



SCHARFE, RAUSCHARME BILDER

Leitfaden für eine optimale Bildqualität

Irgendwann wird sich wohl jeder einmal über unscharfe Bilder ärgern. Bilder, die verwackelt, falsch fokussiert oder einfach insgesamt unscharf sind, sind meist kaum noch zu retten. Und dann fragt man sich, wie denn die anderen im Foto-Club oder auf Flickr diese wunderbar knackscharfen Bilder aufgenommen haben. Haben die Kollegen mehr Pixel und bessere Objektive? Vielleicht auch das, aber wahrscheinlicher ist, dass sie die unten aufgeführten Regeln für scharfe und rauscharme Bilder kennen.



Dr. Tilo Gockel hat in der Informatik, im Bereich der Bildverarbeitung promoviert und kennt entsprechend auch die der Bildbearbeitung zugrunde liegenden Methoden. Weiterhin hat er sich schon immer parallel mit Fotografie beschäftigt. Beispiele seiner Arbeit und Workshops findet man unter <http://www.praxisbuch.net> und <http://www.fotopraxis.net>

SCHARFE BILDER

Nicht verwackeln | oder: „Ein Fünfzigstel geht noch gut aus der Hand“. Wer hat ihn noch nicht gehört, diesen schönen Satz! Eine immer wieder gerne vorgebrachte Faustregel unserer Väter und Großväter zum Thema: Welche Belichtungszeit kann man noch verwackelungsfrei aus der Hand verwenden. Die Regel ist tatsächlich hilfreich, allerdings bei der heutigen Technik nur mit einigen Erweiterungen. So wurde die Regel aufgestellt für den Umgang mit Kleinbild-Kameras (24 mm x 36 mm) bei einer Normal-Brennweite von 50 mm und damit einem Bildwinkel von rund 50 Grad („normal“ im Sinne von: dem menschlichen Sehsinn ähnlich). Wer aber Objektive anderer Brennweite verwendet, der musste auch damals schon umrechnen, da Teleobjektive verwackelungsanfälliger sind:

Bei Kleinbild geht eine Belichtungszeit von 1/Brennweite noch gut aus der Hand.

Weiterhin werden heute meist Sensoren verbaut, die kleiner sind als das Kleinbildformat. Hier kann man die Regel nur anwenden, wenn man den Bildausschnitt umrechnet. Dies geschieht über den sog. Crop-Faktor, der bspw. bei den verbreiteten APS-C-Sensoren 1,6 beträgt. Ein Beispiel hierzu: An einer APS-C-Kamera zeigt ein 50-mm-Objektiv einen Bildausschnitt wie ein 80-mm-Teleobjektiv an einer Kleinbild- bzw. (werbewirksamer) Vollformat-Kamera. Die Brennweite ändert sich natürlich faktisch nicht, man spricht aber von einer „gefühlten“ Brennweitenänderung, um wieder einen Bezug zum Kleinbild bzw. zu bekannten Bildwinkeln herstellen zu können:

Eine Belichtungszeit von (1/Brennweite)/Crop-Faktor geht noch gut aus der Hand.

Schon besser, aber immer noch nicht allgemeingültig: Moderne Objektive verfügen mittlerweile oft über einen aktiven Verwackelungsschutz (Bezeichnungen: Image Stabilization IS, Vibration Control VC usw.). Hiermit sind dann wieder längere Belichtungszeiten möglich, je nach System spricht man von rund 3–4 Blenden (im Jargon ist eine Blende einfach eine Belichtungsstufe bzw. eine Verdoppelung der Belichtungszeit), entsprechend von rund einem Faktor 8 bis 16 bei der Belichtungszeit. Das führt uns endlich zur aktualisierten Version der Regel unserer Väter:

Eine Belichtungszeit von [(1/Brennweite)/Crop-Faktor] · (8...16 mit IS) geht noch gut aus der Hand.

Etwas mathematischer und klarer formuliert:

$$t_{max} = \frac{1}{f \cdot c_{crop}} \cdot c_{is}$$

Hierin ist t_{max} : maximale verwackelungsfreie Belichtungszeit, f : optische Brennweite, c_{crop} : Crop-Faktor, bspw. 1,6 bei APS-C, c_{is} : Zeitgewinn durch eine evtl. Bildstabilisierung ($c_{is} = 8-16$, ohne IS: $c_{is} = 1$).

