

# Pixel-Wettlauf in der Sackgasse

Die Bildqualität kompakter Digitalkameras hat in den letzten drei Jahren abgenommen. Von Andreas Hirstein

Die Inflation der Pixel geht weiter: Als 1995 die ersten Digitalkameras auf den Markt kamen, hatten sie noch weniger als eine Million Bildpunkte. Das genügte, um sich die Bilder auf einem Computermonitor anzuschauen, grossformatige Papierabzüge waren aber noch nicht möglich. Heute erreichen die neuesten Modelle die 12-Megapixel-Marke – 12 Millionen Bildpunkte pro Aufnahme also. Von Canon über Nikon bis zu Panasonic haben inzwischen alle grossen Hersteller entsprechende Modelle im Programm.

«Für unsere Kunden ist die Pixelzahl eines der wichtigsten Qualitätsmerkmale beim Kauf einer Kamera», sagt Michael Poysden, Produktmanager für digitale Kameras bei Canon. Mehr Pixel – bessere Bilder, so lautet die seit langem etablierte Regel. Doch das Gegenteil ist der Fall, wie Fachleute inzwischen festgestellt haben. «Seit Erreichen der 6-Megapixel-Marke vor etwa drei Jahren beobachten wir, dass die Bildqualität bei Kompaktkameras wieder abnimmt», sagt Uwe Artmann von der Firma Image Engineering bei Köln. Mit Akribie untersucht das unabhängige Testinstitut seit zehn Jahren im Auftrag von Fachzeitschriften die Abbildungsqualität von Digitalkameras.

## Deutliches Bildrauschen

Im Bereich der handlichen Kompaktkameras markiert demnach das Jahr 2005 einen Wendepunkt. Damals erschienen die ersten 8-Megapixel-Kameras, die laut den Testern bereits «extreme Bildstörungen» aufwiesen. Besonders bei mässigen Lichtverhältnissen zeigte sich ein deutliches Bildrauschen – das Bild ähnelte Aufnahmen mit einem grobkörnigen, hochempfindlichen analogen Film. Auch die Abbildungsfehler der Objektive wurden immer deutlicher.

Dabei sind die Qualitätseinbussen nicht auf knausrige Hersteller zurückzuführen, die schlechtere Optiken in ihre Kameras einbauen würden. Vielmehr sind es unvermeidbare physikalische Grenzen, die den Pixel-Wettlauf in eine Sackgasse führen. «Die lichtempfindlichen Sensoren in Kompaktkameras sind nur 7,5x9,4 oder sogar nur 5,4x6,8 Millimeter gross», sagt Artmann. Packt man immer mehr Pixel auf diese Fläche, bleibt für jeden Bildpunkt weniger Platz – in 12-Megapixel-Apparaten zum Teil nur noch 2 Tausendstel Millimeter pro Pixel. Damit sinkt die Anzahl der Lichtteilchen, die ein einzelner Bildpunkt einfängt. Die Folge sind statistische Messfehler, die sich



Für Kompaktkameras seien sechs Megapixel der beste Kompromiss zwischen niedriger Auflösung (links) und hohem Bildrauschen (rechts), sagen Experten. (Image Engineering)

## Spiegelreflexkameras Grössere Sensoren

Auch bei digitalen Spiegelreflexkameras setzt sich der Trend zu mehr Pixeln fort. Standard sind im Moment 10 Megapixel, Profimodelle erreichen bis zu 21 Megapixel. Weil die lichtempfindlichen Chips dieser Kameras aber über eine mindestens sechsmal grössere Fläche verfügen als diejenigen in Kompaktkameras, steht für jeden Bildpunkt entsprechend mehr Platz zur Verfügung. Die besten Profikameras haben mittlerweile Chips in der Grösse eines Kleinbildnegativs. Sie können bis zu 96 Megapixel besitzen, bevor die Bildqualität durch übermässiges Rauschen leidet. Die in Amateur-Spiegelreflexkameras dominierenden Chips können immerhin 27 Megapixel sinnvoll nutzen. (hir.)

im Bild durch zufällige Helligkeits- und Farbabweichungen niederschlagen – das Bildrauschen. Kommt hinzu, dass auch die Digitalisierung der vom Sensor gemessenen Daten fehlerbehaftet ist, was – relativ gesehen – umso stärker ins Gewicht fällt, je schwächer das Bildsignal ist. Grössere Pixel könnten das Rauschen reduzieren, doch fänden dann weniger Bildpunkte auf den kleinen Sensoren Platz.

