

Ein Leitfaden für Panoramaenthusiasten

Diese Webseite gibt Ihnen alle notwendigen Informationen, um professionelle Panoramaausdrucke mit ausschließlich digitaler Ausrüstung herzustellen. Sie finden Anregungen zu Kauf und Bedienung von Kameras, eine schrittweise Anleitung zum Erstellen der Panoramas, viele nützliche Internetlinks und eine Galerie mit einigen ausgesuchten Bildern.

Schritt 1: Fotografieren der Einzelbilder für das Panorama



Schritt 2: Zusammenfügen der Einzelbilder zum Panorama



Schritt 3: Retuschieren des Panoramas



Schritt 4: Drucken des Panoramas



Schritt 5: Einrahmen des Panoramas



Aufnahme der Panoramaeinzelbilder

Mit Software kann man doch alles retuschieren! Wozu all diese Fotografierregeln?

Ich habe eine interessantes Panoramamotiv gefunden! Was mache ich jetzt?

Darf ich meinen Kamerazoom für die Aufnahmen verwenden?

Braucht man wirklich ein Stativ?

Wie stelle ich die Belichtungswerte ein?

Ist es wahr, dass die Panoramasoftware bei viel Bildüberlappung besser funktioniert?

Was - zum Kuckuck - ist ein Parallaxenfehler?

Beim Fotografieren der Einzelbilder entsteht das Rohmaterial ihres künftigen Panoramas. Ihre Panoramasoftware und ihr Bildbearbeitungsprogramm können viele - jedoch nicht alle - Unzulänglichkeiten ausmerzen, die beim Fotografieren entstanden sind. Seien Sie sich bewusst, dass sorgfältiges Fotografieren des Rohmaterials ihnen später viel Arbeit ersparen wird.

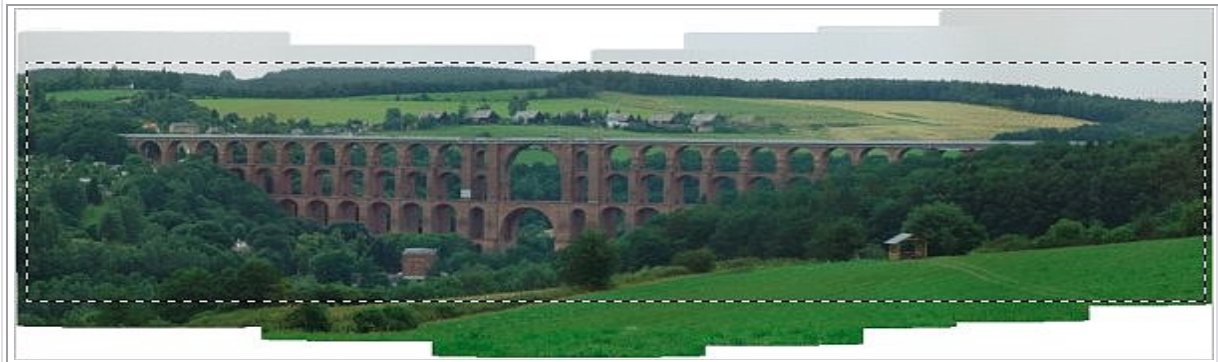
[nach oben]

Nachdem Sie ein interessantes Panoramamotiv - das ihrer Meinung nach den ganzen folgenden Aufwand wert ist - aufgestöbert haben, sollten Sie sich nach einer optimalen Aufnahmeposition umschauchen. Für weit entfernte Motive ist gewöhnlich eine erhöhte Position von Vorteil - schauen Sie sich also nach einem Hügel, Turm, hohen Gebäude oder anderen Aussichtspunkt um. Für nähere Motive ist es manchmal (aber nicht immer) sogar angebracht, von einer abgesenkten Position zu fotografieren, um eine reizvolle Perspektive zu erlangen. Nachdem Sie die optimale Aufnahmeposition eingenommen haben, betrachten Sie die Szene durch den Sucher oder das Display ihrer Kamera. Für maximale Auflösung (Pixelzahl) von horizontalen Panoramen in der vertikalen Ebene, drehen Sie die Kamera hochkant (Portrait-Haltung) und schwenken Sie langsam vom Anfang zum Ende der Szene. Dadurch bekommen Sie einen Eindruck vom Bildausschnitt, den Sie letztendlich auf ihre Bilder bannen. Halten Sie die optische Kameraachse beim Schwenken möglichst parallel zum Horizont. Neigen Sie das Gerät weder nach oben noch nach unten, da die Mehrzahl der Panoramaprogramme nicht mit solchen Neigungen zurecht kommt. Falls Sie jedoch Software benutzen, die Abweichungen von der Horizontlinie verarbeiten kann (z.B. ImageAssembler), brauchen Sie diesem Aspekt nicht allzuviel Bedeutung beizumessen. Halten Sie im letzteren Fall die Kamera ruhig geneigt (dann aber mit konstantem Neigungswinkel für alle Einzelbilder), um genau den Teil der Szene ins Bild zu bekommen, an dem Sie interessiert sind.

[nach oben]

Als nächstes müssen Sie sich entscheiden, ob Sie die Kamera in der anfänglichen Weitwinkeleinstellung belassen oder in die Szene hineinzoomen. Diese Entscheidung kann sich letztendlich auf Qualität und Aussagekraft des Panoramas auswirken. Wenn Sie den Zoom zu gering wählen, könnten die Hauptmotive in vertikaler Bildrichtung zu klein erscheinen. Um die gewünschte Ausdruckskraft des Panoramas zu erreichen, wäre es später notwendig, den Rest der Szene oben und/oder unten wegzuschneiden. Dies resultiert in Pixelverlust sowie Qualitäts- und Schärfeeinbußen (bei vorgegebener Druckhöhe). Zoomen Sie hingegen zu weit ins Bild hinein, besteht die Gefahr, dass wichtige Motive oben und/oder unten abgeschnitten erscheinen. Beachten Sie, dass die Panoramasoftware ihre Einzelbilder verbiegt und diese auch nicht entlang einer exakten horizontalen Linie zusammengefügt werden. Dies zwingt Sie in der Folge zum Herausschneiden von weißen Panoramaanteilen ohne Kamerapixel am oberen und unteren Bildrand, wobei zwangsläufig leider auch wichtige Szenelemente unter Messer fallen könnten. Dies kann vermieden werden, wenn Sie beim Fotografieren nur soweit ins Bild zoomen, dass ein kleiner Sicherheitsrandstreifen ohne wichtige Bildelemente oben und unten verbleibt.

