



Von Vergrößerungsfaktoren und von anderen Vergleichen

Teil 1 (vom 14. 09. 2006)

Zusammenfassung: Was ist der wichtigste Unterschied in der fotografischen Praxis, der mit Einführung der digitalen Technik wirksam wird? – Das Verhältnis der Maßstäbe, also die Unterschiede in den Größen zwischen Sensoren und ausgedruckten Bildern.

Es wird hier dargestellt wie diese neuen Verhältnisse, mit ihren Dimensionen, die praktische Fotografie vor jene Probleme stellt, welche mit technischer Verbesserung der Sensoren oder denen an den optischen Konstruktionen allein nicht mehr zu lösen sind.

Abschließens lässt sich festhalten: Die Größe des Sensors beschränkt die Möglichkeit über ein bestimmtes Maß hinaus ein Bild zu vergrößern, weitaus mehr, als dies in den Formaten mit Film schon geschah.

Der Verlust an Schärfe ist mit den derzeitigen, so genannten „Kompaktkameras“ bereits bei einem Bildformat von 20 x 30 cm wirksam, als eine Grenze der Auflösung, bedingt durch die immensen Vergrößerungsfaktoren, Diese Grenze ist mit der gegenwärtigen Größe – oder Kleinheit – der Sensoren erreicht, oder schon überschritten, und kann nicht durch eine vermehrte Anzahl von Bildpixel überschritten werden.

Das grundsätzliche Ziel der fotografischen Technik, auch ein größeres Bild mit ansprechender Schärfe zu präsentieren, fachlich: alle Abbildungsmaßstäbe optisch zu beherrschen, ist mit kleinen Sensoren nicht mehr möglich.

1. Beispiele der Größenverhältnisse für den Ausdruck auf einem DIN A 4-Drucker

Gängige Sensoren sind im Seitenverhältnis von 2:3 für **20x30 cm**, bei 3:4 für **20x26,6 cm** angegeben.

Seiten - Verhältnis	Format des Bildsensor	Zielformat (auf DIN A4)	lineare Vergrößerung*	Vergrößerung der Fläche*
2:3	Kleinbild (24 x 36 mm)	20 x 30 cm	8,3	68

2:3	APS (~16 x 24 mm)	20 x 30 cm	12,5	156
3:4	4/3 Format*(13x17,3mm)	20 x 26,6 cm	14,8	220
<hr/>				
3:4	2/3" (6,6 x 8,8 mm)	20 x 26,6 cm	30	900
3:4	1/1,8" (5,35 x 7,2 mm)	20 x 26,6 cm	37	1370
3:4	1/2,5" (3,9 x 5,2 mm)	20 x 26,6 cm	50	2500

* Zum Zweck der Übersichtlichkeit sind diese Angaben gerundet.

Wenn im täglichen Sprachgebrauch von einer Verdoppelung des Formates gesprochen wird, dann ist üblicherweise der Sprung auf die nächste Größe gemeint, was tatsächlich der Verdoppelung der Fläche nahe kommt. Um genau zu sein sollte man von linearer Vergrößerung sprechen, schon um ein gemeinsames Verständnis zu finden.

* Anders als in der Presse immer wieder fälschlich behauptet (13x18 mm) gibt „olympus.de“ für die E 330 (techn. Daten) den Sensor mit dieser tatsächlichen Größe an.

In der professionellen Fotografie wird eine gänzlich andere Größe der Sensoren genutzt. Hier ein Beispiel am digitalen Rückteil „Leaf Aptus 75“, 6726 x 5040 Pixel (33 Megapixel), 48 Bit-Farbtiefe, kürzeste Verschlussgeschwindigkeit 1/20000 sec., Pixelgröße 7,2 µm, Kontrastumfang 12 Blenden, Dateigröße ~35 (verlustlos komprimiert) bis 190 MB.

