

bernd margotte photography

technical articles

Digitale Panoramafotografie

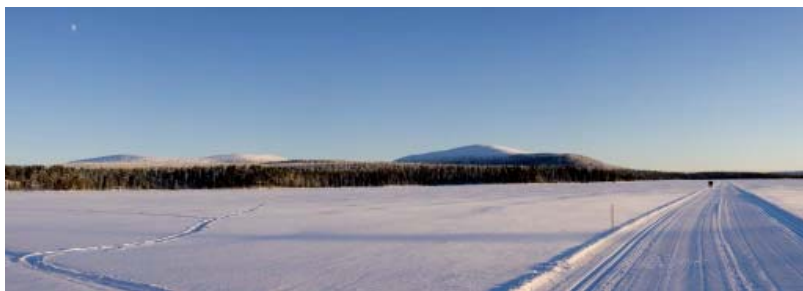
Einleitung

In diesem Artikel möchte ich einige Methoden und Techniken der Panoramafotografie besprechen. Der einfache Weg zum digitalen Panorama steht dabei im Vordergrund. Ich gehe ausserdem auf die von mir verwendete Hard- und Software ein. Die Erstellung von Panoramas mit analogen Kameras wird hier nicht speziell erläutert. Indem man seine Bilder einscannet kann man aber das hier besprochene Verfahren ebenfalls anwenden. Fotografiert man zum ersten Mal ein Panorama bestehend aus mehreren Einzelaufnahmen wird man mit hoher Wahrscheinlichkeit auf Probleme stossen. Der Versuch, die einzelnen Bilder mit einer Software (Stitching-Software) zusammenzufügen, wird durch Fehler bei der Aufnahme verunmöglicht. Schwierigkeiten kann es geben, wenn die Aufnahmen unterschiedlich belichtet, der Weissabgleich auf Automatic gestellt oder die Kamera während der Aufnahme verschoben wurde.

PANORAMAS AUS DER HAND FOTOGRAFIEREN

Versucht man ein Panorama aus der Hand zu fotografieren, also ohne Stativ, sind folgende Punkte zu beachten:

- *manuelle Belichtung*
- *manueller Weissabgleich*
- *konstante Brennweite bei allen Aufnahmen*
- *möglichst konstanter Kamerastandort (drehen um den Nodalpunkt des Kamerasystems, dazu weiter unten mehr)*
- *Objekte sollten einen Mindestabstand von ein paar Metern von der Kamera*



Langlauf Loipe auf gefrorenem See : Muonio, finnisch Lappland, Februar 2007

haben (je weiter weg, desto kleiner eventuelle Parallaxen)

Man dreht sich bei der Reihenaufnahme also nicht um sich selbst sondern um einen Punkt im Kamera-Objektiv System, dem Nodalpunkt. Dies geligt am besten, wenn man sich an irgendeinem Gegenstand anlehnt und den Körper so stabilisiert. Nun kann man die Kamera um eine vertikale Drehachse bewegen. Das wird sicherlich nicht optimal ausführbar sein ist aber immernoch besser, als sich um sich selbst zu drehen und man dadurch die Parallaxenfehler erhöht.

Belichtung

Die optimale Belichtung für alle Fotos ermittelt man indem die Kamera auf Blendenvorwahl gestellt wird. Anschliessend fährt man den Bereich, der in dem Panorama erfasst werden soll, ab. Man merkt sich die kürzeste Belichtung und stellt diese manuell ein. Dadurch wird verhindert dass es zu unschönen Überstrahlungen kommt. Bevor man mit der Reihenaufnahme beginnt wird die korrekte Belichtung durch eine Testaufnahme und die Kontrolle des Histogramms kontrolliert. Die Testaufnahme löscht man sogleich wieder, damit es später bei der Zusammensetzung des Panoramabildes nicht zu Verwirrungen kommt.