Nehmen Sie die Einzelbilder mit einem kleinen ausreichenden Sicherheitsrand oben und unten auf. Dieser erlaubt ihnen, das Panorama später zu einem Rechteck zurecht zu schneiden (wie im Bild unten demonstriert), ohne wichtige Bildelemente zu verlieren.



Nachdem Sie in etwa den passenden Zoom gewählt haben, schwenken Sie die Kamera abermals über die gesamte Szene hin und her und korrigieren Sie - falls notwendig - den Zoom leicht nach. Schreiben Sie sich abschließend den Zoomwert oder die Brennweite (falls im Kameradisplay angezeigt) auf. Dieser Wert wird Ihnen später bei der Arbeit mit der Panoramasoftware von Nutzen sein.

In der Regel bringt eine Vergrößerung des Zooms kein Ansteigen der Verzeichnungs- und Randabdunklungseffekte mit sich (siehe auch Kameragrundlagen). Dies mag

jedoch bei bestimmten Kameras, minderwertigen Objektiven und Nutzung von Konvertern oder anderen Objektivaußsätzen nicht der Fall sein. Wachsende Schärfeprobleme sind jedoch mit Vergrößerung des Zooms normalerweise unausweichlich. Hier gilt es, einen vernünftigen Kompromiss zwischen Zoom und Störeffekten zu finden. Insbesondere wenn Sie das Panorama nur in Kleinformaten ausdrucken oder nur ins Internet stellen wollen, ist eine maximale Pixelauflösung oft gar nicht notwendig. In diesen Fällen mag es ausreichen, die Bilder ohne oder mit nur geringem Zoom aufzunehmen und das Panorama dann großzügig zurecht zu schneiden.

Um die Zoomeigenschaften ihrer konkreten Kamera zu ermitteln, empfehle ich ihnen, zum Anfang ein Panorama mit verschiedenen Brennweiten aufzunehmen. Der Test sollte mindestens drei verschiedene Einstellungen umfassen: minimaler Zoom (Weitwinkel), Mittelstellung und maximaler Zoom (Tele). Beurteilen Sie die aufgenommenen Serien zu Hause am Computer insbesondere nach Verzeichnungs- und Randabdunklungseffekten. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollten Sie bei allen künftigen Panoramaaufnahmen zur Auswahl der optimalen Zoomeinstellung beachten.

Hier noch ein Tipp aus der Praxis: Jegliche UV-Filter, Polarisationsfilter oder sonstige Aufsätze mit zweifelhaftem Nutzwert vergrößern den Randabdunklungseffekt und verursachen damit Probleme beim späteren Zusammenfügen der Einzelbilder. Verzichten Sie also besser auf dieses Zubehör, zumindest für Panoramaaufnahmen.

[\[nach oben\]](#)

Bisher habe ich - mit voller Absicht - die Notwendigkeit eines Stativs mit keiner Silbe erwähnt. Der Grund dafür ist einfach: Panoramaaufnahmen können sowohl mit als auch ohne Stativ gemacht werden. Generell empfehle ich, immer ein Stativ zu benutzen. Das Stativ erlaubt ihnen, die Kamera exakt zu horizontieren und den Überlappungsbereich benachbarter Bilder korrekt einzuhalten. In der Realität sieht es meistens aber so aus, dass selbst die enthusiastischsten Panoramafotografen nicht ständig ein Stativ mit sich herumschleppen wollen. Wenn Sie ihr Stativ mal wieder nicht dabei haben und auf ein spektakuläres Panoramamotiv stoßen, können Sie die Aufnahmen natürlich auch ohne Stativ machen. Dabei müssen Sie versuchen, die obere oder untere Bildkante ihrer Kamera möglichst parallel zur Horizontlinie zu halten und den vertikalen Neigungswinkel von Bild zu Bild weder nach oben noch nach unten zu verändern. Wenn ihre Panoramasoftware keine vertikalen Neigungswinkel unterstützt, sollten Sie die Kamera möglichst exakt horizontal ausrichten. Aufgrund potentieller Bildschärfeprobleme ist nicht empfehlenswert, Aufnahmen mit großem Zoom (großer Brennweite) ohne Stativ zu machen. Nachtaufnahmen sind normalerweise nur mit Stativ durchführbar - die höheren Belichtungszeiten würden bei Handaufnahmen unweigerlich zu mehr oder minder intensivem Verwackeln der einzelnen Bilder führen. Beim Kauf sollten Sie eine Stativhöhe wählen, die es ihnen erlaubt durch den Sucher zu schauen, ohne den Körper wesentlich nach unten beugen zu müssen. Das Stativ sollte wenigstens über eine Einrichtung zum genauen Horizontieren der Kamera (Libelle) verfügen.

[\[nach oben\]](#)

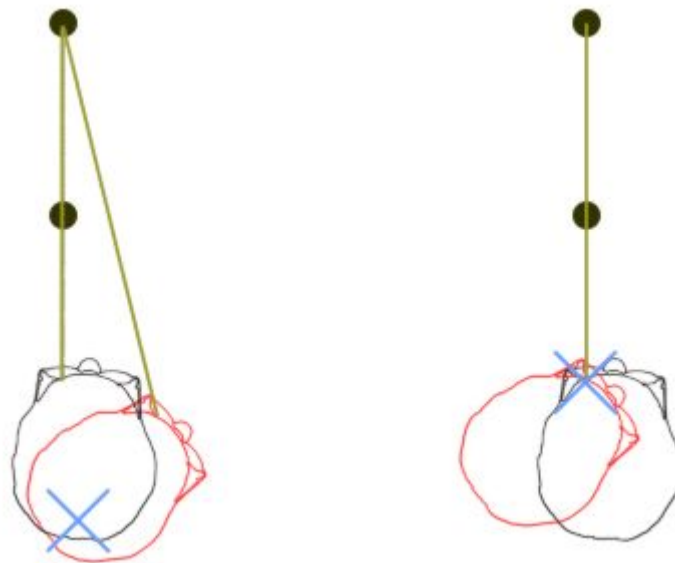
Nachdem Sie Zoom und vertikalen Neigungswinkel festgelegt haben, bleibt nur noch die Belichtungswerte zu ermitteln und einzustellen. Wenn immer möglich, verwenden Sie die gleichen Werte für alle Einzelbilder. Dies verhindert übermäßige Helligkeits- und Kolorationsunterschiede im Panorama. Richten Sie die Kamera auf den Teil der Gesamtszene mit dem repräsentativsten Helligkeitseindruck. Wählen Sie einen zu hellen oder zu dunklen Bereich, werden die restlichen Bilder entweder unter- oder überbelichtet. Drücken Sie den Auslöseknopf halb nieder und überlassen Sie der Belichtungsautomatik die Arbeit. Fixieren Sie dann diese

