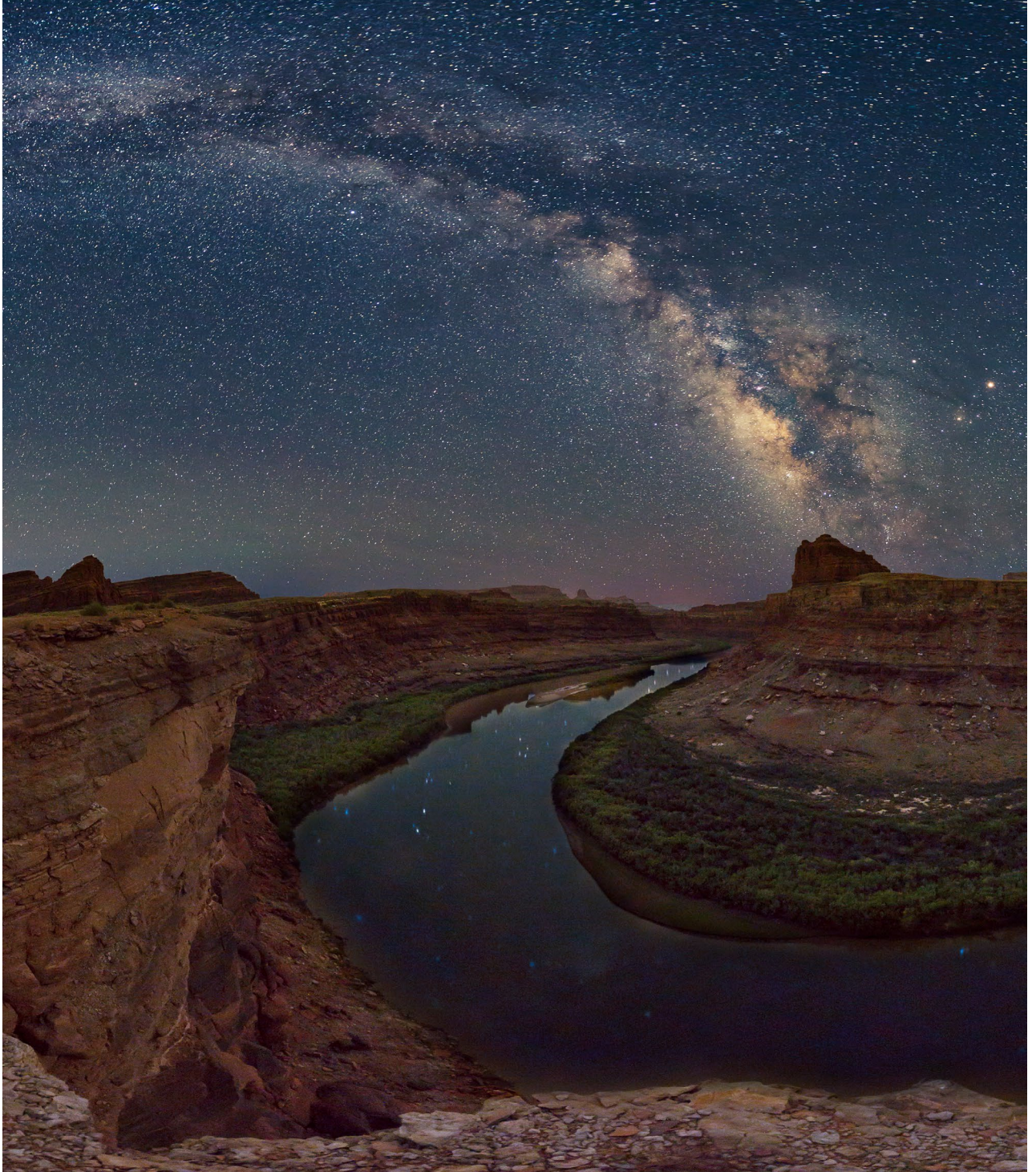
## Objektive für die Nachtfotografie

---

Für die ersten Gehversuche der nächtlichen Exkursionen ist ein möglichst lichtstarkes Ultraweitwinkelobjektiv am besten. Vom Gesichtsfeld her ist beispielsweise die Milchstraße ziemlich groß. Um sie einigermaßen vollständig aufs Bild zu bekommen, braucht man einen großen Bildwinkel. Auch intensive Polarlichter füllen fast den gesamten Himmel aus, sodass man sich auch dann ein starkes Weitwinkelobjektiv wünscht. Wo Sternschnuppen am Himmel genau auftauchen werden, lässt sich ebenfalls nicht vorhersagen, und ein Weitwinkel hilft auch hier, möglichst viele von ihnen zu erfassen.

Darüber hinaus haben Weitwinkelobjektive einen weiteren entscheidenden Vorteil, der nicht gleich auf der Hand liegt. Damit Sterne auf dem Ausdruck des Bildes möglichst punktförmig oder zumindest nur als sehr kurze Streifen zu sehen sind, muss die Verschlusszeit möglichst kurz gehalten werden. Je größer der Bildwinkel eines Objektivs, desto länger darf die Belichtung sein, ohne dass es zur sichtbaren Streifenbildung der Sterne kommt. Zur Verdeutlichung nehmen wir als Beispiel einen Stern, der sich während einer Belichtungszeit von 30 s  $1/8$  Grad am Himmel bewegt. Würde man diesen nun mit einem extremen Teleobjektiv, das einen Bildwinkel von nur  $1^\circ$  hat, fotografieren, würde man eine deutlich sichtbare Sternspur bekommen. Sie würde  $1/8$  des Bildausschnitts einnehmen. Fotografierte man denselben Stern mit einem 16-mm-Objektiv und einem Bildwinkel von  $97^\circ$  bei gleicher Belichtungszeit, würde der Stern gerade einmal  $1/776$  des Bildausschnitts weiterwandern. Auch wenn dies ein Extrembeispiel ist, so wird doch deutlich, warum starke Weitwinkelobjektive, die zudem möglichst lichtstark sind, sich für die Fotografie von Sternenhimmeln als ideal erweisen.

In diesem Buch gehe ich fortan von Vollformatkameras aus. Diejenigen unter Ihnen, die mit Crop-Kameras arbeiten, müssen daher die erwähnten Brennweiten anhand des Crop-Faktors der Kamera umrechnen.



*Abb. 2–6 // Panorama der Milchstraße über den Goosenecks des Flusses Colorado im Canyonland Nationalpark in Utah.*

*04.05.2016, 3:51 Uhr. Canon EOS 5D Mk III, Canon EF 16–35 mm 1:2,8 L II USM.  
Landschaft: 2 min bei Blende 2,8 und ISO 6400.*

*Himmel: 30 s bei Blende 2,8 und ISO 6400. Für Himmel und Landschaft jeweils eine Reihe aus drei Aufnahmen mit unterschiedlichen Kamerawinkeln.*



## Die Sache mit dem Crop-Faktor

Eine Vollformatkamera hat einen Sensor, dessen Fläche die gleichen Abmessungen aufweist wie das analoge Kleinbildformat auf Film, nämlich  $24 \times 36$  mm. Die sogenannten Crop-Kameras haben Sensoren mit geringen Maßen mit gleichen oder abweichenden Seitenverhältnissen. Die verbreiteten APS-C-Sensoren mit dem gleichen Seitenverhältnis haben einen Sensor, der um die  $22,3 \times 14,9$  mm misst. Die Bezeichnung APS-C leitet sich auch von dem APS-Filmformat ab, das sich kaum durchgesetzt hat. Daneben gibt es noch einige weitere Sensorformate mit jeweils unterschiedlichen Crop-Faktoren.

