

4. Rauschen

4.1 Rauscharten und Ursachen

4.1.1 Photonenrauschen

Photonen treffen nicht gleichmäßig auf die Schicht. Ähnlich wie bei Hagel kann so die Verteilung auf dem Sensor unterschiedlich ausfallen. Insbesondere natürlich wenn relativ wenig Licht vorhanden ist.

4.1.2 Fixed Pattern Rauschen

Die Fertigungskonstanz der einzelnen Sensorzellen ist leider nur sehr schwer zu gewährleisten. So gibt es beispielsweise Toleranzen bei der Beschichtung der Farbfiltermasken mit Farbstoffen.

Daher hat jeder Sensor also individuelle Eigenschaften, man kann quasi von einem Fingerabdruck des Sensors sprechen. Das erklärt auch, wieso man nicht einfach zwei Chips nebeneinander plazieren kann, um die Pixelanzahl zu erhöhen.

Bei älteren Scannern kann sich das fixed pattern Rauschen als wasserfallartige Streifen über das Bild darstellen, vor allen in dunklen Bereichen.

4.1.3 Thermisches Rauschen

Durch die Eigentemperatur kann das Silizium der Sensorzellen die elektrischen Ladungen der Belichtung nur mit einer bestimmten Sicherheit zu halten, die Eigenschwingungen des Materials machen es teilweise durchlässig. Bei längerem Gebrauch der Kamera steigt die Temperatur zum Teil erheblich an und verstärkt das Rauschen, daher kurze Pausen zum Ausschalten der Kamera nutzen!. Auch Sonneneinstrahlung bzw. die Umgebungstemperatur beeinflusst thermisches Rauschen negativ. Full Frame CCD Chips erfordern leider noch immer eine aktive Kühlung und sind somit umständlicher zu handhaben und verbrauchen so auch erheblich mehr Strom.

4.1.4 Quantisierungsrauschen

Bei feinen Übergängen, wie in Verläufen, bei Hauttönen oder im Himmel, entsteht bei der Umwandlung des relativ feinen analogen Sensorsignals in das härter abgestufte digitale Signal eine Unregelmäßigkeit in Form von Stufen oder Körnigkeit. Diese "treppenartigen" Strukturen lassen sich nach meiner Erfahrung nur sehr schwer beseitigen. Man kann versuchen durch interpolieren (also einfaches hoch- und wieder runterrechnen der Bildgröße) eine Verbesserung zu erzielen, oder durch ein absichtliches Hinzufügen von Struktur (Filter: mit Struktur versehen) mit anschließendem Weichzeichnen. Aber gerade beim Weichzeichnen ergeben sich ohnehin schon sehr schnell mal ähnliche Strukturen wie vom Quantisierungsrauschen. Die besten Ergebnisse habe ich bisher eigentlich immer durch Stempeln "in sich selbst" bei 30% bis 50% Deckkraft erreicht. Das ist allerdings sehr mühsam und langwierig.

Bei der Ausgabe auf Tintenstrahldruckern kann dieser Fehler durch das Druckraster mitunter vermindert oder sogar neutralisiert werden. Auch der 16-bit Modus ist natürlich hilfreich, nur ist der Unterschied leider nicht bewertbar, weil der Monitor nur 8-bit Modus darstellfähig ist.

4.1.5 Komprimierungsrauschen

Jpg und andere Komprimierungen können neben den typischen Artefakten auch zu einer Störung führen, die man als eine Art Rauschen bezeichnen kann.

4.1.6 Schärfen

Bei den Schärfefverfahren werden die Kontraste an Linien und Kanten erhöht, was bei einer zu starken Anwendung zu erheblichem allgemeinen Rauschen führen kann.

Kameraseitig sind in der Regel schärfesteigernde Verfahren bei der internen Bildverarbeitung integriert, die nicht nur unter Umständen über das Ziel hinausschießen, sondern leider sehr oft! Daher mein dringender Rat, wenn möglich immer erst im Bildbearbeitungsprogramm schärfen und nur mit dem "Unschärf Maskieren" Filter und das auch erst ganz zum Schluß für die Endanwendung!