Belichtungswerte für alle Einzelaufnahmen mit AE Lock. Alternativ können Sie auch in den manuellen Betrieb umschalten und Blende, Belichtungszeit und Empfindlichkeit von Hand auf die von der Automatik bestimmten Werte einstellen. Begutachten Sie das Bild im digitalen Sucher oder LCD-Display und korrigieren Sie die Einstellungen, falls notwendig. Es bleibt ihnen überlassen, den automatischen Fokus oder die manuelle Schärfereinstellung zu benutzen. Falls ihre Szene Objekte im Vorder- oder Hintergrund aufweist, auf welche die Kamera unerwünschterweise automatisch fokussieren könnte, sollten Sie der manuellen Variante den Vorzug geben. Ganz einfach ist alles natürlich, wenn sich die Belichtungs- und Fokussierautomatik ihrer Kamera gar nicht deaktivieren lässt. In diesem Falle wird ihnen nichts anderes übrig bleiben, als auf die Automatik zu vertrauen, die alle Einstellwerte bei jedem Folgebild neu bestimmt. Die dabei unabdingbar entstehenden Diskrepanzen zwischen den Einzelbildern können Panorama- und Bildbearbeitungssoftware nicht in allen Fällen zufriedenstellend ausgleichen.
[nach oben]

Action! Beginnen Sie mit der ersten Aufnahme am linken Panoramarand. Merken Sie sich ein Objekt im Bild, das zum Markieren der Grenze des Überlappungsbereichs mit dem nächsten Bild geeignet ist. Die meisten Panoramaprogramme benötigen eine Überlappung zwischen 25 und 50 % Bildbreite. Viele Panoramaprogramme haben Probleme mit zu wenig Überlappung, andere wenige sogar mit zuviel Überlappung. Zu den letzteren zählt leider der ImageAssembler von PanaVue, der ansonsten ein sehr gutes Programm ist. Halten Sie sich so nahe wie möglich an die Maximalforderung ihrer speziellen Software. Dies verringert später beim Zusammenfügen die durch Randabdunklungseffekte hervorgerufenen Helligkeitsdiskrepanzen an den Übergängen der Einzelbilder. Schwenken Sie die Kamera nach dem ersten Bild nach rechts bis die linke Bildkante mit dem Markierungsobjekt übereinstimmt, nehmen Sie das nächste Bild auf, bestimmen Sie den folgenden Überlappungsmarker und fahren Sie in gehabter Weise fort, bis alle Aufnahmen im Kasten sind. Beinhaltet ihre Szene Wolken oder andere sich langsam bewegende Objekte, sollten Sie möglichst schnell alle Einzelbilder hintereinander fotografieren. Anderenfalls könnte die Panoramasoftware in Schwierigkeiten geraten. Sich schnell bewegende Objekte, wie z.B. Autos, verursachen meistens weniger Probleme. Falls es ihre Speicherkapazität erlaubt, schadet es nicht, eine weitere Bilderserie vom Panorama aufzunehmen, diesmal vielleicht mit anderem Schwerpunktmotiv, mit verändertem Zoom oder sonstigen variierten Kameraeinstellungen. Beachten Sie auch, dass selbst bei Benutzung eines Stativs noch Verwacklungen beim Niederdrücken des Auslösers vorkommen können. In kritischen Fällen, insbesondere bei langen Belichtungszeiten, sollten Sie deshalb auf die Fernbedienung oder den Selbstauslöser zurückgreifen.
[nach oben]

Um das Thema abzurunden, noch ein paar Worte zum weltweiten Lieblingsobjekt aller Anleitungen für Panoramaaufnahmen: es geht um den berüchtigten Parallaxenfehler. Ein Parallaxenfehler ist der Winkel zwischen zwei Geraden, die

von unterschiedlichen Ausgangspunkten zum gleichen Objekt führen. Um sich diese lapidare Definition zu veranschaulichen, sollten Sie folgendes Experiment durchführen: Schließen oder bedecken Sie ein Auge und finden Sie eine vertikale Linie (Türrahmen, Mauerkante, Stehlampe o.ä.) nicht allzuweit entfernt. Verändern Sie nun ihre Position so, dass diese Linie mit einer zweiten, etwas weiter entfernten, vertikalen Linie übereinstimmt. Drehen Sie ihren Kopf nach rechts oder links und beobachten Sie die gegenseitige Lage der beiden Linien. Große Überraschung: Die beiden Linien verschieben sich beim Wegdrehen des Kopfes zueinander. Sie waren soeben - im wahrsten Sinne des Wortes - Augenzeuge des Parallaxenfehlers. Um besser verstehen zu können, was eigentlich passiert ist, sollten Sie einen Blick auf das Bild unterhalb riskieren.



Der schwarze Schädelumriss im linken Bildteil stellt ihre Anfangsposition im Experiment dar. Beide Objekte befinden sich genau hintereinander. Von der verdrehten Kopfstellung (roter Schädelumriss) aus erscheinen die beiden Objekte verschoben. Ursache dafür ist, dass der Drehpunkt (blaues Kreuz) in etwa mit der Wirbelsäulenachse - weit entfernt vom Auge - übereinstimmt. Beim Wegdrehen des Kopfes wird somit das Auge in eine andere Blickposition gebracht, was die gegenseitige Stellung der vormals hintereinander ausgerichteten Objekte verändert. Um die Ausrichtung beizubehalten, müsste der Körper um die vertikale optische Achse des Auges gedreht werden, wie im rechten Bildteil illustriert.

Der Parallaxenfehler von Kameras beruht auf dem Prinzip des obigen Experiments. Beim Schwenken von Bild zu Bild (sowohl mit als auch ohne Stativ), wird das optische Zentrum der Kamera zu einer jeweils anderen Position verschoben, da die Drehachse nicht mit demselbigen optischen Zentrum übereinstimmt. Dies bannt unterschiedliche Perspektiven gleicher Objekte in benachbarten Bildern auf den Sensor. Die gute Nachricht ist, dass der Parallaxenfehler meistens nur bei relativ nahen Bildobjekten signifikant ins Gewicht fällt. Für entferntere Motive gleicht die Panoramasoftware die unterschiedlichen Perspektiven aus, und bei sehr weit entfernten Szenen kann der Parallaxenfehler in der Regel vernachlässigt werden. Die weniger gute Nachricht beruht auf dem Fakt, dass es nicht so einfach ist, die Parallaxe beim Fotografieren naher Objekten loszuwerden. Dazu wird ein spezielles Stativ oder zumindest ein spezieller Aufsatz für ein gewöhnliches Stativ benötigt.

Dann muss noch das optische Zentrum der Kamera gefunden und exakt über dem Stativdrehpunkt positioniert werden. Falls Sie an mehr Informationen zu diesem Thema interessiert sind, folgen Sie bitte den angeführten Links.