Der Dynamikumfang zwischen den Aufnahmen darf dabei nicht zu gross sein. Ansonsten kommt es zu starken Unterbelichtungen in den Schatten die man später nicht mehr korrigieren kann. Ist

dies der Fall, muss man das Panorama entsprechend anpassen, indem man z.B. versucht nicht direkt in die Sonne zu fotografieren oder diese hinter ein anderes Objekt (.B. ein Baum) zu platzieren. Schnell stellt man fest, dass der begrenzte Dynamikumfang bei weiten Panoramas das Hauptproblem darstellt.

Überbelichtungen führen bei Digitalkameras immer zu unschönen Überstrahlungen. Daher ist es wichtiger diese zu vermeiden als unterbelichtete Schatten zu umgehen. Im RAW Modus wird das Histogramm von der Digitalkamera immer aus einem jpg Bild erzeugt. Dieses jpg Bild wird zwar aus der RAW Datei errechnet, hat aber je nach Kameraeinstellungen nicht denselben Dynamikumfang wie das RAW Bild selbst. Bei mir wirkt sich das so aus, dass ich ca. eine halbe Blende länger belichten kann ohne dass es zu unschönen Überbelichtungen kommt. Bei der späteren Bildbearbeitung werden überbelichtete Stellen evtl. mit ‚Highlight Recovery‘ o.ä. wieder hergestellt. Am besten man macht ein paar Testaufnahmen und ermittelt wie weit man bei seiner Kamera überbelichten kann. Auf jeden Fall kann man durch diese Methode den Dynamikumfang des Sensors besser ausnutzen als wenn man dem Histogramm blind vertraut.

Hilft all dies nicht und ist der Dynamikumfang dennoch zu gross kommt die HDR (High Dynamic Range) Technik zum Einsatz. Mehr zu diesem Thema erfahren Sie im Artikel HDR Fotografie.

Den Weissabgleich stellt man auf Manuell. Entweder man bestimmt vorher mit einer Testaufnahme den optimal einzustellenden Kelvin Wert oder man verwendet die Kamera-Presets. Am besten ist es natürlich, im RAW Modus zu fotografieren: Hier spielt der Kamerawert („as shot“) für den Weissabgleich keine Rolle und wird später am

bernd margotte photography technical articles

Computer für alle Aufnahmen optimal eingestellt. Der Kamerawert dient lediglich als Ausgangspunkt und wird vom RAW Konverter z.B. als ‚as shot‘ Wert angezeigt. Ich habe gute Erfahrung gemacht in dem ich den Weissabgleich auf Automatic lasse und dann bei der RAW Konvertierung den optimalen Wert für alle Aufnahmen eines Panoramas festlege. Diese Vorgehensweise ist aber ein wenig gefährlich, da durch die Automatic jede einzelne Aufnahme einen anderen ‚as shot‘ Weissabgleich erhält. Der Wert ist bei der RAW Konvertierung auf jeden Fall für alle Einzelbilder gleich zu setzen.

PANORAMAS MIT EINEM STATIV

Möchte man das Verfahren noch verfeinern, die Panorams perfektionieren und insbesondere das Parallaxenproblem in den Griff bekommen, muss ein Stativ verwendet werden. Die Parallaxe ist immer dann besonders gross wenn man sowohl nahe als auch ferne Objekte in einem Panorama festhält. Das ist z.B. bei Innenräumen häufig der Fall. Hier empfiehlt sich eine genaue Justierung der Kamera nach dem weiter unten besprochenen Verfahren. Aber schön der Reihe nach. Die Kombination Stativ / Stativkopf muss ein paar wichtige Voraussetzungen erfüllen:

- *Der Drehpunkt der Kamera muss sich so verschieben lassen, dass der Nodalpunkt (dazu weiter unten mehr) des Kamera-Objektivsystems senkrecht über der vertikalen Drehachse des Stativkopfes zu liegen kommt.*



Naturreiservat mit Fjäll Hügelkette: Muonio, finnisch Lappland, Februar 2007 (wie man sieht wurde das Panorama aus der Hand fotografiert: Es ist nicht immer ein Stativ nötig!)