«Sechs Megapixel wären für Kompaktkameras ein optimaler Wert – der beste Kompromiss zwischen niedriger Bildrauschen und hoher Auflösung», sagt Artmann. Für diese Idee wirbt Artmanns Firma jetzt im Internet unter der Adresse 6mpixel.org. Die Website erklärt physikalische Zusammenhänge und zeigt an Bildbeispielen, wie sich 12 Megapixel im Vergleich zu 6 Megapixeln in der Praxis äussern.

Der Produktmanager Poysden bestritt nicht, dass es einen Widerstreit

zwischen dem Wunsch nach mehr Auflösung und weniger Bildrauschen gibt. «Tatsächlich ist der Trend zu mehr Pixeln problematisch», sagt er. Die Hersteller würden sich andererseits grosse Mühe geben, das Rauschniveau durch bessere lichtempfindliche Sensoren zu senken. «Ich glaube aber, dass wir bald eine Grenze erreichen werden.»

## Lichtschwache Objektive

Ohnehin wird sich die Auflösung durch mehr Pixel nicht weiter steigern lassen, selbst wenn das Rauschen reduziert werden könnte. Schuld daran ist der physikalische Effekt der Beugung, gegen den keine noch so raffinierte Technik hilft. Die Beugung des Lichts führt dazu, dass zwei Objekte auf dem Bildsensor verschmelzen, weil sie beide auf demselben Pixel abgebildet werden. Damit sie auch im Bild getrennt erscheinen, müssen sie auf unterschiedlichen Pixeln des Bildsensors

abgebildet werden. Bei kleineren und damit enger beieinander liegenden Pixeln ist dieses Kriterium aber nicht zu erfüllen – zumal mit den meist wenig lichtstarken, zur Beugung neigenden Objektiven von Kompaktkameras.

Auch das enorme Datenvolumen wird vermehrt zu einem Problem: Ein unkomprimiertes 12-Megapixel-Bild benötigt 36 Megabyte Speicherplatz – entsprechend zeitaufwendig ist die Datenverarbeitung in der Kamera, die dadurch langsamer wird.

Trotzdem scheint der Trend zu immer mehr Pixeln bisher ungebremsst. «Die Käufer wollen das anscheinend so, und die Industrie erfüllt den Wunsch und heizt ihn zusätzlich an», sagt Artmann. Mit der Konsequenz, dass die Referenzkamera seines Labors, eine Fuji-F30, mit 6 Megapixeln heute nicht mehr lieferbar ist und durch weniger gute Nachfolgemodelle abgelöst wurde.

## Notebook



### Fast doppelt so teuer

Noch in diesem Monat soll die Produktion des ursprünglich mit 100 Dollar budgetierten Billiglaptops XO in China beginnen. Allerdings wird der für Kinder in Entwicklungsländern gedachte Rechner mit 188 Dollar fast das Doppelte kosten, hat die One-Laptop-per-Child-Stiftung (OLPC) bekanntgegeben. Uruguay, Peru und die Mongolei haben bereits Laptops bestellt. Wann die weiss-grünen Geräte ausgeliefert werden, ist noch nicht klar: Eine erste Version der dazugehörigen Open-Source-Software wird laut OLPC nicht vor dem 7. Dezember verfügbar sein. Unabhängig davon möchte Microsoft nach eigenen Angaben eine XO-kompatible Windows-Version entwickeln. Der XO-Laptop braucht nur 2 Watt; herkömmliche Notebooks 30 bis 40 Watt. Er hat kein Festplattenlaufwerk, sondern Flash-Speicher. (bef.)

