

# PTGui - Tutorial

© Ernst Pisch

30. Mai 2019



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Grundbegriffe</b>	<b>6</b>
	Projektionsarten . . . . .	6
	Rectilinear ('flat') . . . . .	6
	Cylindrical (for wide angle panoramas) . . . . .	8
	Equirectangular (for spherical panoramas) . . . . .	8
	Philosphere – Bastelstunde mit Schere und Klebstoff . . . . .	8
	Virtual Reality . . . . .	9
	Englische Begriffe der PTGui-Oberfläche . . . . .	10
	Project Assistant . . . . .	10
	Source Images . . . . .	10
	Lens Settings . . . . .	10
	Panorama Settings . . . . .	11
	Crop . . . . .	11
	Image Parameters . . . . .	11
	Control Points . . . . .	11
	Optimizer . . . . .	11
	Exposure / HDR . . . . .	12
<b>3</b>	<b>Die Aufnahme</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Erste Schritte mit PTGui - Einfache Panoramen</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>PTGui im Advanced Mode</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>HDR - Panorama</b>	<b>23</b>
	Workflow für die Erstellung von HDR-Panoramen . . . . .	23
	HDR - Praxisbeispiel mit Nadir-Bild . . . . .	25
	Variante 1 - HDR und Panorama-Stitching mit PTGui . . . . .	25

## *Inhaltsverzeichnis*

Variante 2 - Tonemapping mit HDR-Programm, dann Stitching mit PTGui . . . . .	28
Variante 3 - Stitchen von HDR-Bilddateien mit PTGui Pro . . . . .	28
<b>7 Zenit- und/oder Nadir-Bild retuschieren/austauschen</b>	<b>29</b>
<b>8 PTGui – Helfer bei der Fotonachbearbeitung</b>	<b>33</b>
Korrektur von Objektivverzerrungen und stürzenden Linien . . . . .	33
Horizontales und vertikales Ausrichten von Aufnahmen . . . . .	39
Transformation von Projektionsarten (Objectivkorrektur - noch einmal) . . . . .	42
Photogrammetrie . . . . .	45
Korrektur von Verzerrungen bei Weitwinkelaufnahmen . . . . .	47

## *Inhaltsverzeichnis*

Dieses Tutorial wurde geschrieben für PTGui Versionen bis einschließlich V10. Da sich die Benutzeroberfläche seit V11 stark verändert hat, habe ich eine neue Ausgabe dieses Tutorials erstellt: [PTGui Anleitung für Versionen ab V11](#)

# 1 Einleitung

Das Wort *Panorama* entspringt dem Griechischen und bedeutet so viel wie *alles sehen*. In Verbindung mit der Fotografie versteht man darunter einen Rundblick bzw. ein breitformatiges Bild.

Ein Panorama lässt sich bereits mit einem einfachen Weitwinkelobjektiv erstellen. Fisheye-Objektive sind in der Lage, einen Bildwinkel von bis zu 180° zu erfassen. Hier sollen aber vor allem Panoramen besprochen werden, welche durch das Zusammensetzen von mehreren Einzelbildern entstehen.

Das Zusammensetzen von Einzelbildern muss nicht immer dazu dienen, einen möglichst großen Betrachtungswinkel zu erreichen. Häufig werden auch Bilder aus dem Grund aus vielen Einzelphotos zusammengesetzt, um eine höhere Auflösung zu erreichen. Auf diese Art lassen sich Bilder mit Abmessungen von mehreren Metern bei höchster Auflösung erstellen.

PTGui ist eines der vielen verfügbaren Programme, welche Panoramen aus Einzelbildern zusammensetzen können. Es ist nicht kostenlos, gehört aber zu den besten und wird laufend weiterentwickelt. Es wäre aber schade, PTGui nur zur Erstellung von Panoramen zu verwenden. Die zum Teil sehr komplexen Aufgaben, welche ein gutes Panoramaprogramm zu lösen vermag, helfen auch bei einer Reihe anderer fotografischen Problemen. Es ist mir ein Anliegen, darauf näher einzugehen. Anfänglich verwendete ich PTGui nur, um Panoramen zu erstellen. Mittlerweile starte ich PTGui bei Gelegenheiten, welche an sich nichts mit der Erstellung von Panoramen zu tun haben.

