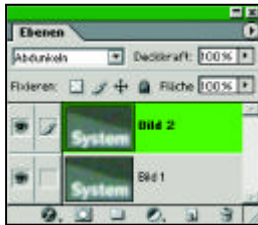


1 Die Kombination zweier Bilder mit einer Deckkraft von 50% bildet das Mittel aus allen Tonwerten und verringert dadurch das Rauschen.



2 Die Kombination per Abdunkeln eignet sich für die Entfernung von Rauschen aus dunklen Bildflächen.

Bits und Bytes

Ein Bit ist die kleinste Einheit der Informationsverarbeitung. Es kann nur zwei Zustände einnehmen: 1 und 0, auch Ja und Nein genannt. Eine Dualzahl mit drei Stellen (drei Bits) kann $2^3 = 8$ Zahlen (oder Zustände) darstellen, nämlich:

000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111.

Ein Byte ist eine 8-stellige Dualzahl, also 8 Bit lang. Damit kann man $2^8 = 256$ Zustände darstellen. Das reicht für das Alphabet und viele Sonderzeichen, oder beispielsweise für 256 Helligkeitsabstufungen einer Farbe. Die Bezeichnung Byte hat sich erhalten, obwohl moderne Prozessoren inzwischen mit 32 Bit und sogar 64 Bit langen Dualzahlen rechnen. Sie sollten sich merken, dass «8 Bit» gleichbedeutend mit der Zahl 256 ist.

Gebräuchliche Vielfache der Einheit Byte:

1 Kilobyte (KB) = 1024 Byte

1 Megabyte (MB) = 1024 KB

1 Gigabyte (GB) = 1024 MB

Der Vorsatz «Kilo» – abgekürzt «k» wie in «kHz» – bezeichnet üblicherweise den Faktor 1000. Wenn, wie oft in der Digitaltechnik, der Faktor 1024 (2^{10}) gemeint ist, wird die Abkürzung groß geschrieben («K»). Für die Vorsätze «Mega» und «Giga» gibt es keine solche einfache Differenzierung.



3 Rauschunterdrückung per Bildkombination: links das Original, in der Mitte die Kombination per Deckkraft und rechts die Kombination per Mixmodus Abdunkeln (stark vergrößert)

Rauschen

Rauschen ist ein temperaturabhängiger Effekt von elektronischen Bauelementen. CCD-Bildsensoren produzieren auch dann eine gewisse (zufällig schwankende) Spannung, wenn sie gar kein Licht erhalten. Ein Foto ohne Belichtung (z.B. im Manuell-Modus angefertigt, ohne den Objektivdeckel abzunehmen) ist dadurch nicht völlig schwarz, sondern zeigt ein unregelmäßiges Pixelmuster. Das Muster ist umso auffälliger, je höher die eingestellte Empfindlichkeit ist. Diese wird in den meisten Kameras durch analoge Verstärkung des Bildsignals erhöht. Damit wird das Rauschen ebenfalls verstärkt und kann bei geringen Nutzsignalen (d.h. Helligkeiten) in deren Größenordnung geraten.

Der Effekt tritt in dunklen Bildbereichen besonders störend hervor. Eine Scharfzeichnung des Bildes kann ihn weiter verstärken. Es dürfen deshalb nur Scharfzeichnungswerkzeuge verwendet werden, welche dunkle bzw. kontrastarme Bereiche nicht schärfen, wie die Unschärfmaskieren-Filter von Bildbearbeitungsprogrammen. Falls möglich, sollten Sie deshalb die Schärfen-Funktion der Digitalkamera ausschalten.

Da das Rauschen der Bildhelligkeit zufällige Schwankungen hinzufügt (die Pixel werden sowohl heller als auch dunkler), lässt es sich durch Mittelung von zwei oder mehr Aufnahmen gut unterdrücken. Scanner bieten dafür die Funktion **Mehrfachabtastung**. Das Gleiche erreicht man, wenn man mehrere Fotos desselben Motivs anfertigt (unbewegte Objekte und ein gutes Stativ sind Voraussetzungen) und die Fotos im Bildbearbeitungsprogramm als Ebenen überlagert, entweder mit einer Deckkraft von 50% (1) oder per Mixmodus **Abdunkeln** (2). Im Allgemeinen bringt die Deckkraft-Methode die besseren Ergebnisse, wie der Vergleich zeigt (3).

Blooming

Blooming entsteht durch Überbelichtung. Die dadurch verursachte Überladung der lichtempfindlichen Elemente kann auf benachbarte Elemente «überschwappen». Ähnlich wie beim Film entstehen dadurch Überstrahlungen und Lichthöfe. Mit einer speziellen Anti-Blooming-Architektur der Sensoren kann man diesem Effekt entgegenwirken. CMOS-Sensoren sind für Blooming weniger anfällig als CCD-Sensoren.