Zusammenfügen der Panoramaeinzelbilder

Brauche ich zusätzlich zu meiner Bildbearbeitungssoftware einen separaten Stitcher?

Wie erkennt die Panoramasoftware die Reihenfolge der Einzelbilder?

Warum werden die Einzelbilder vor dem Zusammenfügen verzogen?

Nach welchen Kriterien wird der Grad des Warpings durch die Software festgelegt?

Kann man zu Vorschauzwecken den endlos langen Programmlauf verkürzen?

Mein Panorama sieht gut aus, jedoch noch nicht perfekt. Was kann ich machen?

Soll ich mein Panorama sofort zurechtschneiden?

Warum nicht das Bild in JPEG speichern? Nimmt doch weniger Platz weg!

Selbst solch ausgefeilte Bildbearbeitungssoftware wie Photoshop oder Photo-Paint hat nur begrenzte Fähigkeiten, Panoramen aus Einzelbildern zu erzeugen. Da heutzutage niemand mehr die Bilder manuell zusammenfügen will (vielleicht mit Ausnahme einiger weniger Dinosaurier aus der Nassfilmära), benötigt man zwangsläufig ein spezialisiertes Werkzeug für diesen Zweck, nämlich Panoramasoftware (auch unter den englischen Begriffen Stitching Software oder Stitcher geläufig). Diese Programme sind nicht teuer und können obendrein oft auch noch als Testversion erst mal evaluiert werden, bevor man sich endgültig zum Kauf entscheidet. Auf der Linkseite stelle ich einige Panoramaprogramme vor, die ich persönlich zu den besten für unsere Zwecke zähle. Die zwei Basisfunktionen aller Panoramaprogramme sind Projektion (Warping = "Verbeulen", Verziehen) und Zusammenfügen (Stitching = Nähen) der Einzelbilder. Die meisten Panoramaprogramme verfügen zusätzlich noch über andere Funktionen, wie Ausgleich von Ton- und Farbwertunterschieden zwischen den Einzelbildern, Zurechtschneiden des Panoramas und weitere einfache Bildbearbeitungsmöglichkeiten. Stitcher sind sehr spezialisierte und oft eigenartige Werkzeuge. Sie sollten sich somit gründlich mit den Fähigkeiten und der Bedienung ihres Programms vertraut machen, bevor Sie mit der Arbeit beginnen.

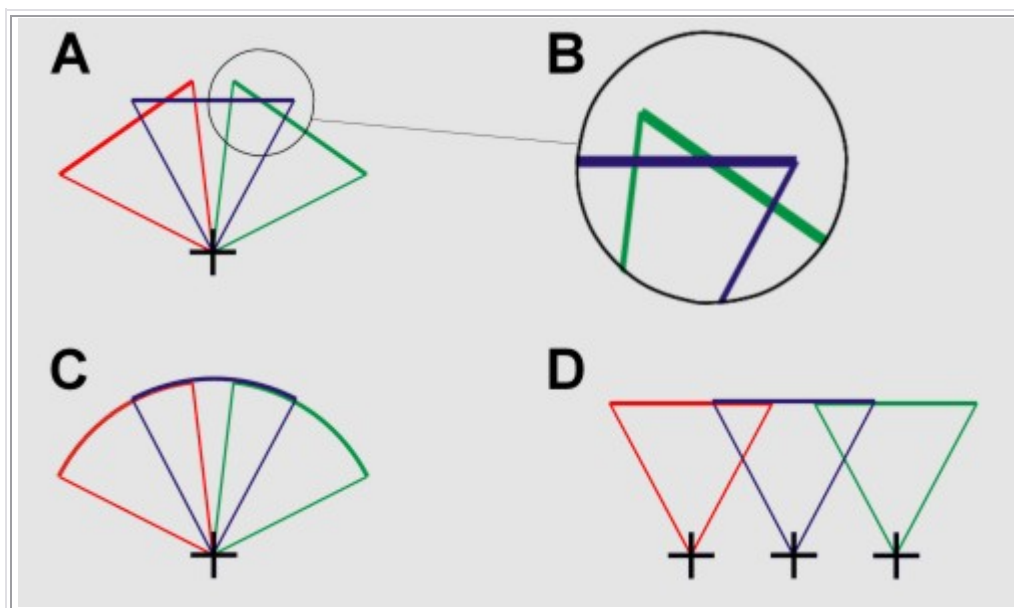
[nach oben]

Laden Sie die Einzelbilder in die Panoramasoftware. Fast alle Programme akzeptieren die JPEG- oder TIFF-Dateien ihrer Kamera und erwarten diese (für horizontale Panoramen) in alpha-numerisch ansteigender Namensfolge von links

nach rechts im Gesamtmotiv. Wenn Sie die Bilder in dieser Reihenfolge - unter Nutzung der automatischen Dateinumerierung - aufgenommen hatten, sollten Sie hier keinerlei Probleme haben. Für den Fall, dass doch etwas schief ging, erlauben die meisten Programme eine nachträgliche manuelle Korrektur der Bildreihenfolge. Wurden die Bilder hochkant aufgenommen (Portraithaltung der Kamera), müssen diese noch gedreht werden, bevor es weitergehen kann.

[nach oben]

Da Sie ein herkömmliches Objektiv verwendeten, müssen die Einzelbilder vor dem Zusammenfügen noch sphärisch "verbeult" werden. Den Grund dafür erläutere ich nachfolgend mit Hilfe der unteren Darstellung. In Teil A ist die Draufsicht einer Aufnahmeolge aus drei Bildern illustriert. Die Kameraposition wurde mit einem schwarzen Kreuz markiert. Die Abbilder identischer Objekte im Überlappungsbereich benachbarter Bilder (vergrößert dargestellt in Teil B) erreichen das Objektiv von verschiedenen Winkelpositionen und werden auf den flachen Kamerasensor gebannt. Deshalb stimmen die Abbilder im Überlappungsbereich nicht exakt überein und müssen korrigiert werden. Diese Korrektur ermöglicht ein nachfolgendes nahtloses Zusammenfügen.