3:4	36 x 48 mm	20 x 26,6 cm	5,5 (linear)	30 (Fläche)
-----	------------	--------------	--------------	-------------

Kontrastumfang. Dieser wird in der Fotografie in Blendenstufen (Lichtwerten/EV) angegeben und meint das dunkelsten und das hellsten Licht, das noch unterschieden werden kann. Innerhalb dieser Grenzen sollte jedes Objekt belichtet werden.

Eine gute digitale Amateur-Kamera, also das Zusammenwirken von Bildsensor und der internen Software der Kamera, erreicht zur Zeit (Juli 2006) höchstens 8,4 Blendenstufen ¹, nach anderen Angaben 8,9 Blendenstufen ².

Wen das Leistungsvermögen der fachlichen Fotografie mit digitalen Rückteilen (22 Megapixel) und dem Fachobjektiv Symmar interessiert, sehe auf die Bilder dieses Links: <http://www.digitar2.alpavision.ch>.

¹<http://www.dpreview.com/reviews/nikond200/page22.asp>

²http://www.digitalkamera.de/Info/Vorstellung_und_Vorab-Test_der_neuen_Nikon_D200_3007.asp

Hier noch ein Rechenbeispiel zur Bedeutung der **Farbtiefe**, die angibt mit wie vielen Abstufungen die Farben des natürlichen Lichtes wiedergegeben werden können.

- Seit Anfang der 90er Jahre ist im Amateurbereich bei Kameras, Monitoren und Drucker eine 8bittige Farbtiefe pro Farbkanal (rot, grün, blau) üblich. Dies von den Firmen Microsoft und Hewlett&Packert festgelegt wurde und seither ein Standard ist. Dies

bedeutet, es gibt für jede Farbe (Farbkanal) 256 Abstufungen (255 Unterschiede!), zusammen gerechnet sind 256^3 Abstufungen möglich, das sind zusammen rund 16,7 Millionen Farben.

Diese Begrenzung entspricht natürlich nicht dem Leistungsvermögen des menschlichen Auges. Jedoch ist das Unterscheidungsvermögen beim farbigen Sehen deutlich schlechter als bei einem Helligkeitsunterschied, noch am ausgeprägtesten im Bereich der Farben grün-gelb.

Wir Menschen können uns Farben nicht merken, so dass farbliche Abweichungen nur bei größeren Unterschieden augenfällig werden. Lediglich im direkten Vergleich, ein Bild neben dem anderen, sind wir Menschen dann wieder farbsicher. Aber bei den Farbstimmungen nehmen wir auch kleine Unterschiede wahr. Besonders sensibel, aber nicht desto weniger subjektiv, reagieren wir auf Hauttöne. Die Wiedergabe von Farben war und ist eine technisch schwer zu beherrschende Herausforderung und wird insbesondere in der professionellen Fotografie zu höchster Bedeutsamkeit.

Das angeführte digitale Rückteil bietet für jeden Farbkanal (rot, grün, blau) jeweils eine 16bitige Farbinformation. Gerechnet stehen für jede Farbe 65536 Abstufungen zur Verfügung, insgesamt sind dies 281.474.976.710.656 Möglichkeiten der Differenzierung, kurz: über 281 Billionen mögliche Farben.

Einige Kameras haben intern 12 Bit je Farbkanal, das sind 4096 Informationen je Farbkanal. Dies bedeutet, dass bei einer nachträglichen Bildbearbeitung ein so genannter Überhang an Informationen im Bild existiert, der in die üblichen 8bitige Darstellung am Monitor „hereingeholt“ werden kann, mit dem Verzicht auf andere Informationen, und das Bildergebnis üblicherweise als 8 Bit-Bild zum Ausdruck zur Verfügung steht.

Was bedeuten diese Zusammenhänge der Größen für die praktische Photographie?