Weiterhin sollte die Kamera möglichst stabil gehalten werden, möglichst auch an die Augenhöhle gepresst werden. Man sollte dabei

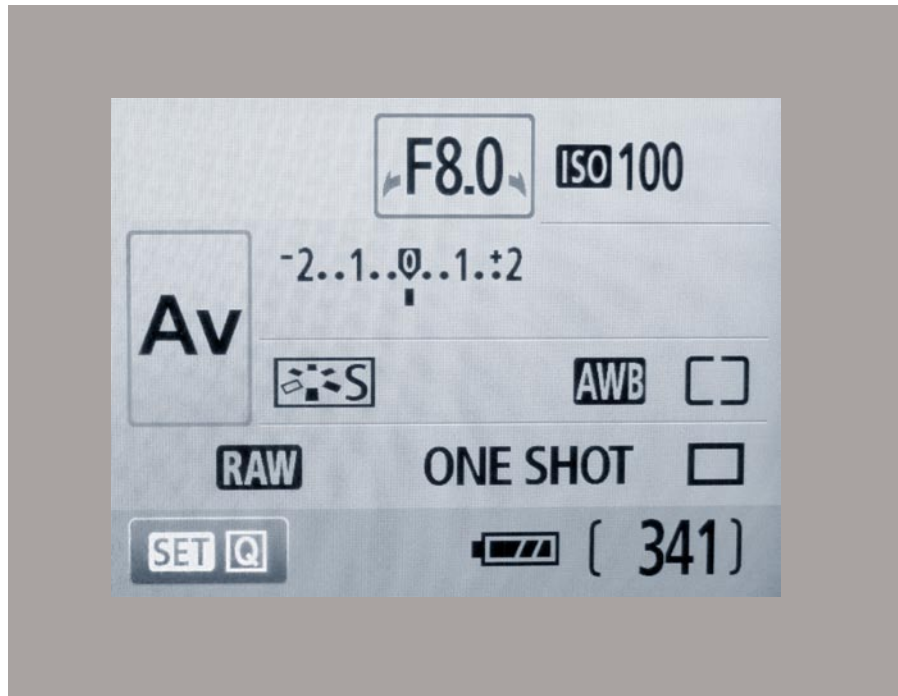


Abbildung 1: Eine gute Ausgangsbasis: Blende 8, ISO 100, Av-Modus (Blendenvorgabe bzw. Zeitautomatik), Raw-Format, Autofokus auf One-Shot.

stabil stehen, beim Auslösen die Luft anhalten und bei Aufnahmen ohne Stativ die Bildstabilisierung anschalten, sonst aus. Wenn dennoch die Belichtungszeit zu lang wird, so kann die Verwendung der Serienbildfunktion helfen. Man nimmt dann direkt hintereinander 3–4 Bilder auf, womit die Wahrscheinlichkeit steigt, dass eines aus der Reihe wirklich scharf wird.

Optimaler Fokus | Im Regelfall kann man auf den Autofokussensor vertrauen, muss aber dann auch den Fokuspunkt bewusst richtig setzen. Eine gute Herangehensweise ist, den mittleren Fokuspunkt zu wählen, ein bildwichtiges Detail (das Auge des Models) zu fokussieren, den Auslöser zur Schärfespeicherung halb gedrückt zu halten, den finalen Bildausschnitt zu wählen und dann durchzudrücken. Dafür muss der One-Shot-Modus eingestellt sein.

Manche Perfektionisten sagen nun aber, dass für perfekt scharfe Fotos die Verwendung des zentrischen AF-Punktes in Verbindung mit der Schärfespeicherung und anschließender Ausschnittswahl nicht immer die optimale Lösung ist. Tatsächlich kann man Gefahr laufen, hierbei auch den Abstand entlang der optischen Achse zu verändern. Es wird dann entsprechend empfohlen, erst den Ausschnitt zu wählen und dann (umständlich) einen neuen AF-Punkt auf den bildwichtigen Teil zu legen. Auf der anderen Seite ist zu sagen, dass der mittlere, zentrische AF-Punkt auch stets der empfindlichste ist.