Doch warum diese Crop-Faktoren? Alle Objektive bilden ein kreisförmiges Bild ab. Der Sensor erfasst von diesem Bildkreis ein rechteckiges Stück aus der Mitte. Nimmt man ein für das Vollformat geeignetes Objektiv und montiert es an der kompatiblen Crop-Kamera, erfasst es dort einen kleineren Bildausschnitt als auf einer Vollformatkamera. An der Crop-Kamera wird dadurch ein vergleichsweise kleinerer Bildausschnitt erfasst als an der Vollformatkamera. Dies hat den Effekt, dass das Objektiv an der Crop-Kamera einen Bildwinkel wie mit einer längeren Brennweite hat und man daher entsprechend umrechnen muss, um ihn mit der Vollformatkamera vergleichen zu können. Auch wenn der exakte Crop-Faktor unter den APS-C-Sensoren etwas abweicht, ist der Wert von 1,5 für die Umrechnung genau genug. Man teilt dazu einfach die Brennweite des Objektivs an der Crop-Kamera durch zwei und addiert das Ergebnis dazu. Verwendet man also ein 16-mm-Objektiv an einer Kamera mit APS-C-Sensor, hat man den gleichen Bildwinkel wie mit einer Brennweite von 24 mm an einer Vollformatkamera ( $16 \times 1,5 = 24$ ). In diesem Buch werde ich mich bei der Angabe von Brennweiten immer auf das Vollformat beziehen.

Noch eine kurze Klarstellung: Man kann ein Objektiv, das für das Vollformat entwickelt wurde, problemlos an einer APS-C-Kamera verwenden, jedoch nicht umgekehrt. Da die Bildkreise von Objektiven, die für Crop-Formate entwickelt wurden, kleiner sind, erhält man mit ihnen dunkle Bildecken mit Vollformatkameras, auch wenn sich die Objektive auf dem Gehäuse montieren lassen.



*Abb. 2-7 // Polarlicht über dem Prosperous Lake im Prosperous Lake Territorial Park in der Nähe von Yellowknife in den Northwest Territories Kanadas.*

*22.09.2013, 21:52 Uhr. Canon EOS 5D Mk III, Canon EF 16-35 mm 1:2,8 L II USM. 6 s bei Blende 2,8 und ISO 3200.*



Die mit den Ultraweitwinkelobjektiven möglichen längeren Belichtungszeiten tragen wesentlich dazu bei, nicht mit übermäßig hohen ISO-Zahlen arbeiten zu müssen. Doch wie stark sollte das Weitwinkelobjektiv nun sein? Ein guter Ansatz zur Beantwortung dieser Frage ist zu schauen, wie viel Bildwinkel man zur Erfassung der Milchstraße, einem der beliebtesten und gleichzeitig leuchtschwächsten Motive der Nachtfotografie, benötigt.

Von der Belichtung her betrachtet, braucht man für die Milchstraße bei ISO 6400 und Blende 2,8 etwa 30 s. Um nun in dieser Zeit die Sterne ohne sichtbare Streifenbildung zu erfassen, sollte die Brennweite nicht über 16 mm liegen (also etwa mit einem Zoomobjektiv, dessen Brennweitenbereich entsprechend tief reicht). Wenn Sie also überlegen, welches Objektiv Sie sich für die Nachtfotografie anschaffen sollen, nehmen Sie eines mit einer Brennweite von höchstens 16 mm und einer Anfangsöffnung von unter 1:2,8.

Solch ein Objektiv ist für viele Motive in der Nachtfotografie hervorragend geeignet, doch um das erste Mal in die Nacht loszuziehen, brauchen Sie nicht erst eine große Investition zu tätigen. Nehmen Sie einfach das Objektiv mit der kürzesten Brennweite, das Sie zur Verfügung haben, und probieren damit herum. Für Bilder von Sternspuren eignen sich auch Objektive mit längeren Brennweiten sehr gut, die zudem nicht außerordentlich lichtstark sein müssen. Solche Objektive sind auch

*Abb. 2–8 // Sternspuren über den Felsen Saber, Petit Grepon, Sharkstooth und Sky Pond im Rocky Mountains Nationalpark in Colorado.*

*22.01.2015, 18:08 Uhr bis 20:05 Uhr.  
Canon EOS 5D Mk III, Canon EF 16–35 mm  
1:2,8 L II USM. 29 Aufnahmen von je 4 min  
bei Blende 4 und ISO 200.*