Wie in Teil C dargestellt, werden die Einzelbilder auf einen Zylinder projiziert, was sich auf dem Bildschirm im Verbiegen der Bildkanten äußert. Diese Prozedur (nach dem englischen Begriff auch Warping genannt) positioniert gleiche Bildpunkte in benachbarten Bildern genau übereinander (zumindest in der Theorie, bei exakter Kenntnis aller benötigten Ausgangsdaten). Es ist offensichtlich, dass die Bedeutung des Warping steigt, je größer der Öffnungswinkel des Kameraobjektivs (bzw. je kleiner die Brennweite) ist. Um die Sache noch mehr zu verkomplizieren, ist Warping nicht nur in der horizontalen sondern auch in der vertikalen Bildebene notwendig, was einer Projektion auf eine Kugel (sphärische Projektion) und nicht nur auf einen Zylinder (wie oben der Anschaulichkeit halber erläutert) gleichkommt. Hier gilt wieder das gleiche Prinzip: je größer der Öffnungswinkel in der

betrachteten Ebene desto bedeutender das Warping. Am schwierigsten hat es die Software, wenn die Kamera bei den Aufnahmen von der idealen Horizontlinie abweichend nach oben oder unten geneigt wurde. Dieser Fall erfordert Projektionsberechnungen mit einer Komplexität, welche die Fähigkeiten vieler Panoramaprogramme übersteigt.

Würde man ein langes flaches Motiv fotografieren und dabei die Aufnahmeposition von Bild zu Bild so verändern, dass bei gleichem Kameraabstand der Mittelpunkt des Öffnungswinkels immer rechtwinklig zum Motiv verbleibt (illustriert in Teil D), wäre ein Warping nicht notwendig.

[nach oben]

Um die sphärische Projektion (Warping) korrekt durchzuführen, benötigt die Panoramasoftware einige Angaben über das benutzte Objektiv, Brennweite und vertikalen Neigungswinkel der Kamera. Glücklicherweise verfügen die meisten Programme über eine eigene Kameradatenbank, so dass Sie die Objektivparameter nicht im Internet oder aus dem Kamerahandbuch heraussuchen und manuell eintragen müssen. Da in der Programmdatenbank die Brennweite bei Zoomobjektiven meistens aber auf den Weitwinkelausgangswert (ohne Zoom) eingestellt ist, muss dieser Wert durch den tatsächlich genutzten ersetzt werden. Falls Sie meinem Rat folgten, haben Sie Brennweite oder Zoom beim Fotografieren vorsorglich notiert. Wenn nur der Zoomwert vorhanden ist, die Software aber die Eingabe der Brennweite verlangt, dann multiplizieren Sie einfach die Ausgangsbrennweite aus der Objektivspezifikation (meistens im Bereich um 35 mm) mit dem Zoom. Das Resultat ergibt den gesuchten Brennweitenwert. Falls ihre Kamera die sogenannten EXIF-Daten in den Bilddateien abspeichert, erlaubt ihnen auch eine entsprechende Bildbetrachtungs- oder Bildbearbeitungssoftware (meistens unter "Bildinfo"), den gesuchten Wert zu ermitteln. Finden Sie ihre Kamera nicht in der Datenbank der Panoramasoftware oder in den neuesten Updates im Internet, sollten Sie als erstes nach einer vertretenen Kamera suchen, die das gleiche Objektiv benutzt. Als letzte Option bleibt ihnen dann, die erforderlichen Werte in Herstellerspezifikationen herauszusuchen (Handbücher, Internet).

Unterstützt ihre Software vertikale Kameraneigungswinkel (nach oben oder unten von der idealen Horizontlinie), wird abschließend auch noch dieser Wert benötigt. Bevor Sie sich aber die ganze Arbeit machen, um alle Werte herauszufinden, sollten Sie sich intensiv in die Möglichkeiten ihrer Panoramasoftware einlesen. Viele Programme erlauben es, alle erforderlichen Objektivangaben aus den Einzelbildern selbst zu berechnen.

Sollten Sie trotz größter Sorgfalt nicht mit dem räumlichen Gesamteindruck des zusammengefügt Panoramas zufrieden sein, ist es durchaus erlaubt, vorsichtig mit den einzelnen Einstellwerten (speziell Brennweite und Neigungswinkel) zu experimentieren.

[nach oben]

Nachdem Sie alle Werte eingegeben haben nach denen die Software verlangt, starten Sie einen Panoramavorschaulauf, falls ihre Software über diese Funktion

verfügt. Der Vorschaulauf nutzt Bildkopien mit geringer Auflösung und vereinfachte Algorithmen, wodurch er wesentlich schneller ist als ein voller Lauf, jedoch nicht die Brillanz und Schärfe des Endprodukts wiedergibt. Das erzeugte Vorschaubild läßt erste Rückschlüsse über die Qualität der sphärischen Projektion, des nahtlosen Zusammenfügens und den Ausgleich von Farbwert- und Farbtondiskrepanzen zu. Falls Sie mit dem Ergebnis nicht zufrieden sind, ändern Sie die zuständigen Einstellungen für das bemängelte Kriterium (halten Sie sich dabei an das Handbuch oder die interne Programmhilfe) und starten Sie einen erneuten Vorschaulauf. Wiederholen Sie diesen Feinabgleichzyklus bis Sie zufrieden sind oder das Programm keine Verbesserung mehr hergibt.

Starten Sie nun einen Volllauf. Abhängig von Anzahl der Einzelbilder, Bildgröße und -auflösung, Computergeschwindigkeit und RAM-Größe kann sich dieser Vorgang eine Weile hinziehen. Betrachten Sie sorgfältig das resultierende Panoramabild. Achten Sie dabei besonders auf verschwommene oder verzeichnete Bildteile, Schattenbildung und Diskrepanzen im Bereich der Nahtstellen. Da manche Panoramaprogramme nicht gerade eine komfortable Bildbetrachtung erlauben, kann es notwendig sein, dafür ein externes Bildbetrachtungs- oder Bildbearbeitungsprogramm zu bemühen. In den meisten Fällen werden Sie mit dem Resultat schon recht zufrieden sein. Besonders beeindruckend erscheinen die ersten Panoramen für jemanden, der neu im Geschäft ist. Kleinere Unzulänglichkeiten lassen sich später problemlos mit einem Bildbearbeitungsprogramm ausmerzen.

[\[nach oben\]](#)

Zählen Sie sich zur Gilde der Perfektionisten, dann lesen Sie hier weiter. Sollten Sie aber mit ihrem Panorama schon zufrieden sein, können Sie diese Sektion auch überspringen.

Falls die Bildelemente im Überlappungsbereich nicht absolut nahtlos verbunden sind, sollten Sie eine höhere Genauigkeitseinstellung wählen (falls von ihrem Programm unterstützt). Dies verlängert zwar die Rechenzeit, resultiert aber oft in besserer Nahtqualität. Als letzte Möglichkeit bleibt noch die manuelle Korrektur. Manche Programme erlauben es, die gegenseitige Position der Einzelbilder zu verändern, andere erfordern das manuelle Setzen von Flaggen, um damit gleiche Bildpunkte in benachbarten Einzelbildern zu markieren. Die letztgenannte Methode gewährleistet oft die bestmögliche Nahtqualität, ist aber recht zeitaufwendig. Falls Korrekturen das Ergebnis nicht verbessern oder ihre Software keine Korrekturmöglichkeiten bereit stellt, bleibt ihnen wohl nichts anderes übrig, als sich mit dem vorliegenden Resultat zu begnügen. Immerhin erlaubt ihnen ihre Bildbearbeitungssoftware, das Panorama im nächsten Bearbeitungsschritt noch zu retuschieren.

