



1 Das Original in der Auflösung 300 ppi (Dateigröße 592 kB)



2 So sieht es aus, wenn das gleiche Bild in der Auflösung 72 ppi (Dateigröße 34 kB) in derselben Größe gedruckt wird

Pixel-Tuning

Allein die Pixelzahl eines digitalen Bildes entscheidet über die bei einer gegebenen Ausgabegröße erreichbare Detailauflösung, oder anders herum: über die maximale Ausgabegröße bei einer geforderten Mindestqualität. Für den Druck ist wenigstens eine Auflösung von 200 ppi notwendig. Ein Bild im Format 800 x 600 Pixel ist auf einem älteren 15-Zoll-Monitor (Bildschirmauflösung 72 ppi) etwa bildschirmfüllend. Beim Ausdruck mit 200 ppi würde es auf die Abmessung 4 x 3 Zoll bzw. 10,16 x 7,62 cm kommen – kaum größer als die 7x10-Standard-Prints aus dem Fotolabor.

Um dieses Bild im A4-Format (annähernd die 15-Zoll-Monitorgröße) in 200-ppi Qualität auszudrucken, sollte es 2223 x 1667 Pixel haben. Wenn Sie im Bildgrößendialog die gewünschte Ausgabegröße (in cm) und -Auflösung eintragen, dann errechnen die Programme die korrekten Pixelzahlen – und interpolieren auf Wunsch auch gleich das Bild auf diese Größe.

Vom Ausdruck werden Sie jedoch wahrscheinlich enttäuscht sein. Ein 72-ppi Bild könnte nach der Vergrößerung auf 200 ppi so aussehen wie in Abbildung 2 gezeigt. Deshalb sollten Bilder möglichst immer in der Ausgabeauflösung gesammelt werden. Falls das nicht möglich ist, helfen spezielle Interpolations- und Scharfzeichnungsmethoden wie die hier beschrieben weiter.

Workshop: Scharf vergrößern

Ganz ohne Schärfeverlust geht es nicht, wenn ein Pixel-Bild vergrößert werden muss. Die Erhöhung der Pixelzahl durch Interpolation ist zwar kein Problem, bringt jedoch fast stets Unschärfe ins Bild. Die neu eingefügten Pixel erhalten Tonwerte aus den Mittelwerten der vorhandenen Pixel, was den im Original vorhandenen Kontrast über einen größeren Pixelbereich «verschmiert». Der Effekt ist ähnlich einer Weichzeichnung. Lediglich die Methode **Pixelwiederholung** erhält den Kontrast, jedoch auch die «Pixligkeit» des Originals – die Ursprungspixel werden quasi vergrößert. Diese Methode eignet sich deshalb in der Regel nur für Strichzeichnungen und Grafiken.



Step-Interpolation

Eine deutliche Verbesserung bringt es schon, wenn Sie die notwendige Interpolation nicht in einem großen Schritt, sondern in vielen kleinen durchführen. Nach jedem Schritt folgt eine geringe Scharfzeichnung, welche die interpolationsbedingten Unschärfen wieder beseitigt. Praktisch gelingt das nicht vollständig, doch bringt diese so genannte **Step-Interpolation** deutlich sauberere Kanten als die Interpolation in einem einzigen Schritt und daran anschließender Scharfzeichnung.

Wenn Sie Step-Interpolation mit bikubischer Interpolation einsetzen, können Sie auf die Scharfzeichnung verzichten. Die bikubische Interpolation hat selbst einen geringen Scharfzeichnungseffekt, der sich bei schrittweiser Ausführung verstärkt. Im Vergleichsbild (4) verwendete ich bikubische Interpolation in 10%-Schritten. Die typischen Scharfzeichnungssäume sind deutlich sichtbar.

Mit Programmen, die die Aufzeichnung von Bearbeitungsschritten als Aktion (Photoshop) bzw. Makro erlauben, ist die Step-Interpolation genauso einfach wie die normale Interpolation. Auch externe Makro- oder Scriptingprogramme (z.B. AppleScript) eignen sich zur Automatisierung. Auf der Buch-CD finden Sie im Photoshop-Aktionen-Ordner eine Aktion zur Step-Interpolation.