- *Die Drehebene muss sich perfekt nivellieren lassen.*
- *Optional sollte man die Kamera im Hochformat montieren können ohne dass sich die Einstellungen verschieben (mehr Details dazu weiter unten).*

Es gibt verschiedene Systeme auf dem Markt, die alle diese Punkte erfüllen. Die Montage der Kamera im Hochformat ermöglicht die längere Formatkante in die Senkrechte zu drehen. Dadurch erhält man für das Panorama einen weiteren senkrechten Bildwinkel. Ausserdem wird durch die erhöhte Anzahl der Aufnahmen eine höher auflösende Panoramaaufnahme möglich. Am einfachsten lässt sich eine Hochformat Montierung mit einer Winkelschiene an der Kamera erzeugen, die idealerweise gleich die Schnellkoppelleiste für die Kamera bildet. Hier gibt es extrem viele Billiglösungen die entsprechend klapprig, wackelig und vor allem gross sind. Ich verwende eine Schiene von Really Right Stuff, die ideal auf das jeweilige Kameragehäuse angepasst ist und dadurch immer am Kameragehäuse belassen werden kann. Das von Really Right Stuff verwendete Kopplungssystem ist mit den weit verbreiteten Arca Swiss Koppeln kompatibel. Für die allermeisten Kameras gibt es auch eine L-Schiene die sowohl eine horizontale als auch eine vertikale Montage der Kamera erlauben. Die Kamera kann also gedreht werden ohne dass man den Kugelkopf bemüht. Das nivellierte und kalibrierte



Oben: Panoramaschiene MPR-CL. Unten: Montierung auf Kugelkopf und Nivelliereinheit

System muss also nicht neu eingestellt werden.

Um den Nodalpunkt des Objektivs (im Nodalpunkt treffen sich vereinfacht gesagt alle Strahlen auf dem Weg vom Objekt zum Abbild auf dem Sensor/Film) über der Drehachse zu platzieren, muss mittels einer Schiene die Kamera hinter den Drehpunkt verschoben werden, wie das in der Abbildung oben rechts gezeigt ist. Ich verwende hier die Really Right Stuff Schiene MPR-CL (auf dem Bild oben links). Auf der Schiene habe ich die verschiedenen Stellungen für verschiedene Objektive und verschiedene Brennweiten notiert. Die Schiene wird an den Kugelkopf montiert. In der Arca Swiss Klemme kann die Schiene je nach Objektiv und Brennweite in die richtige Position verschoben werden. Hierfür verwende ich eine Arca Swiss

Schnellkopplung mit einem Hebel, die schneller zu bedienen ist als die konventionelle Arca Swiss Kopplung mit einem Schraubverschluss. Die Kamera wird also auf der Schiene nach vorne und hinten verschoben. Man kann auch gut eine Makroschiene verwenden. Hier lässt sich die Einstellung noch präziser Einstellen, dafür geht es ein bisschen langsamer.

DIE SUCHE NACH DEM NODALPUNKT

Doch wie findet man die Einstellungen bzw. die Nodalpunkte für die verschiedenen Brennweiten. Dreht man das Objektiv um den Nodalpunkt so stellt man bei einer bestimmten Brennweite keine Parallaxe mehr fest. Die Parallaxe kann einfach durch das Objektiv betrachtet und bei der Drehung der Kamera sofort verfolgt werden.

Die Kamera wird als erstes gut nivelliert (mehr zur benötigten Ausrüstung zum Nivellieren erfahren Sie weiter unten). Bei einem Kugelkopf mit Panoramaeinheit muss nur die Kamera selbst nivelliert werden. Hat man keine solche Einheit nivelliert man als erstes die Basis des Kopfes und anschliessend die Basis der Kamera.