Bei Handaufnahmen kommt es manchmal vor, dass die Einzelbilder gegenseitig etwas verdreht sind. Sollte ihre Panoramasoftware damit nicht zurecht kommen, dann nutzen Sie ein externes Bildbearbeitungsprogramm, um die betroffenen Einzelbilder entsprechend zu drehen, bevor diese in den Stitcher geladen werden.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um auffallende Farbwert- und Farbtonunterschiede auszugleichen, falls die automatischen Korrekturmöglichkeiten ihrer Panoramasoftware kein zufriedenstellendes Ergebnis liefern. Die zeitaufwendigste Methode (allerdings auch die mit den höchsten Erfolgchancen)

besteht darin, die unterschiedlichen Kolorierungen der Einzelbilder mit Hilfe eines Bildbearbeitungsprogramms oder der Panoramasoftware (wenn diese über Basisfunktionen von Bildbearbeitungen verfügt) nach Augenmaß einander anzupassen. Eine andere Möglichkeit basiert auf der Änderung der Überblendtiefe zwischen den Einzelbildern, falls diese in ihrer Software manuell eingestellt werden kann. Eine Erhöhung der Überblendtiefe verringert die Diskrepanzen zwischen den Einzelbildern, lässt den Überlappungsbereich aber oft verschwommen erscheinen bzw. ruft schattenartige Objektverdopplungen hervor. Da die Diskrepanzen meistens nicht entlang der gesamten vertikalen Nahtlinie auftreten, ist es oft schwierig eine ausgewogene Balance zwischen unauffälligen Übergängen und verschwommenen Bildteilen zu finden. In diesem Falle sollte man ruhig zwei Panoramabilder erstellen, eines mit sanftem Überblenden im Bereich der stärksten Diskrepanzen, und eines ohne verschwommene Objekte im restlichen Bereich der Naht. Mit Bildbearbeitungssoftware lassen sich später die besseren Bildteile zu einem Panorama zusammenfügen.

[nach oben]

Das resultierende Panoramabild nach dem Zusammenfügen aller Einzelbilder ist niemals ein perfektes Rechteck. Aufgrund der sphärischen Projektion, eventueller Bildrotation und vertikaler Bildverschiebung zum Anpassen der Bildelemente entstehen weiße Flächen ohne Pixel.

Dieses Panorama wurde ohne Stativ aufgenommen. Aus Unachtsamkeit kippte der Fotograf die Kamera zwischen dem ersten und dem zweiten Bild etwas ab. Würde man das Bild jetzt zurechtschneiden, wäre Verlust von wertvollen Bildelementen die Folge. Die weißen Flächen links unten und rechts oben sollten statt dessen später mit Bildbearbeitungssoftware mittels Kopieren und Einfügen gefüllt werden.



Um diese Flächen zu beseitigen, kann das Bild entweder mit der Panoramasoftware (falls Option verfügbar) oder mit einem externen Bildverarbeitungsprogramm zurechtgeschnitten werden. Gelegentlich ist es angebracht, die pixellosen Bereiche später in einer Bildbearbeitung zu füllen, anstatt wichtige Motivkomponenten bzw. wertvolle Pixel zu verlieren.

[nach oben]

Unabhängig davon, ob Sie sich entscheiden, das Panorama jetzt oder später zurechtzuschneiden, sollten Sie das Bild nun auf ihrer Festplatte abspeichern. Speichern Sie an dieser Stelle immer in der bestmöglichen Qualität, d.h. in einem unterstützten verlustfreien Bildformat (z.B. Windows Bitmap oder TIFF), in der vollen Pixelauflösung (Bildgröße) und mit 24 Bit Farbtiefe. Stören Sie sich dabei nicht an der großen entstehenden Datei - Sie können zu einem späteren Zeitpunkt das Bild immer noch mit ihrer Bildbearbeitungssoftware in einem handlicheren Format mit verlustfreier Kompression speichern. Seien Sie sich bewusst, dass bei Nutzung eines verlustbehafteten Formats (z.B. JPEG), sich die Bildqualität mit jedem Zyklus aus Laden, Bearbeiten und Abspeichern verschlechtert. Benutzen Sie also ein verlustbehaftetes Speicherformat nur, wenn Sie sich absolut sicher sind, dass Sie das Panorama niemals wieder editieren oder als Ausgangsprodukt für andere Projekte nutzen wollen.

Nachbearbeiten des Panoramas

Mir gefällt mein Panorama eigentlich gut. Warum sollte ich daran weiter editieren?

Ist es wirklich notwendig zu wissen, was ein Histogramm ist?

Irgendwie fehlt der Pep im Bild. Wie kann man das verändern?

Wie werde ich die hässlichen Bildübergänge los, die mein Stitcher hinterließ?

Kann ich mein Panorama größer drucken, wenn ich es ordentlich schärfe?

Die Nachbearbeitung des Bildes nachdem die Panoramasoftware ihren Job erledigt hat, erlaubt ihnen nicht nur Farbwert und Farbton zu verbessern bzw. Ungenauigkeiten beim Zusammenfügen der Einzelbilder zu korrigieren, sondern auch, kreativ zu sein. Ist es nicht so, dass der Betrachter in der Regel ein durch Editieren im Schönheits- und Unterhaltungswert gesteigertes Motiv der grauen Realität gegenüber bevorzugt? Vergleichen Sie ihre Kreation mit der eines Künstlers, der die Realität eher durch sein Werk interpretiert als dass er sie einfach widerspiegelt. Immerhin sollen unsere Bilder nicht als Beweismaterial bei Gerichtsverhandlungen verwendet werden.