S-Spline

Das kommerzielle Programm (www.s-spline.com, 69 Euro) dient allein zur Auflösungserhöhung von digitalen Bildern (3). Im Vergleich zur bikubischen und Step-Interpolation sind die Ergebnisse verblüffend (5). Bei starken Vergrößerungen (Faktor 5 und mehr) erzeugt S-Spline jedoch leichte Ausfaserungen und störende Farbveränderungen an kontrastreichen Kanten. Außerdem stellte ich gegenüber den Standard-Interpolationsmethoden einen durch Pixelverschiebungen bedingten Vergrößerungseffekt von ca. 2 Pixel fest.

Versetzen-Schärfen

Diese raffinierte Schärfungsmethode beruht auf dem Gedanken, die Pixel zu beiden Seiten einer unscharfen Kante in Richtung der Kante zusammenzuschieben und dadurch den verschmierten Kantenkontrast wieder zu erhöhen. Der recht aufwändige, von zwei israelischen Wissenschaftlern entwickelte Algorithmus (www.cs.technion.ac.il/~gotsman/pubs/arad.zip) lässt sich mit Photoshop-Bordmitteln nachbilden. Kernstück ist der Versetzen-Filter von Photoshop (**Filter>Verzerrungsfilter>Versetzen**). Der Filter benötigt eine so genannte Verschiebungsmatrix, die anweist, welche Pixel in welche Richtung wie weit verschoben werden sollen. Die Verschiebungsmatrix ist selbst ein Bild, sie wird aus dem zu schärfenden Bild mit den Stilisierungsfiltren **Konturen finden** und **Relief** gewonnen.

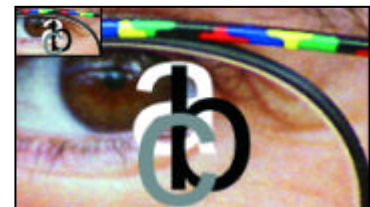
Versetzen-Schärfen selbst erhöht nicht die Auflösung, sondern verringert lediglich die durch Interpolation erzeugte Unschärfe von Kanten. Die Auflösungserhöhung muss vor Anwendung der Methode geschehen, z.B. durch bikubische Interpolation. Natürlich kann man Versetzen-Schärfen auch zum Schärfen beliebiger Bilder einsetzen, die überzeugendsten Ergebnisse liefert die Methode jedoch bei den speziellen durch Interpolation erzeugten Unschärfen.

Wie bei der Step-Interpolation ist es viel zu aufwändig, die einzelnen Schritte von Versetzen-Schärfen per Hand zu vollziehen. Eine entsprechende Photoshop-Aktion, die für Vergrößerungen um die 400% gut geeignet ist, befindet sich auf der Buch-CD. Auf der folgenden Seite finden Sie außerdem eine Schritt-für-Schritt-Anleitung. Wenn Sie Versetzen-Schärfen an eigene Bedürfnisse anpassen wollen, sollten Sie wissen, wie die Methode im Einzelnen funktioniert.

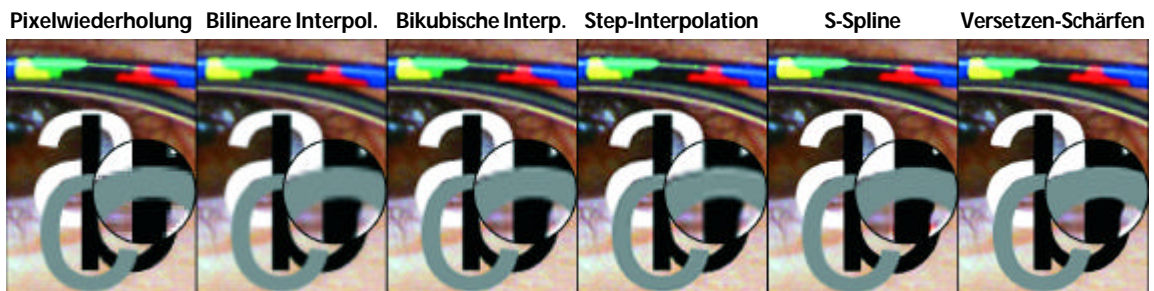
Abbildung 5 zeigt einen Vergleich aller Methoden, Abbildung 4 die zum Test verwendete Montage aus einem Foto und Schriftzeichen.