Um den Nodalpunkt zu finden bringt man nun in der Nähe der Kamera einen senkrechten Stab oder ähnliches an und verschiebt das Stativ so lange bis der Stab in der Bildmitte über eine in der Entfernung stehende senkrechte Kante fällt, zum Beispiel ein Telegraphenmast. Ich habe dazu ein Klebeband mit einer aufgemalten schwarzen Linie auf eine nahe (2m Distanz) Fensterscheibe geklebt und das Ganze auf einem 200m entfernten Telegraphenmasten ausgerichtet. Das Nah-Fern Verhältnis sollte mindestens so gross sein wie bei den Objekten, die man später fotografieren möchte. Je grösser die Differenz je besser. Man muss evtl. die Blende schliessen (Arbeitsblende) um beide Objekte

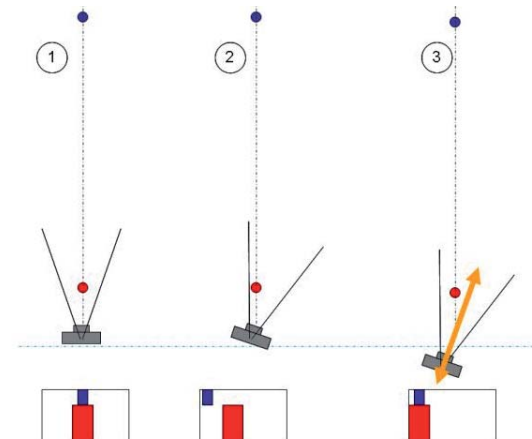
einigermassen scharf abzubilden. Der nahe und der entfernte Gegenstand liegen nun in der Bildmitte übereinander. Man dreht die Kamera horizontal und sieht, wie die zwei Gegenstände sich gegeneinander verschieben. Um einen grösseren Winkel und damit eine höhere Auslenkung zu bekommen montiert man die Kamera für diese Aktion horizontal und hat so die breite Bildseite zum Ausrichten zur Verfügung. Wenn man die beiden Linien an einem Bildende platziert sollte die Auslenkung maximal sein (sieht man keine Auslenkung hat man den Nodalpunkt schon gefunden). Nun verschiebt man die Kamera so lange nach vorne oder hinten bis die Linien übereinander liegen und notiert die Position auf der Schiene. Fährt man zurück zur Bildmitte oder sogar zum anderen Bildrand bewegen sich die beiden Referenzlinien nicht mehr gegeneinander (wenn doch hat man etwas falsch gemacht und fängt nochmals von vorne an). Man hat den Nodalpunkt für diese Brennweite und diese Objektiv gefunden. Die ganze Aktion führt man für alle Objektive und alle Brennweiten mit denen man Panoramas erstellen möchte durch. Ich habe auf meiner Schiene (Abbildung oben links) die Positionen für 4 verschiedenen Objektive eingetragen. Für jedes Objektiv sind bis zu 4 Brennweiten notiert. Wie man sieht ist die Schiene die ich gewählt habe ein bisschen zu kurz, besonders für mein 17-40mm Objektiv. Beim Kauf wusste ich aber noch nicht wie gross die Distanz des Nodalpunktes ausfällt. Es ist zu beachten das verschiedene Objektive konstruktionsbedingt für die gleiche Brennweite verschiedene Nodalpunkte aufweisen können.

Das Verfahren wird in der Abbildung unten noch einmal veranschaulicht.

- Der nahe (rot) und der weit entfernte Gegenstand (blau) werden im Sucher (unten abgebildet) in der Bildmitte

übereinander gelegt.

- Die Kamera wird gedreht bis beide Gegenstände am Bildrand erschienen.
- Durch vor und zurückbewegen der Kamera werden die beiden Objekte im Sucher wieder übereinander gelegt.