### Alu-Hülle für Reisepass

Seit November erteilt Deutschland nur noch Reisepässe mit elektronisch gespeichertem Fingerabdruck. Die Daten sind

auf einem RFID-Chip gespeichert, wie ihn der neue Schweizer Pass schon seit einem Jahr besitzt. Der Chip kann drahtlos von Lesegeräten aktiviert und abgefragt werden. Datenschützer fürchten, die biometrischen Informationen könnten von Hackern unbemerkt ausgelesen werden. Das aber ist nicht ganz einfach, weil sich das Lesegerät gegenüber dem Chip identifizieren muss, bevor dieser die vertraulichen Daten herausgibt. Trotzdem hat die Passbehörde der Stadt Lübeck nun als erste auf die vermeintliche Gefahr reagiert. Sie bietet eine Alu-Hülle an, die den RFID-Chip vor unbefugtem Zugriff schützt. Vielleicht keine schlechte Idee: Sogar der Präsident des deutschen Bundeskriminalamts soll eine solche Alu-Hülle besitzen. (hir.)

### Briefmarke als Link

Diese Briefmarke ist auch ein Internet-Link. Das bienenwabenhähnliche Muster («Bee-Tagg») entspricht einer Internet-Adresse. Fotografiert man das Muster mit einer Handykamera, wird automatisch die entsprechende Website geöffnet – vorausgesetzt, man besitzt ein geeignetes Handy

auch Postautofahrpläne mit dem Handy abrufen. Die Software kann man kostenlos auf [beetagg.com](http://beetagg.com) herunterladen. Wir haben die Technik mit einem Nokia 6300 ausprobiert. Gross gedruckte Muster konnte das Handy problemlos erkennen. Die Markierung auf der neuen Briefmarke allerdings erwies sich als zu klein. Sie hätte auf eine Informationsseite des Schweizer Tourismusverbands führen sollen. (hir.)

### Trojaner auf dem Mac

Die Zeiten sind vorbei, in denen sich Trojanerangriffe auf Windows-PC beschränkt haben: Die Sicherheitssoftware-Herstellerin Intego warnt nun vor einem schädlichen Programm für Macs. Betroffen sind Besucher von Erotikseiten. Öffnet der Mac-Anwender einen bestimmten Verweis auf ein Pornovideo, fordert ihn ein Dialogfeld auf, zusätzliche Quicktime-Software zu installieren. Tatsächlich wird aber auf dem Computer ein Trojaner installiert, der künftige Internetanfragen auf Werbe- oder Phishingseiten umleitet. (bef.)



## Wie geht das?



ILLUSTRATION: RENÉ LEUTENEGGER

# Dampfmaschine

Wie der Benzinmotor besteht auch die Dampfmaschine im Wesentlichen aus Kolben und Zylinder. Während sich aber der Kolben des Benzinmotors durch eine einzige Explosion einer dosierten Menge Kraftstoff gleich mehrmals rauf und runter bewegt, gibt sich der Kolben der Dampfmaschine als regelrechter Phlegmatiker aus, der nichts tut, es sei denn, er wird fortwährend dazu angetrieben – von heissem Wasserdampf eben.

Der Dampf strömt aus dem Kessel mit bis zu 21 Bar Druck über Metallleitungen in die Steuerung. Dies ist eine Kammer, die mit dem Zylinder über zwei Durchgänge verbunden ist. Der eine mündet in den oberen Teil des Zylinders, der andere in den unteren. Zwischen ihnen bewegt sich der Kolben auf und ab. Ein Schieber in der Steuerung leitet den Dampf zur richtigen Zeit an den richtigen Ort. Wenn der Kolben oben ist, dann bewegt sich der Schieber über den unteren Durchgang und gibt den oberen für den

Dampf frei. Der Druck des hineinströmenden Dampfes presst den Kolben nach unten. Nun fährt der Schieber über den oberen Durchgang und gibt den unteren frei: Dampf strömt ein, und der Kolben macht sich wieder auf den Weg nach oben.

Damit eine Dampfmaschine aber richtig funktioniert, muss der Schieber noch mehr können als Durchgänge öffnen und schliessen. Täte er allein das, würde der Kolben stillstehen, weil nach einem Zyklus beide Seiten des Zylinders mit Dampf gefüllt wären.

Der Schieber ist darum so konstruiert, dass er den Durchgang, über dem er sich gerade befindet, mit der Auspuffröhre kurzschliesst. So entweicht der Dampf aus der einen Hälfte des Zylinders, während sich die andere mit ihm füllt. Jedes Mal, wenn der Dampf durch den Auspuff entweicht, ist das für Dampfmaschinen charakteristische Zischen zu hören. (atb.)

Ihre Frage: [wie-geht-das@nzz.ch](mailto:wie-geht-das@nzz.ch)