Ein *manuelles* Fokussieren auf der Basis des Sucherbildes funktioniert selten wirklich gut, da das Bild einfach zu klein ist. Besser gelingt das im Liveview-Modus, idealerweise zehnfach eingezoomt. Für unbewegte Szenen und optimale Ergebnisse schließt man unter der Verwendung der meist mitgelieferten Software die Kamera über USB an ein Notebook an (Tethered Shooting) und stellt dann einfach mithilfe des großen Bildes scharf. Vorsicht ist generell bei automatischer Fokuswahl geboten – hier wird meist einfach der nächste Punkt der Szene scharfgestellt. Wenn man den Verdacht hegt, dass der Autofokus nicht ganz richtig sitzt (Frontfocus, Backfocus), so sollte man einige Tests fahren (wie? Google: „Schraubentest“) und dann u.U. Objektiv samt Kamera zum Einstellen schicken. Manche teure SLRs bieten zur Einstellung auch eine interne Tabelle an, in welcher man Korrekturfaktoren für jedes Objektiv hinterlegen kann – hier spart man sich den Service.

Schärfentiefe und hyperfokale Entfernung | Bei weitwinkligen Landschaftsaufnahmen oder auch in der Architekturfotografie sind meist von vorne bis hinten durchgängig scharfe Bilder erwünscht. Wenn nun der Fotograf zum Scharfstellen auf den Horizont fokussiert, so verschenkt er den Schärfbereich „hinter“ der Horizontlinie – eine Faustregel hierzu besagt, dass sich der Schärfbereich rund ein Drittel vor und zwei Drittel hinter dem fokussierten Punkt erstreckt. Hiervon ist die Regel abgeleitet, dass man idealerweise auf einen Punkt im ersten Drittel der Tiefenerstreckung einer Szene fokussiert und dann u.U. per Schärfespeicherung den Bildausschnitt neu wählt. Diese Drittelregel ist aber nur eine wirklich grobe Annäherung an die Regel der sog. Hyperfokalen Entfernung. Ausgehend von der Formel zur Schärfentiefe gem. bspw. [3] oder [11], gelangt man für den optimalen Fokuspunkt auf folgenden Zusammenhang:

$$s_h = \frac{f^2}{N \cdot d_u} + f$$

Hierin ist: s_h : hyperfokale Entfernung, f : reale optische Brennweite (nicht das Kleinbild-Äquivalent), N : Blendenwert (Bsp.: $f/1,8$ bedeutet $N = 1,8$), d_u : maximal zulässiger Durchmesser des Unschärfekreises, meist angenommen als zweifache Pixelbreite (vgl. auch Wikipedia: Hyperfokale Entfernung oder, umfangreicher, Wikipedia-USA: Hyperfocal distance, [11]). Bei einer Fokussierung auf die hyperfokale Distanz s_h wird der Tiefenbereich von $s_h/2$ bis unendlich durchgängig mit akzeptabler Schärfe abgebildet. Ein Beispiel verdeutlicht den Sachverhalt: Gegeben sei eine Nikon D300 mit 10-mm-Weitwinkelobjektiv und einer Blendeneinstellung von $N = 11$. Gesucht ist der optimale Fokuspunkt für eine Landschaftsaufnahme. Eine kurze Internetrecherche liefert eine Sensorgröße von $23,6 \times 15,8 \text{ mm}^2$ und eine Sensorauflösung von 4.288×2.848 Pixeln. Entsprechend beträgt die Pixelbreite $b_p = 23,6 \text{ mm} / 4288 = \text{ca. } 0,005 \text{ mm}$. Damit ist $d_u = b_p \cdot 2 = 0,01 \text{ mm}$. Und damit ergibt sich schlussendlich: $s_h = 10^2 / (11 \cdot 0,01) + 10 = 919,09$ (alle Größen in [mm]). Entsprechend liegt der Punkt, auf welchen fokussiert werden sollte, rund einen Meter vor der Kamera. Das erstaunt, hängt aber in erster Linie mit der sehr kurzen Brennweite zusammen. Bei $f = 50 \text{ mm}$ ergäbe sich bspw. $s_h = 23 \text{ m}$. Anmerkung: Vorsicht, der Online-Rechner unter [7] kommt auf andere Werte, da hier mit $0,02 \text{ mm}$ für d_u gerechnet wird. Wer nun nicht immer die hyperfokale Entfernung ausrechnen möchte, der notiert sich einige relevante Werte, besorgt sich eine Applikation fürs Handy oder bastelt sich eine Einstellscheibe, beides unter [10] erhältlich.