Suche nach dem Nodalpunkt mit zwei Gegenständen die man im Sucher übereinanderlegt, Details s. Text oben

Wie oben beschrieben verwende ich die Panoramaschiene von Really Right Stuff, um den Drehpunkt der Kamera über den Nodalpunkt zu legen. Die eingesetzte Schiene MPR-CL (MPR steht dabei für Multi Purpose Rail) wird dabei in der Arca Swiss Klemme des Kugelkopfes gelegt. Sie lässt sich nun in diesem hin und her bzw. vor und zurück bewegen. Die Arca Swiss Klemme des Kugelkopfes hat einen Indexmarker. Für die verschiedenen Nodalpunkte der Objektive kann man nun ganz einfach Marker auf der Schiene anbringen und die Schiene dann auf den spezifischen Marker des eingesetzten Objektivs bei der verwendeten Brennweite fahren. Ich verwende hauptsächlich vier verschiedene Canon Objektive:

- das 15mm f2,8 Fish Eye,
- das Weitwinkelzoom EF 17-40mm f4 USM L,
- das Standardzoom EF 24-105mm f4 USM-L und
- das Tele Zoom EF 70-200 f4 USM.

bernd margotte photography technical articles

Für diese Objektiv habe ich an meiner Canon EOS 20D die Nodalpunkte für ein paar Brennweiten wie oben erwähnt, bestimmt. Interessanter Weise liegen die Nodalpunkte der meisten Objektiv relativ nahe an der Frontlinse und nicht, wie man erwarten würde, irgendwo in der Nähe des Zentrums des Objektivs. Man dreht das Kamera Objektiv System also um einen Punkt in der Nähe der Frontlinse. Daran sollte man auch denken, wenn man Panoramas aus der Hand schiesst, da man hier ja rein intuitiv einfach den Kopf bzw. den ganzen Körper dreht um zum nächsten Bild zu kommen. Dadurch liegt der Drehpunkt des Systems viel zu weit hinten (ca. 30-40cm). Es ist also sinnvoller bei Panoramas aus der Hand die Kamera um die Frontlinse zu drehen, so gut das eben möglich ist.

Untenstehend finden sie die von mir ermittelten Werte. Die Distanz habe ich relativ zur Sensorebene berechnet. Die Sensorebene ist ja auf den meisten Kameras auf der Gehäuseoberseite markiert. Das hintere Ende des unbeweglichen Teils meiner Panoramaschiene liegt ca. 17mm vor der Sensorebene, man muss diesen Wert also Korrigieren wenn man die Werte auf der Schiene einträgt und das hintere Ende als Referenz verwendet. In der untenstehenden Zeichnung ist die illustriert. Eigentlich ist es ja irrelevant, wo die Sensorebene liegt da man ja seine Kamera direkt auf der Schiene vermisst und die gefundenen Werte dann direkt auf die Schiene aufträgt. Damit Sie die Angaben aber auch für andere Kameras verwenden können und diese evtl. auf anderen Schienen montiert haben, sind die Werte relativ zur Sensorebene angegeben und Sie können sie gerne für Ihre Kamera übertragen. Die Messungen decken sich übrigens gut mit anderen Angaben, die ich verteilt auf dem Internet gefunden habe.

EOS20D, EF17-40mm f4 USM L

17mm: 119mm
20mm: 116mm
24/40mm: 114mm

EOS20D, EF24-105mm f4 USM IS L

24mm: 117mm
35mm: 106mm
50mm: 98mm
70mm: 77mm
105mm: 67mm

EOS20D, EF70-200mm f4 USM L

70mm: 61mm

EOS20D, EF 15mm f2.8 Fish Eye

15mm: 87mm

NIVELLIEREN UND AUFNEHMEN

Um die Montierung zu nivellieren verwende ich die Gitzo Nivelliereinheit G1321 (s. Bild unten rechts). Erst wird die Basis des Kugelkopfes mit der Nivelliereinheit in die Horizontale gebracht und danach wird die Arca Swiss Grundplatte mit dem Kugelkopf nivelliert. Das ganze geht mit Hilfe der eingebauten Wasserwagen (s. Bild unten links) schnell und präzise. Es gibt auch Panoramaeinheiten die man auf den Kugelkopf schraubt (z.B. von Really Right Stuff). Die Panoramaeinheit hat eine vertikale Drehachse und wird auf den Kugelkopf montiert. Die Kamera lässt sich auf der Einheit um diese senkrechte Achse dre-