3 S-Spline hat eine deutsche Benutzeroberfläche und unterstützt BMP-, PNG-, JPEG, TIFF- und einige weitere Dateiformate.



4 Unser Testbild für die Interpolationsmethoden enthält relativ gleichförmige Flächen, feine Strukturen und (vor allem zwischen den nachträglich eingefügten Buchstaben) hohe Kontraste. In der Ecke links oben ist das Original zu sehen, das große Bild zeigt die vierfache Vergrößerung.



5 Methoden zur Auflösungserhöhung im Vergleich (Erhöhung der Auflösung auf das Vierfache)



1 Original



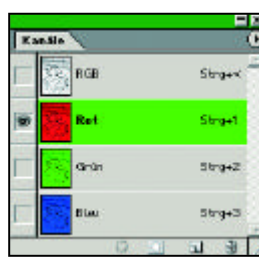
2 Konturen finden



3 Graustufen



4 Weichzeichnung



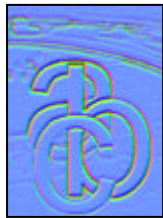
5 Rot-Kanal auswählen



6 Relief (Rot-Kanal)



7 Relief (Grün-Kanal)



8 Die Verschiebungsmatrix



9 Versetzen-Filter



10 Verschiebungsmatrix laden

Schritt für Schritt: Versetzen-Schärfen

1. **Bild>Bildgröße**
Bringen Sie das Originalbild mit der Methode **bikubisch** auf die gewünschte Auflösung (1).
2. **Filter>Stilisierungsfiler>Konturen finden**
Der Filter **Konturen finden** markiert die Konturen im Bild mit Linien in deren Grundfarbe. Der Rest des Bildes wird weiß (2).
3. **Bild>Einstellen>Sättigung verringern**
Wir benötigen die Konturen als Graustufenbild. Dieser Schritt kann entfallen, wenn bereits das Original ein Graustufenbild war (3).
4. **Filter>Weichzeichnungsfiler>Gaußscher Weichzeichner**
Die Weichzeichnung der Konturen mit dem **Gaußschen Weichzeichner** verbreitert die Bereiche, in den später Pixel zur Kante hin geschoben werden (4).
5. **Bild>Modus>RGB-Farbe**
Jetzt benötigen wir ein RGB-Bild. Falls das Bild also in einem anderen Modus vorliegt, müssen Sie es zu RGB konvertieren.
6. **Filter>Stilisierungsfiler>Relief**
Wählen Sie in der Kanäle-Palette den Rot-Kanal (5) und bearbeiten Sie ihn mit dem Relief-Filter mit dem Winkel 0° und der Stärke 3 (6). Der Grün-Kanal wird mit dem gleichen Filter mit dem Winkel 90° bearbeitet (7). Der Rot-Kanal ist später für die horizontale, der Grün-Kanal für die vertikale Verschiebung zuständig. Der Blau-Kanal hat keine Funktion.
7. **Datei>Speichern unter**
Speichern Sie die fertige Verschiebungsmatrix (8) unter einem eigenen Namen im Photoshop-PSD-Format.
8. **Filter>Verzerrungsfiler>Versetzen**
Auf das Originalbild wird nun der Versetzen-Filter angewendet (9) und als Verschiebungsmatrix das eben gespeicherte Bild geladen (10) – fertig.

Die im Schritt-für-Schritt-Beispiel gewählten Einstellungen sind für mittlere Auflösungserhöhungen von etwa 400% gut geeignet. Benötigen Sie deutlich andere Vergrößerungen oder wollen Sie aus der Methode das Letzte herausholen, werden Sie um etwas Probieren nicht herumkommen. Duplizieren Sie die Photoshop-Aktion, ändern Sie die Einstellungen wie erforderlich und geben Sie der Aktion einen passenden Namen. Auf diese Weise können Sie Aktionen für alle gängigen Bildformate und Vergrößerungsfaktoren anlegen.