4.1.7. Höhere Empfindlichkeit

Höhere Lichtempfindlichkeiten haben eine deutliche Zunahme des Rauschens zur Folge. Das thermische Rauschen breitet sich von den dunkleren Bildteilen über das ganze Bild auch in den mittleren und hellen Bildteilen aus und läßt sich schlecht ausfiltern oder korrigieren.

Da der Dynamikumfang der modernen Digitalkameras von 10 bis 13 Bit reicht (1024 bis 8192 Helligkeitsstufen statt 8 Bit Modus mit nur 256 Helligkeitsstufen pro Kanal) ist die ISO_Korrektur dennoch besser als ein Aufhellen in der Bildbearbeitung. Die Kamera wählt den dunkleren, unteren Signalbereich aus und hebt ihn an, während in der Bildbearbeitung (im 8-bit Modus) eine Tonwertreduzierung eintritt, wenn der untere Bereich angehoben wird und Das Bild „aufgespreizt“ werden muss. In der Regel gilt wohl für die meisten Sensoren, daß längeres Belichten besser ist, als die Empfindlichkeit zu steigern, was aber natürlich nicht immer möglich ist.

4.2 Auftreten

Photonen-, Fixed Pattern- und Quantisierungsrauschen kommt in allen Helligkeitsbereiche vor. Thermisches Rauschen hauptsächlich in den dunklen Bereichen. Beim Aufhellen von Bilder am Rechner wird thermisches Rauschen angehoben und sichtbar verstärkt. Also ist bei allem Spielraum, den die digitale Fotografie bietet ein richtig belichtetes Foto immer noch unschlagbar. Rauschen tritt in den verschiedenen Farbkanälen unterschiedlich stark auf, zumeist ist es im blauen, manchmal im roten Bereich höher.

Durch die doppelt so hohe Anzahl grüner Zellen wie blauer und roter erlaubt die Farbinterpolation der Sensorzellen in ein RGB-Bild mit je 3 Farbwerten je Bildpunkt eine bessere Glättung der Schwankungen.

4.3 Erscheinungsformen

4.3.1 Luminanz- und Chromarauschen

Luminanzrauschen ist ein Rauschen in den Helligkeitswerten und kann relativ einfach durch ein leichte Weichzeichnung im Helligkeitskanal (L) im Lab-Modus beseitigt werden.

Chromarauschen sind Unterschiede in der Farbwiedergabe einzelner Zellen und ist oft ein Resultat von thermischem Rauschen

4.3.2 Rauschfrequenz

Unter niederfrequente Rauschen versteht man ein Rauschen in kleinen „Gruppen“ sozusagen in kleinen verlaufenden Farbklecksen, während Rauschen im Bereich einzelner Pixel als hochfrequent bezeichnet wird. Chromarauschen ist oft nieder- bis mittelfrequent und Luminanzrauschen eher mittel bis hochfrequent.



4.4 Rauschunterdrückung

Es gibt sehr verschiedenen Verfahren der Hersteller zur Vermeidung des Rauschens. Dabei reduzieren Bildanalyseverfahren gegebenenfalls die Streuung von Farb- und Helligkeitwerten in einem bestimmten Umfeld. Dabei können gleichzeitig Störungen durch Verunreinigungen oder Staub beseitigt werden (Problem u.a. bei Wechselobjektiven). Bei homogenen Flächen funktioniert das relativ gut. Bei starken Strukturen können die Analyseverfahren nur mehr sehr schlecht die nötigen Randinformationen für eine Glättung von Rauschen und Staub berechnen und filtern. In homogenen Bildbereichen kann Rauschen stärker auffallen, obwohl es in unregelmäßigen Bildbereichen stärker ausfallen kann.

Ein spezielles Verfahren ist die Rauschsubtraktion. Hierbei wird vor der Aufnahme eine Eichaufnahme gemacht, bei der die Abweichung der einzelnen Pixel gemessen werden und als Korrekturbild von der folgenden eigentlichen Aufnahme abgezogen werden.

Die unterschiedlichen Methoden der Rauschunterdrückung und Farbinterpolation der verschiedenen Hersteller verursachen leider auch unterschiedliche Rauschcharaktere, so daß auch hier wieder die Qualität der Datenstruktur deutlich variieren kann.