Really Right Stuff MPR-CL Schiene mit verschiedenen Nodalpunkten



Links: Wasserwagen auf Stativ, Nivelliereinheit und Kugelkopf, Rechts: Nivelliereinheit Gitzo G1321 auf Stativ

bernd margotte photography

technical articles

hen. Dadurch erspart man sich einen Nivelliervorgang; man nivelliert mit dem Kugelkopf nur die Panoramaeinheit. Bei der Fotografie selbst hilft eine Gradeinteilung auf dem Kopf. Ich verwende den Really Right Stuff BH-1 Kugelkopf der sowohl über eine Gradeinteilung wie auch über eine Wasserwaage auf der Arca Swiss Platte verfügt. Ausserdem kann der Kugelkopf getrennt von der horizontalen Drehbewegung arretiert werden, was natürlich für die Panoramafotografie erforderlich ist.

Die Kamera muss bei der Aufnahme stets horizontal auf dem Stativ montiert werden. Dadurch fällt der Horizont, soweit er überhaupt abgebildet wird, zwangsläufig horizontal in die Bildmitte. Wem das zu langweilig ist bzw. wer den Bildaufbau anders zu gestalten möchte nimmt bei der Aufnahme einfach ein Objektiv mit weiterem Bildwinkel und beschneidet das Zusammengefügte Panorama später entsprechend. Neigt man die Kamera während der Aufnahme, neigt sich auch der optimale Drehpunkt nach vorne oder hinten. Die Kamera wird beim anschliessenden Fotografieren nicht um den Nodalpunkt gedreht, wie in der Abbildung unten dargestellt.

Der Nodalpunkt entspricht der Kreuzung der Begrenzungslinien des Bildwinkels (blau gestrichelt).

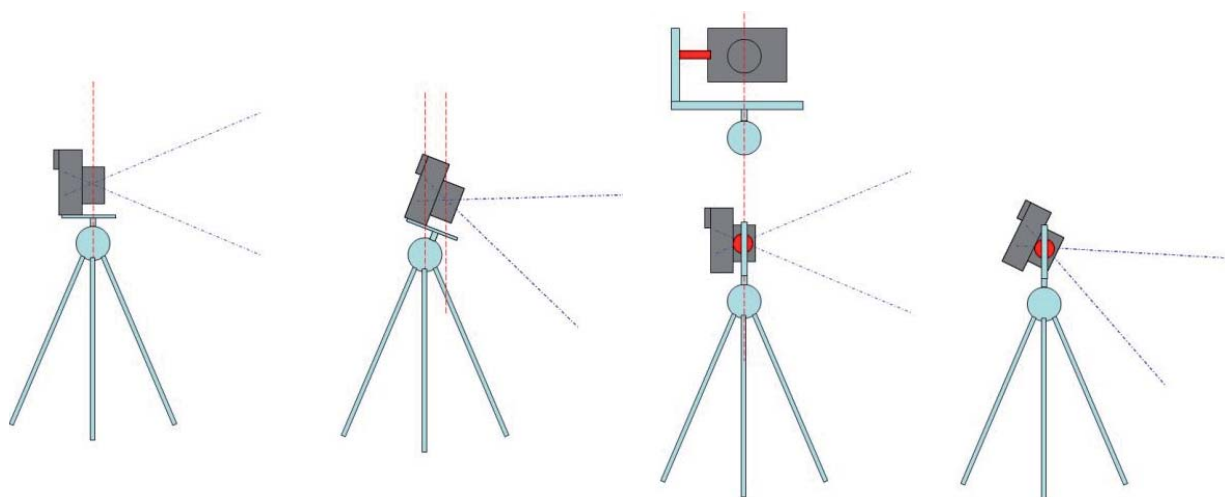
Theoretisch könnte man nun den Nodalpunkt zusätzlich für ein paar feste Winkeleinstellungen nach oben und unten ermitteln. Die entsprechenden Markierungen würden aber rein durch ihre Anzahl stark verwirren. Ausserdem ist ein entsprechender Winkel nicht ganz einfach wiederholbar exakt einzustellen. Möchte man dennoch bei der Panoramafotografie die Kamera des Öfteren nach vorne oder hinten neigen, um z.B. Mehr-Reihen Panoramas zu erzeugen, benutzt man eine entsprechende Montierung. Hier wird die Kamera an einem zweiten Drehgelenk mit horizontaler Drehachse montiert, wie in der Abbildung unten gezeigt wird. Die Kamera dreht sich nun um die rote, horizontal liegende Achse. Die Achse ist so montiert, dass Ihre virtuelle Verlängerung durch den Nodalpunkt des Objektivs geht. Dadurch kann die Kamera nach oben und unten geneigt werden, ohne dass der Nodalpunkt aus der vertikalen Achse schwenkt. Eine solche Montierung ist aber um einiges aufwendiger