[nach oben]

Ich gehe davon aus, dass Sie das Zurechtschneiden des Panoramas sowie Korrektur von Helligkeit, Kontrast, Intensität usw. ohne Anleitung selbst meistern. Nichtsdestotrotz möchte ich ihnen aber ein Modell zur Bildinterpretation und -korrektur vorstellen, das - wenn es denn voll verstanden wird - es ermöglicht, auf

jegliche Art konventioneller Bildkorrektur (wie Helligkeit, Kontrast o.ä.) zu verzichten. Die Rede ist vom Histogramm. Ein Histogramm ist eine graphische Darstellung der Anzahl der Pixel in Abhängigkeit von deren Helligkeits- bzw. Farbtonwerten. Es existiert für alle drei Grundfarben getrennt und als Kombination derer als Grauwerte. Dabei werden die Helligkeitswerte entlang der horizontalen Diagrammachse und die Anzahl der jeweiligen Pixel entlang der vertikalen Achse dargestellt. Ein erfahrener Bearbeiter von digitalen Fotos kann anhand des Histogramms auf die allgemeine Erscheinung des Bildes schließen, ohne dieses gesehen zu haben. Direkte oder indirekte Manipulationen an der Tonwertverteilung im Histogramm sind der Schlüssel zu fast allen konventionellen Farbwert- und Farbtonkorrekturen, und erschließen darüber hinaus auch noch endlose unkonventionelle Korrekturmöglichkeiten.

Hier ist ein eindrucksvolles Beispiel einer Tonwertkorrektur. Das untere Bild (Bergkette mit einigen Wolken, aufgenommen aus einem Flugzeug) macht nicht den Eindruck, als ob es selbst mit der besten Bildbearbeitung noch zu retten ist. Unter den gegebenen Aufnahmebedingungen hatte die Kamera offensichtlich enorme Probleme beim dynamischen Umsetzen des einfallenden Lichtes in die verfügbaren Ausgangshelligkeitsstufen. Das eingblendete Grauwert-Histogramm zeigt die Verteilung der Bildpixel über die 256 Ausgangshelligkeitsstufen (Tonwerte). Das linke Ende der horizontalen Diagrammachse entspricht dabei der Helligkeitsstufe 0 (schwarz), das rechte Ende der Helligkeitsstufe 255 (weiß) und der Bereich dazwischen den entsprechenden Grauwerten von 1 bis 254. Die Höhe der Füllkurve in vertikaler Richtung entspricht der Anzahl der Bildpixel mit der entsprechenden Helligkeitsstufe. Der nominale Wert dieser Pixelanzahl ist erst einmal nicht so wichtig, entscheidend ist die Verteilung der Pixel über die 256 Helligkeitsstufen. Wie im dargestellten Histogramm zu sehen ist, besteht das Bild nur aus Pixeln mittlerer Helligkeit, dunklere und hellere Pixel fehlen ganz. Die Kamera nutzte somit ihren verfügbaren dynamischen Bereich an Tonwerten nicht aus, was in einem lauen, kontrastarmen Bild resultiert, das subjektiv den Eindruck erzeugt, als befände sich ein dicker Grauschleier vor ihm.



Um den dynamischen Kontrastbereich des Bildes von dunkel bis hell zu verbessern, muss die Tonwertverteilung angemessen über die horizontale Histogrammachse gespreizt werden. Viele Bildbearbeitungsprogramme erledigen dies automatisch mit einem Klick auf die entsprechende Funktion. Das beeindruckende Ergebnis dieser Korrektur ist im unteren Bild zu bestaunen. Die Pixel sind nun über den gesamten Tonwertbereich verteilt und das Bild wirkt kräftig und kontrastreich. Bitte beachten Sie, dass der Maßstab der vertikalen Achse im Histogramm unten unterschiedlich zu dem oben ist, da die Anzahl der Pixel im Bild

ja gleich geblieben ist und nur deren Verteilung über den Tonwertbereich verändert wurde.

Da bei der dargestellten Manipulation die neue Tonwertverteilung nach bestimmten Softwarealgorithmen künstlich berechnet wird, kann natürlich der ursprüngliche Bildkontrast nicht wieder hergestellt werden. Ein direkt von der Kamera geliefertes Bild unter Ausnutzung des vollen dynamischen Ausgangsbereiches ist dem im Nachhinein manipuliertem immer vorzuziehen.



Gute Bildbearbeitungsprogramme gestatten eine Vielzahl von linearen und nichtlinearen Manipulationen an der Tonwertverteilung im Histogramm. Richtig interessant wird es oft, wenn diese Funktionen nicht auf das ganze Bild, sondern nur auf selektierte Bereiche angewendet werden. Die genannten Methoden eignen sich nicht nur zur generellen Verbesserung der Bildqualität, sondern auch für unbegrenzte kreative Effekte.

Falls durch ihre Bildbearbeitungssoftware unterstützt, sollten Sie immer als erstes die verschiedenen automatischen Tonwertabgleichfunktionen (wie im Bild oben illustriert) durchprobieren. Oftmals lassen sich allein dadurch signifikante Bildverbesserungen erreichen. Führen Sie den Abgleich aber keinesfalls vor dem Zusammenfügen der Einzelbilder des Panoramas durch - die berüchtigten Diskrepanzen an den Bildübergängen könnten sich dadurch sogar noch vergrößern.

Hier noch ein kleiner theoretischer Diskurs zum Thema:

Das oben beschriebene Problem der dynamischen Tonwertumsetzung ist typisch für digitale Kameras und wird in Tests mit dem Kriterium "Signalübertragung" charakterisiert. Dabei wird als erstes die Eingangsdynamik der Kamera bestimmt, welche den maximalen Kontrastbereich (Verhältnis der Lichtstärke des hellsten Punkts zum dunkelsten Punkt) im Motiv kennzeichnet, den die Kamera aufnehmen und verarbeiten kann. Ist der Kontrastbereich zu gering, können Objekte mit geringfügig unterschiedlichen Helligkeitswerten - vorrangig in sehr hellen oder sehr dunklen Bereichen, aber auch in den Mitteltönen - des Bildes nicht mehr ausreichend unterschieden werden. Der Eingangskontrastbereich wird dabei in Blendenstufen gemessen, aber auch absolute Werte oder logarithmische Dichten sind üblich. Gute digitale Kameras erreichen einen Bereich von über 8,5 bis etwa 10 Blendenstufen (10 Blendenstufen entsprechen einem absoluten Kontrastwert von 1000 oder einer logarithmischen Dichte von 3). Damit ist die digitale Kamera dem analogen Nassfilm, der Werte von 12 Blendenstufen und mehr erreicht, noch weit unterlegen.

Um so wichtiger ist es deshalb, dass die Digitalkamera den aufnehmbaren

Kontrastumfang ordnungsgemäß in die letztlich ausgegebene Bilddatei umsetzt. Die ausgegebene Bilddatei im RGB-Format hat in der Regel eine Farbtiefe von 24 Bit (8 Bit für jede der drei Grundfarben), was in einen Tonwertumfang von 256 Abstufungen resultiert. Die Ausgangsdynamik der Kamera kennzeichnet dabei deren Fähigkeit, den vollen Bereich von 256 Tonwertstufen auch wirklich im gelieferten Bild bereitzustellen. In Tests werden dabei Werte für "Schatten" (Optimum: 0), "Lichter" (Optimum: 255) und "Ausgabeumfang" (Optimum: 256) ermittelt. Ein Ausgabeumfang von unter 245 wird dabei im Allgemeinen als unzureichend angesehen.