Mit einer geringeren **Weichzeichnung** oder höheren Werten für **Höhe** und **Stärke** des **Reliefs** erhöhen Sie die Schärfung, allerdings wächst die Gefahr von Mehrfach-Konturen entlang schmaler Linien. Hohe Relief-Höhen verringern die Dicke schmaler Details bis zum völligen Verschwinden. Außerdem verringert dies die Tiefenwirkung des Bildes.

In der Praxis lässt sich die Schärfungswirkung allein mit dem **Versetzen**-Filter gut steuern. Für Bilder mit sehr feinen Details sind Skalierungs-Werte von 1 oder 2 angebracht. Zu hohe Werte erzeugen Posterisierung und Mehrfach-Konturen.

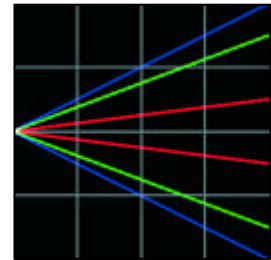
Die Methoden im objektiven Vergleich

Rechts habe ich die Kontrastkurven aller Methoden abgebildet (11-15). Sie zeigen die Kontrastveränderungen von Kanten-Randpixeln bei Auflösungserhöhung auf 400% (wie diese Kurven zu interpretieren sind, ist im Fokus-Kapitel 3.8 erläutert). Der Weichzeichnungseffekt der Standard-Interpolationsmethoden ist sehr deutlich, auch der geringe Scharfzeichnungseffekt der bikubischen Interpolation (er wirkt nur auf die entfernteren Kantenpixel) wird sichtbar (12).

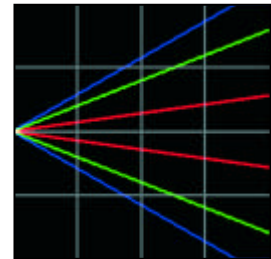
Den besten Eindruck machen hier ebenfalls Versetzen-Schärfen und S-Spline, die Weichzeichnung wirkt fast nur auf die unmittelbaren Randpixel (rote Kurven). Die wilden Schwünge in der S-Spline-Kurve kommen durch von S-Spline verursachte Pixelverschiebungen zustande (14).

Was die Kurven nicht zeigen: Sowohl S-Spline als auch Versetzen-Schärfen haben in kontrastarmen Flächen einen Glättungseffekt. Versetzen-Schärfen kann bei etwas zu starken Einstellungen sogar Details vernichten (wenn deren Breite im Bereich der Verschiebungsbreite liegt).

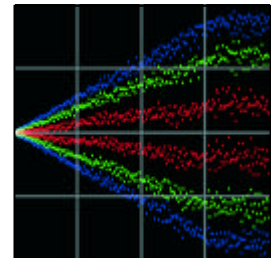
Da diese Methoden anders als normale Scharfzeichner keine Spitzlichter verstärken, sehen die Ergebnisse nicht so «knackig» aus. Aber Sie können die USM-Schärfung ja jederzeit nachholen.



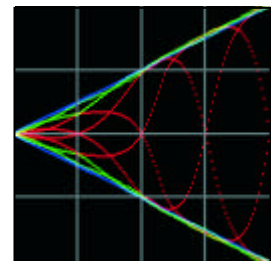
11 Bilineare Interpolation mit deutlichem Weichzeichnungseffekt.



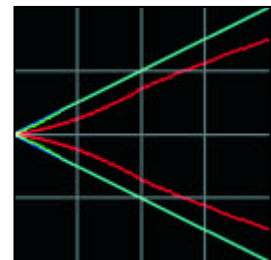
12 Bikubische Interpolation: Viel Weichzeichnung, geringe Scharfzeichnung (blaue Kurve).



13 Step-Interpolation (10x bikubische Interpolation) glättet pixelige Kanten etwas besser, was in der Kontrastkurve wie Rauschen aussieht.



14 S-Spline: Die Wellenlinien kommen durch geringe Pixelverschiebungen zustande.



15 Versetzen-Schärfen im Anschluß an bikubische Interpolation.