(und teurer) als die hier vorgestellte und soll nicht weiter erläutert werden.

Bei der Aufnahme achtet man darauf, dass sich die einzelnen Aufnahmen genügend überlappen. Die Bilder sollten sich um ca. ein Drittel überschneiden. Mehr macht keinen Sinn, im Gegenteil: das später einzusetzende Panoramaprogramm kann verwirrt werden wenn es dieselben Punkte in zwei nicht nebeneinander liegenden Aufnahmen findet.

FOTOS IM COMPUTER ZU EINEM PANORAMA ZUSAMMENFÜGEN

Die Fotos werden anschliessend mit einem Fotobearbeitungsprogramm alle genau gleich bearbeitet. Dazu verwendet man entweder einen Batch oder synchronisiert die Änderungen eines Fotos auf die restlichen, je nachdem welche Optionen das jeweilige Fotobearbeitungsprogramm bietet. In einer Panorama Software, in meinem Fall PT Assembler, werden die einzelnen Aufnahmen zu einem Panorama zusammengefügt (diesen Prozess nennt man „stitching“). PT Assembler bietet multiple Einstellungen, auf die hier im Detail nicht eingegangen werden soll. Es ist bei diesem sehr flexiblen Produkt jedoch



Durch das Neigen der Kamera nach vorne oder hinten wird der Nodalpunkt aus der vertikalen Rotationsachse geschoben

Spezielle Montierung die Panoramas bestehend aus mehreren Bildreihen erlaubt. Die Kamera kann nach vorne und hinten geneigt werden ohne dass der Nodalpunkt aus der vertikalen Rotationsachse geschoben wird.