Anzumerken ist, dass beim Scharfstellen nach dieser Regel die Schärfe auf einen möglichst großen Tiefenbereich verteilt ist. Oft ist es aber wichtiger, die Schärfe optimal auf bestimmte Punkte zu konzentrieren, auch auf Kosten anderer, weniger relevanter Bildregionen. Entsprechend sollte die Einstellregel eher als grobe Einstellhilfe denn als Dogma gesehen werden. Weiterhin ist gerade die Festlegung des maximal zulässigen Unschärfescheibchens auch Auslegungssache. So findet man in der Literatur hierzu Maßgaben wie einfache Pixelbreite, doppelte Pixelbreite oder annähernd vierfache Pixelbreite [7], und so verwendet auch die Quelle [10] als besonders einfache Näherung für d_u ein konstantes Maß von $0,025 \text{ mm}$ für das Kleinbildformat, je nach Sensor bzw. Kamera dann einfach mit dem Crop-Faktor multipliziert.

Teure Linsen | Teure Linsen sind schärfer als billige. Festbrennweiten sind schärfer als Zoom-Objektive. Oft sind selbst sehr preiswerte Festbrennweiten besser in der Bildqualität als sehr teure Zooms. Vor der Anschaffung eines neuen Objektivs oder auch bei der Frage, welche Blende für ein bestimmtes Objektiv optimal ist (s. unten), helfen Test-Charts [4]. Ein Qualitätsmaß, das an dieser Stelle ausgeklammert sein soll, ist

das Bokeh bzw. die Qualität der Unschärfe einer Linse. Hier wiederum versagen oft Linsen, die auf maximale Schärfe optimiert wurden.

Förderliche Blende, kritische Blende | Wenn man die Blende zu weit öffnet, so sinkt die erzielbare Schärfentiefe; wenn man die Blende zu weit schließt, so sinkt aufgrund von Beugungseffekten generell die Bildschärfe. Den optimalen Kompromiss bezeichnet man als *Förderliche Blende* [11]. Aber auch wenn die Schärfentiefe keine Rolle spielt, so gibt es zwei Größen, die für eine optimal scharfe Aufnahme gegeneinander laufen: die besagte Beugungsunschärfe und die Linsenfehler oder Aberrationen, welche meist bei Offenblende am größten sind. Der beste Kompromiss aus beiden Fehlerbildern wird als *Kritische Blende* bezeichnet [11]. Wieder eine alte Regel unserer Väter und Großväter lautet: „Sonne lacht, Blende acht!“ Diese Regel hört sich albern an, ist aber gar nicht so verkehrt, wie man bspw. den Testcharts unter [4] entnehmen kann. Etwas umformuliert könnte sie auch lauten: „Wenn es das Licht zulässt, so sollte man eine Blende zwischen 8–10 einstellen, da viele Objektive in diesem Bereich das höchste Auflösungsvermögen aufweisen.“

Noch ein Wort zur Offenblende: Natürlich erwirbt der Fotograf lichtstarke und teure Objektive auch aus dem Grund, sie bei Offenblende zu betreiben, aber hier ist Vorsicht geboten: Zum einen sind selbst sehr teure Linsen bei Offenblende oft leicht unscharf und laufen erst leicht abgeblendet zur Höchstform auf, zum anderen kann es wirklich schwierig werden, bei kleiner Schärfentiefe noch optimal zu fokussieren. Hier hilft es, sehr viele Fotos bei jedem Shooting machen, um die Ausbeute zu erhöhen. Weiterhin ist beim Verdacht auf Front- oder Backfocus besagter Schraubentest hilfreich. Ansonsten wird man aber auch seine Objektive immer besser kennenlernen und damit gut abschätzen können, welche Blendeneinstellung bei welchem Abstand noch gut geht und welche Einstellung mit zu viel Risiko hinsichtlich Unschärfe verbunden ist.