Im ersten Beispielbild oben, das von einer Kamera aufgenommen wurde, die einen gemessenen Ausgabeumfang von über 250 hat, ist der tatsächliche Ausgabeumfang auf die Mitteltöne beschränkt. Die Ursachen dafür können komplex sein und liegen in der internen Bildverarbeitungssoftware der Kamera, welche die Aufnahmeverhältnisse offensichtlich falsch interpretiert hat.

Tipp aus der Praxis:

Falls ihre Kamera über eine Echtzeithistogrammanzeige verfügt, nutzen Sie diese zur Bildoptimierung schon bei der Aufnahme. Versuchen Sie - wenn nötig mit manueller Nachregelung - eine Histogrammkurve zu erreichen, die möglichst über den gesamten horizontalen Bereich gespreizt ist und behalten Sie die manuellen Einstellungen für die gesamte Serie der Panoramaeinzelbilder bei. Beachten Sie dabei bitte, dass die Form der Hüllkurve des Histogramms in Abhängigkeit von den Aufnahmebedingungen sehr ungleichmäßig sein kann. Die gleichmäßige, fast glockenförmige Struktur im Beispiel oben ist eher untypisch. Wichtig ist nicht die Form, sondern die möglichst breite Spreizung.

[\[nach oben\]](#)

Falls Sie ihrer Kreativität freien Lauf lassen wollen, könnten Sie Dinge ins Bild einfügen, die ursprünglich nicht vorhanden oder nicht sichtbar waren. Betrachten Sie das Panoramabild unterhalb des Absatzes. Es sieht eigentlich schon ganz gut aus, der rabenschwarze Nachthimmel passt aber irgendwie nicht zur restlichen Lichterpracht.



Um dem Bild den Anschein einer Szene kurz vor Sonnenaufgang zu geben, führte ich einige kleine Änderungen durch. Als erstes stellte ich den Himmel bis zu den Bergen am Horizont in einer Tagesaufnahme von der gleichen Position frei. Die erhaltene Maske legte ich über den schwarzen Himmel in der Nachtaufnahme und wandte eine graduelle Übergangsfüllung an. Das Resultat ist im unteren Bild zu sehen (klicken Sie auf das Bild für eine größere Darstellung).

[\[nach oben\]](#)



Falls Sie trotz aller Sorgfalt immer noch auffallende Artefakte (verschwommene Bildteile, Geisterobjekte, nicht übereinstimmende Konturen, weiße Flächen ohne Kamerapixel) vom Zusammenfügen der Einzelbilder in ihrem Panorama ausmachen können, sollten Sie versuchen, diese mit dem Klon-Werkzeug ihrer Bildbearbeitung zu beseitigen. Wenn Sie an Details arbeiten, sollten Sie möglichst eine Bilddarstellung von 100 % wählen. 100 % bedeutet, dass ein Pixel ihres Panoramas durch einen Monitorpixel dargestellt wird. In dieser Einstellung erhalten Sie die realistischste Repräsentation ihres gespeicherten Bildes, weil der Monitortreiber die Bildpixel nicht der Bildschirmdarstellung anpassen muss. Verwechseln Sie 100 % nicht mit 1:1. In der Einstellung 1:1 wird ihr Bild in der physikalischen Druckgröße auf dem Bildschirm dargestellt (sofern der Monitor richtig kalibriert ist). Schauen Sie im Zweifelsfall im Handbuch oder der Programmhilfe nach, um die korrekte Einstellung zu wählen.

Wenn es möglich ist, kann auch die Methode Kopieren-und-Einfügen genutzt werden, um die erwähnten Artefakte zu retuschieren. Stellen Sie dazu einen makellosen Bildbereich (der eine ausreichende Ähnlichkeit mit dem zu retuschierenden Bereich haben muss) mit dem Maskenwerkzeug frei, federn Sie die Maske (weiche Kante setzen), kopieren Sie die Selektion und fügen Sie diese schließlich über den Korrekturbereich ein. Falls Sie mehrere Panoramen mit verschiedenen Überblendeinstellungen hergestellt haben, nutzen Sie die besseren Bildteile aus den verschiedenen Panoramen, um ein akzeptables Endergebnis zu erhalten.

Viele Panoramaprogramme haben Probleme mit den Bildübergängen wenn wolkenloser blauer Himmel vorhanden ist. Die in den vorigen Absätzen erwähnten Techniken können genutzt werden, um dieses Problem zu lösen. Eine elegantere und im Endergebnis eindrucksvollere Methode besteht darin, den gesamten Himmel zu ersetzen. Im unteren Bild (dargestellt, wie es das Panoramaprogramm verließ) werden Sie bei genauer Betrachtung Diskrepanzen im Bereich des Himmels ausmachen.



Zum Ausmerzen dieses Problems stellte ich den Himmel mit einer Maske frei, ersetzte ihn mit einem Himmel aus einem anderen Bild, invertierte die Maske, führte einen Histogrammausgleich durch, um den Grauschleier zu entfernen und wandte letztendlich eine Tonkurvenmanipulation zur Farbauffrischung an. Das Ergebnis ist im unteren Bild zu sehen.

[nach oben]



Wenn Sie denn wollen, können Sie abschließend ihr Bild noch etwas schärfen. Dies kann in sehr begrenztem Ausmaß eine zu geringe Bildauflösung für Druckgrößen, die ihre Kamera eigentlich nicht mehr hergibt, kompensieren. Aber Vorsicht - nicht alle Bilder eignen sich zum Schärfen. Dies kann insbesondere zutreffen, wenn schon intensive Bildmanipulationen durchgeführt wurden. Schärfen Sie prinzipiell sehr sparsam, zu viel des Guten kann hässliche Kolorationen oder Stufen an den Bildobjektkanten hervorrufen, die dem Gesamtbild ein unnatürliches Aussehen verleihen. In den meisten Fällen liefert das Werkzeug "Unschärfe Maskieren" die besten Resultate. Stören Sie sich nicht an dem seltsamen Begriff - er stammt von einer Technik aus dem Nassfilmbereich.

Als Beispiel sehen Sie unten links einen Bildausschnitt vor und unten rechts den gleichen Ausschnitt nach dem Schärfen.

Hier noch ein Tipp aus der Praxis: Ein moderates Schärfen sollte grundsätzlich nach einer Neuberechnung der Bildauflösung, insbesondere nach einem Herunterrechnen (Downsampling) durchgeführt werden, um den ursprünglichen Bildschärfeeindruck wieder herzustellen.

[nach oben]