Zuerst einmal wird das grundlegende Problem einer möglichen Verwacklung bei kleineren Sensoren allgegenwärtig: die Bildschärfe nimmt ab, denn eine Verwacklung fällt im Bild nicht erst mit doppelter Konturen auf. Dies wäre nur bei einem groben Fehler an der Einstellung der Belichtungszeit gegeben. Viel häufiger wird eine allgemeine, eine das ganze Bild betreffende, nur leichte Unschärfe bei entsprechender Vergrößerung erkennbar. Zwar wird dann die allgemeine Abbildungsleistung eines Objektivs in Frage gestellt, „diese sei eben nicht so gut“, tatsächlich jedoch lohnt der genauere Blick.

Abbildungsfehler und damit die Grenzen eines Objektivs machen sich durch partielle Schärfeverluste, beispielsweise zunehmend in den Bildecken bemerkbar, oder das Bild ist mit einem Mangel an allgemeinem Kontrast behaftet, während die Konturen im Zentrum scharf wiedergegeben werden, oder es gibt andere erkennbare, partielle Fehlleistungen. Verwacklung dagegen wird als Kontur- und Kontrastverlust an allen hellen und dunklen und farbigen Kontrastverläufen erkennbar.

Sicherlich, auch die Auflösungsgrenze eines Objektivs wird durch Konturverlust erkennbar und in messbaren Linienpaaren pro Millimeter objektiviert, jedoch ist die Auflösungsgrenze gänzlich anderer Natur. Beim allgemeinen Schärfeverlust durch eine Verwacklung sind alle Konturen und Kontrastverläufe gleichermaßen betroffen.

In der Tabelle leicht erkennbar bewirken die kleinen Sensoren einen extremen Vergrößerungsfaktor. Vom Format Kleinbild zum 1/2,5 steigt dieser Faktor von 8 auf 50 an, um ein 20 x 30 oder 20 x 26 cm großes Bild zu erreichen. Das ist das 6,25fache

Wert oder in Belichtungsintervallen (Lichtwerten/EV) das 2,5fache. Die längste Belichtung, die mir je aus freier Hand mit einer Kleinbildkamera und Standardobjektiv gelang, war mit der Belichtungszeit von 1/15 Sekunde. Damit konnte ein Bild mit 13 x 18 cm mäßig scharf erstellt werden. Sollte dies nun mit einem kleinen Bildsensor verglichen werden, dann wäre eine kürzere Belichtungszeit als 1/60 Sekunde notwendig. Dies ist allerdings die Belichtungszeit für das Kleinbildformat, bei der aus freie Hand generell eine verwacklungsarme Aufnahme erwarten werden kann. Bei kleinen Sensoren von 2/3" oder kleiner braucht man dafür eine Belichtungszeit von weniger als einer 1/250 Sekunde.

Mit der Größe des Bildsensors, oder im Falle der digitalen Photographie, mit seiner Kleinheit entsteht auch das Problem der Farbtreue der Sensoren. Für den Lichteindruck braucht jeder einzelne Sensor auf dem Chip eine Mindestmenge an Licht. Diese Grenzwerte werden bei den Bildsensoren schon allein durch die stetige Verkleinerung der Fläche der Einzelsensoren erreicht. Heute werden 2 μm problemlos erreicht, mit den entsprechenden Fragezeichen für die Photographie. Denn einerseits müssen die Lichteindrücke elektrisch verstärkt werden, um elektronisch bearbeitet werden zu können. Andererseits steigt zusätzlich die Fehlerhaftigkeit durch die Interpolation der Signale aller Einzelsensoren, die aus grenzwertigen Daten einen digitalen Datensatz errechnen. (Dies wird künftig noch an anderer Stelle thematisiert werden.)

Obwohl die Zahl der Megapixel für die Sensoren von kleinen Amateur- oder Consumerkameras deutlich ansteigt, nimmt allein dadurch die allgemeine Bildqualität nicht zu. Auch werden bei solchen Kameras überall die Eingriffe der kameraeigenen Software auf das Bild immer deutlicher. Überakzentuierte Farben und Kantenschärfungen ersetzen zunehmend eine naturnahe Abbildung von Objekten. Photographie wird solchermaßen zur Photographik gewandelt.

Ende von Teil 1

© 2006 Adrian Ahlhaus, Göttingen