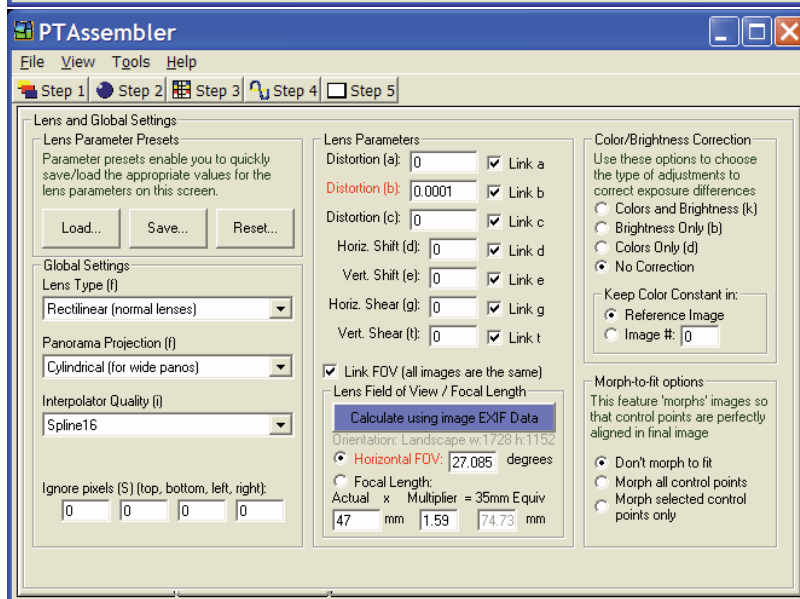
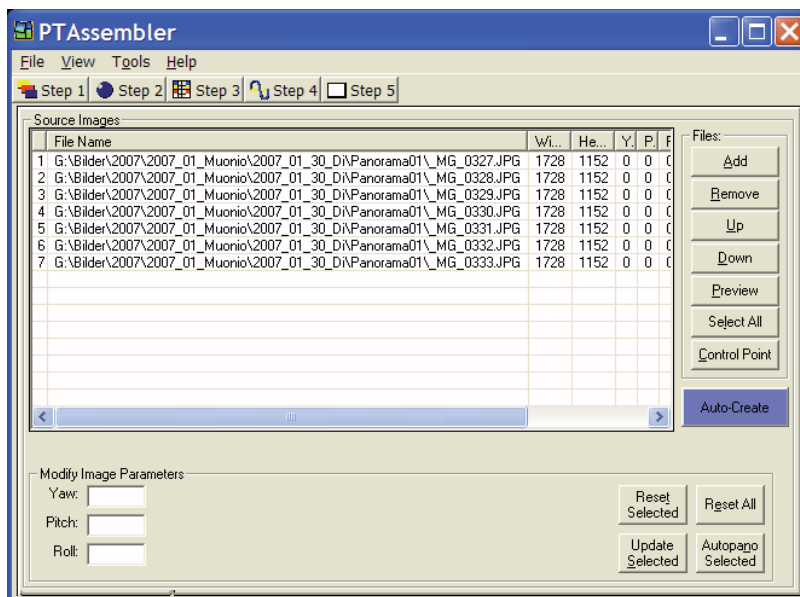
bernd margotte photography technical articles

wichtig gewisse Pugins zu installieren. Diese ermöglichen das optimale und automatisierte Zusammenfügen der Einzelbilder zu einem Panorama. Bei PT Assembler sind das die Plug Ins, die automatisch gleiche Punkte in den verschiedenen Aufnahmen finden (das Plug-In Autopano) und die Ränder der Aufnahmen ineinander überblenden (das Plug-In enblend).

Bei den meisten Objektiven gibt es eine sichtbare Abschattung zu den Rändern hin, das Vignetting. Das führt dazu, dass nicht alle Bildteile genau gleich belichtet werden. Je nachdem an welcher Stelle die Fotos zusammengefügt werden, kann es zu leichten Belichtungsunterschieden kommen, obwohl alle Aufnahmen exakt gleich belichtet wurden. Genau dies verhindern Plug Ins, die die

Belichtung der Fotos aneinander anpassen bzw. einen unsichtbaren Übergang zwischen den Fotos generieren. Bei PT Assembler ist es übrigens egal ob die Fotos neben oder übereinander liegen. Selbst Panoramas aus Einzelbildern in mehreren Reihen kann das Programm zusammenfügen. Hochoflösende Aufnahmen von Objekten sind kein Problem mehr. Die Auflösung solcher Bilder kann weit über der Auflösung der Kamera liegen.

Je besser man aber all die oben erwähnten Punkte schon bei der Aufnahme beachtet hat, je einfacher lassen sich die Fotos später zusammenfügen. Wie immer in der Fotografie kann ohne gutes Ausgangsmaterial kein gutes Bild zustande kommen.



Screenshots aus PT Assembler

ÜBER DEN AUTOR

Bernd Margotte fotografiert seit über 20 Jahren und hat sich in dieser Zeit mit den verschiedenen Gebieten der Fotografie (Landschafts-, Makro-, Street-, Studio-, Astro-Fotografie) auseinandergesetzt. Sein technisches Wissen fundiert auf einem Abschluss in technischer Fotografie und jahrelanger autodidaktischen Weiterbildungen. Auf seiner Web Page www.berndmargotte.com sind weitere technische Artikel sowie umfangreiche Bildgalerien verfügbar. Bilder und Folios sind ebenfalls auf der Webpage erhältlich.