Bildstabilisierung | Die Bildstabilisierung (Image Stabilization IS, Vibration Reduction VC) ist ein wahrer Segen gegen Verwackelung, aber nur bei Aufnahmen aus der Hand! Wenn die Kamera auf einem Stativ montiert ist, dann sollte man sie besser ausschalten, da der Regelalgorithmus die Stellmotoren oder -magnete auch bei perfekter Stabilität aufgrund des Sensorrauschens der Inertialsensoren stets leicht arbeiten lässt. Bei Aufnahmen aus der Hand sind aber tatsächlich 3–4 Blenden an Gewinn zu erreichen [8].



Abbildung 2: Die Bildstabilisierungsfunktion heißt je nach Hersteller unterschiedlich; bei Tamron heißt sie VC für Vibration Reduction

SCHARFE, RAUSCHARME BILDER

Das letzte Quäntchen | Besonderer Aufwand ist erforderlich, wenn Telebrennweiten oder Makroobjektive zum Einsatz kommen. Hier erscheint jede kleinste Bewegung der Kamera wesentlich vergrößert auf dem Sensor und führt zu Unschärfe. Dies umfasst auch die Vibrationen, die durch den Klappspiegel in der SLR ausgelöst werden. Abhilfe schafft hier die sog. Spiegelvorauslösung (engl.: mirror lockup), die bei den meisten SLRs im erweiterten Menü einstellbar ist. Die Anwahl dieser Option bewirkt, dass beim ersten Fingerdruck auf den Auslöser nur der Spiegel hochgeklappt wird; dann wartet man einen kleinen Moment, beim zweiten Druck wird das Foto aufgenommen.

dann berührungslos mit dem Hut die Belichtungszeit [6].

Nachschärfen per Bildbearbeitung | Bekannterweise kann man auch per Bildbearbeitung nach der Aufnahme noch nachschärfen. Diese Filter können dann ein leidlich scharfes Bild schärfer machen, ein unscharfes Bild aber leider auch nicht retten. Zu Details hierzu vgl. bspw. [5,9,13]. Besonders empfehlenswert ist es, das Schärfen im Bild auf die Kanten zu beschränken, um keine störenden Artefakte in gleichförmigen Flächen zu erzeugen. Eine sehr leistungsfähige Photoshop-Aktion, die genau das automatisiert, ist nebst umfangreichen Erklärungen kostenfrei unter [1] zu beziehen.