Kameraelektronik

1.2

Zu den bekannten Belichtungs- und Komfortfunktionen von Analogkameras kommen bei digitalen Kameras weitere Techniken, ohne die kein Foto möglich wäre. Die Kameraelektronik übernimmt nicht nur die bereits erwähnte **A/D-Wandlung** der Sensorsignale und deren Kombination zu Bildpixeln, sondern auch eine **Interpolation**, die Umwandlung in übliche Bilddateiformate (auf die ich beim Thema Bildspeicherung näher eingehe) und meist auch eine **Datenkompression**. Qualitätsfaktoren wie **Farbtiefe** und **Empfindlichkeit** werden weitgehend von der Kameraelektronik bestimmt, außerdem nimmt diese bereits bestimmte Farbkorrekturen (z.B. Weißabgleich) vor.

Schließlich erlaubt die Elektronik völlig neue Funktionen wie das Speichern von Aufnahmedaten zu jedem Bild, das Speichern von Sprachnotizen, eine Bildanalyse direkt nach der Aufnahme (z.B. Histogramm, Kennzeichnung von überbelichteten Bildbereichen), Schärfung und weitere Bildeffekte, sowie das Aufnehmen und Abspielen von kurzen Filmsequenzen.

Farbtiefe

Von Scannern kennen Sie Angaben wie «36 Bit Farbtiefe». Digitalkameras arbeiten zumeist stillschweigend mit 8 Bit Farbtiefe, semiprofessionelle und Profikameras auch mit 10 und 12 Bit. So wenig?

Der Unterschied liegt darin, dass die Farbtiefe einmal bezogen auf drei oder mehr Farbkanäle, im anderen Fall bezogen auf nur einen Kanal angegeben wird. Letzteres ist eindeutiger, denn es gibt bekanntlich auch Bildformate mit vier Farbkanälen (CMYK). Rechnet man nach der ersten Methode, erhält ein von RGB nach CMYK konvertiertes Bild plötzlich eine viel höhere Farbtiefe – ohne dass irgendeine Qualitätsverbesserung stattgefunden hätte (im Gegenteil).

Die Farbtiefe wird von der Qualität der A/D-Wandlung bestimmt. Das vom Bildsensor stammende, noch analoge Signal wird dabei quantisiert, d.h. gemessen. Je feiner die Skala der Messlatte, desto genauer ist die Messung. 8 Bit Farbtiefe entsprechen einer Messlatte mit 256 (Helligkeits-)Abstufungen pro Farbkanal. Bei 10 Bit sind es schon 1024 Helligkeitsstufen, bei 12 Bit sogar 4096 Helligkeitsstufen pro Farbe. Fotos mit größerer Farbtiefe enthalten also deutlich mehr Bildinformation – benötigen jedoch auch wesentlich mehr Speicherplatz.



Interpolation

Interpolation ist die Berechnung von Zwischenwerten aus benachbarten Werten. Soll die Auflösung eines Bildes erhöht werden, berechnet man neue «Zwischenpixel», meist durch Mittelung der Farbwerte der Nachbarpixel. Bei digitalen Kameras ist Interpolation hauptsächlich zur Ergänzung fehlender Farbinformationen bei weitgehendem Erhalt der Chip-Auflösung notwendig. Sie wird bereits von der Kameraelektronik vorgenommen.

Kein noch so raffiniertes Interpolationsverfahren kann jedoch Details sichtbar machen, die im Original nicht vorhanden sind. Die Informationsmenge des Bildes lässt sich nicht vergrößern. Trotzdem lässt sich der Gesamteindruck eines Bildes durch Interpolation deutlich verbessern.

Tonwert-Reserven

In punkto Belichtungsspielraum ist ein digitaler Sensor deutlich weniger gutmütig als ein analoger Film. Helligkeiten, die über dem Tonwertmaximum liegen (im Bild unten der Himmel) werden gnadenlos abgeschnitten.

Doch innerhalb der von einem 8-Bit-Bild abgebildeten 256 Tonstufen (pro Farbe) gibt es noch erstaunliche Reserven für die Bildverbesserung, wie der mit der Photoshop-Automatikfunktion aufgehellte Bildausschnitt unten zeigt. Wie man solche Kontrastkorrekturen für das gesamte Bild vornimmt, erfahren Sie in Kapitel 3.6.

Das Foto entstand mit einer Nikon D100. Eine Aufnahme im RAW-Modus mit 12 Bit Farbtiefe hätte in diesem Fall nur geringfügige, im Druck nicht sichtbare Verbesserungen gebracht.