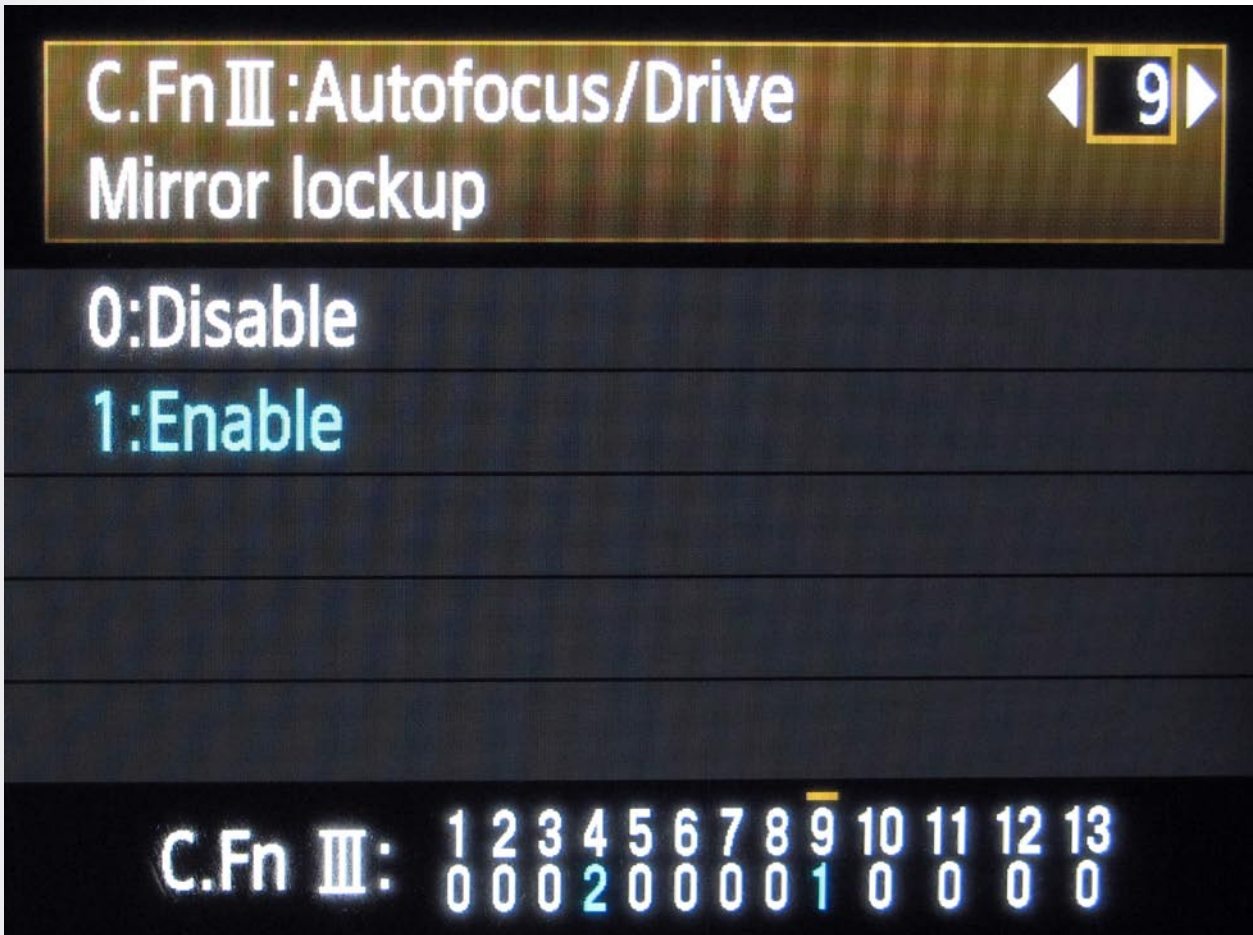


Abbildung 3: Etwas speziellere Funktionen wie bspw. die Spiegelvorauslösung verbergen sich oft im erweiterten Menü.

Spiegelvorauslösung ist besonders relevant bei eher kurzen Belichtungszeiten. Bei Langzeitbelichtungen fällt der Belichtungszeitraum, in dem der Spiegel noch einschwingt, gegenüber der Gesamtbelichtungszeit eher weniger ins Gewicht. Auch die Vibrationen durch den Fokusbildmotor oder durch den internen Lautsprecher können zu einer leichten Unschärfe führen. Für das besagte letzte Quäntchen Schärfe wird man die Akustikfunktionen abschalten und vorfokussieren. Besonders einfach ist dies bei Einsatz eines Kabelfernauslösers, da diese meist Fokussieren und Auslösen trennen. Ansonsten kann man sich mit Vorfokussieren, Umschalten auf MF und anschließendem Auslösen per Selbstauslöser behelfen.

Brücken und Schiffe bewegen sich meist leicht und sind für absolut scharfe Langzeitaufnahmen daher als Basis ungeeignet. Weiterhin kann auch die über einer Straße aufsteigende warme Luft auf lange Distanz bei einer Langzeitbelichtung zu einer sichtbaren Weichzeichnung führen. Und wer auch bereit ist, extremere Maßnahmen für eine absolut ruhige Kamera zu ergreifen, bspw. für Astronomieaufnahmen, der hält vor die Kamera (ohne sie zu berühren) einen Hut, mit schwarzem Filz ausgekleidet, löst im Bulb-Modus aus und bestimmt

RAUSCHARME BILDER

Zu rauscharmen Bildern gibt es nicht ganz so viel zu sagen wie zu scharfen Bildern, da es weniger Einflussgrößen gibt. Generell gilt: Lieber ein verrauschtes Bild als ein unscharfes, da sich Ersteres noch etwas leichter reparieren lässt. Einige Grundregeln, die das Rauschen minimieren, lauten wie folgt:

1. Die Verstärkung (ISO-Gain) sollte man wann immer möglich auf das Minimum einstellen (ISO 100 oder, bei Nikon: ISO 200).
2. Wenn die Belichtungszeiten zu lang werden, so sollte man (für unbewegte Szenen) ein Stativ verwenden.
3. Wenn dies nicht möglich ist, so kann die kamerainterne Rauschkompensation für hohe ISO-Werte etwas helfen.
4. Vorsicht mit negativer EV-Kompensation: Eine leichte – EV-Kompensation kann zwar helfen, Übersteuerung zu vermeiden, verringert aber auch die Aussteuerung des Sensors. Das Ergebnis ist ein wesentlicher Rauschzuwachs in den dunklen Bereichen des Bildes. Gerade wenn in der späteren Bearbeitung die Tiefen dann angehoben werden

SCHARFE, RAUSCHARME BILDER

(Photoshop-Funktion *Tiefen und Lichter*), dann tritt das Rauschen sehr deutlich zutage.

5. Vorsicht auch hinsichtlich der Erwärmung des Sensors: Das Rauschen ist direkt abhängig von der Temperatur. Entsprechend sollte man die Kamera nicht an aufgeheizten Orten aufbewahren (Hutablage im Auto) und auch leistungs- und damit abwärmeintensive Funktionen wie Liveview eher sparsam nutzen.

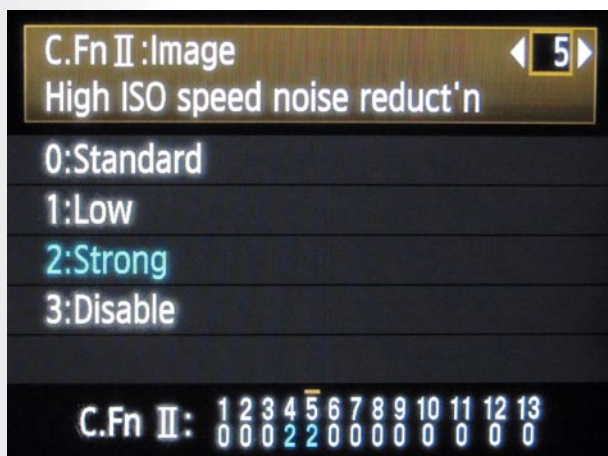


Abbildung 4: Wer durch widrige Lichtbedingungen gezwungen ist, im hohen ISO-Bereich zu fotografieren, dem kann die High ISO Noise Reduction helfen – zumindest lohnt ein Test dieser Funktion.

Langzeitbelichtungen | Auch bei Langzeitbelichtungen kann das Rauschen problematisch werden. Moderne Kameras bieten hierfür eine Spezialfunktion, die intern durch eine zweite Dunkelaufnahme mit der gleichen Belichtungszeit eine Rausch- und Hot-Pixel-Reduktion ermöglicht. Die Ergebnisse sind mit dieser Option normalerweise tatsächlich besser, man bezahlt aber mit dem erhöhten (verdoppelten) Zeitaufwand.

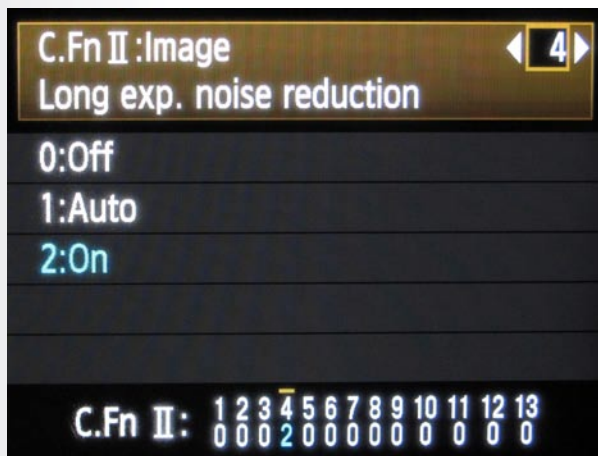


Abbildung 5: Auch im erweiterten Menü zu finden: die kamerainterne Rauschkompensation – zeitaufwendig, aber auch hilfreich.

Rauschreduktion mittels Bildbearbeitung | Die Reduktion des Rauschens im Bildbearbeitungsprogramm ist ein weites Feld. Photoshop bietet mittlerweile mit *Rauschen reduzieren* einen Filter, der viele Anpassungen erlaubt und bei fachgerechtem Einsatz auch gute Ergebnisse liefert [9]. Drittanbieter von Photoshop-Plug-ins liefern aber noch immer bessere Resultate. Zu nennen sind hier vor allem Plug-ins Neatimage, Noise Ninja und Nik Dfine [2,12], wobei die Hersteller meist auch Testversionen anbieten. Allen Verfahren ist gemeinsam, dass man die Algorithmen im Idealfall maskiert anwenden sollte. Nur so können bildwichtige Details

(Kanten, stark texturierte, scharfe Bereiche) vom Weichzeichner-Effekt der Filter ausgenommen werden. Ein weiterer Trick ist die Rauschreduktion mittels Mittelung über einen Ebenenstapel von mehreren Aufnahmen. Der recht effektive Trick lässt sich leider nicht wirklich oft anwenden und setzt auch normalerweise ein Stativ voraus.

WEITERFÜHRENDES

Gerade zu den Themen Scharfzeichnen und Rauschreduzierung gäbe es noch viel zu sagen – so viel, dass sich bereits ganze Bücher diesen Themen widmen. Im Anhang sind einige gute Quellen aufgeführt – Online-Quellen und Fachbücher – die umfangreiche weiterführende Infos bieten. Besucht ansonsten auch einmal bei Interesse die Website fotopraxis.net; auch hier finden sich viele Aufsätze und freie Workshops rund um das Thema Digitalfotografie und Bildbearbeitung.

QUELLEN:

1. Peter Numratzki: Praxistipp, das optimale Schärfen von Bildern. Hierzu auch: PS-Aktion zum freien Download. <http://www.penum.de/>
2. Tilo Gockel: Workshop: Rauschreduzierung. <http://fotopraxis.wordpress.com/workshops-2/>
3. Gottfried Schröder, Hanskarl Treiber: Technische Optik. Vogel-Verlag, 2007.
4. Umfangreiche Objektivtests, komplett mit Charts zur optimalen Blende usw.: <http://www.slrgear.com/reviews/showcat.php/cat/2>
5. Nik Sharpener: Photoshop-Plugin zum Scharfzeichnen, freier Demo-Download: <http://www.niksoftware.com/sharpenerpro/de/entry.php>
6. Cyrill Harnischmacher: Die wilde Seite der Fotografie. Verlag dpunkt, Heidelberg, 2009.
7. Tom Striewisch: Online-Schärfentiefe-Rechner: http://www.striewisch-fotodesign.de/lehrgang/anmerk/ts_kb.htm
8. Tilo Gockel: Workshop: Schärfemessung zur Bewertung von IS-Verfahren. <http://fotopraxis.wordpress.com/workshops-2/>
9. Katrin Eismann u.a.: Die kreative digitale Dunkelkammer. Verlag O'Reilly, 2008.
10. Don Fleming: Depth-of-field calculator, Tabellen usw. <http://www.dofmaster.com/>
11. Wikipedia-Artikel:
Schärfentiefe: http://en.wikipedia.org/wiki/Depth_of_field
Hyperfokale Entfernung: http://de.wikipedia.org/wiki/Hyperfokale_Entfernung
Hyperfocal distance: http://en.wikipedia.org/wiki/Hyperfocal_distance
Förderliche, kritische Blende: http://de.wikipedia.org/wiki/Kritische_Blende
Bildrauschen: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bildrauschen>
Image Noise: http://en.wikipedia.org/wiki/Image_noise
12. Patrick Wagner: Aufsatz zum Thema Bildrauschen: <http://www.filmscanner.info/Bildrauschen.html>
13. Scott Kelby: Scott Kelbys Photoshop CS4 für digitale Fotografie, Verlag Addison-Wesley, 2009.