PTGui wird für die beiden Betriebssystemen Windows und Mac OS X entwickelt. 2 Varianten werden angeboten – „PTGui“ und „PTGui Pro“. Die wesentlichsten Vorteile der Professional-Version sind u.a. die Möglichkeit HDR-Bilder zu generieren, das automatisierte Erzeugen von Panoramen im Hintergrund, die Korrektur der Perspektive und die Beeinflussung von Weißabgleich und Vignettierung. Seit Version 9 unterstützt PTGui Pro auch die Maskierung von Bildbereichen, was die Verwendung von externen Bildbearbeitungsprogrammen oft überflüssig macht. Eine detaillierte Auflistung aller Eigenschaften ist auf der [Homepage von PTGui](#) zu finden.

PTGui unterstützt auch die Einbindung externer Programme und Plugins. Einige der später besprochenen Anwendungsbeispiele machen davon Gebrauch. Insbesondere empfehle ich die Installation des [Panorama Tools Optimizer](#). Empfehlenswert ist auch die deutschsprachige [Homepage der Panorama Community](#), welche eine Fülle von Informationen rund um die Panorama-Fotografie liefert. Einige der in diesem Dokument genannten Tipps stammt aus diesem Forum.

## 2 Grundbegriffe

### Projektionsarten

Bei allen fotografischen Aufnahmen werden Objekte, welche sich in einem dreidimensionalen Raum befinden, auf einem zweidimensionalen Medium abgebildet. Solange die Kamera nur relativ kleine Bildwinkel erfasst, entsteht dabei kein Problem. Sollen aber, wie bei Panoramen üblich, sehr große Bildwinkel als Bild dargestellt werden, müssen dieselben Probleme gelöst werden, welche Kartographen bei der Abbildung der kugelförmigen Erdoberflächen auf flachen Landkarten haben. Ein Panorama kann im Maximalfall den gesamten Horizont von  $360^\circ$  in der Horizontalen, sowie den kompletten Raum zwischen Zenit und Nadir<sup>1</sup> umfassen. Während Landkarten die Oberfläche der Erdkugel abbilden, bildet ein Foto die Innenseite einer Kugel ab. Wie soll das  $360^\circ$ -Panorama auf einem flachen Stück Papier oder Monitor dargestellt werden? An welcher Stelle wird geschnitten? Wo wird gezogen und wo gestaucht? Was passiert mit geraden Linien, was mit Flächen?

Es gibt nicht DIE perfekte Methode, den dreidimensionalen Raum auf einer ebenen Fläche kompromisslos abzubilden. Vielmehr existieren eine Reihe von verschiedenen Methoden, „Projektionsarten“ genannt. Je nach Größe des Bildwinkels bzw. Verwendungszweck eignen sich unterschiedliche Projektionsarten.

PTGui kennt mehrere Projektionsarten. Einige davon möchte ich hier vorstellen.

### Rectilinear ('flat')

Kameraobjektive (ausgenommen Fisheye-Objektive) sind so konstruiert, dass gerade Linien auch am Foto gerade dargestellt werden.

<sup>1</sup>Nadir ist der dem Zenit gegenüberliegende Punkt. Also jener Punkt, auf dem wir beim Blick in den Himmel mit unseren Beinen stehen.



Abbildung 2.1: Rektilinear Projektion

## 2 Grundbegriffe



Abbildung 2.3: Zylindrische Projektion



Abbildung 2.2: Rektile Projektion - Verzerrung bei großem Bildwinkel

Sowohl senkrechte, als auch waagrechte Geraden sind im gezeigten Bild exakt gerade abgebildet. Das entspricht der menschlichen Wahrnehmung. Dinge, welche für uns bekanntlich gerade sind (z.B. der Horizont des Meeres, ein Kirchturm oder ein Sonnenstrahl, der durch ein Wolkenloch scheint), empfinden wir als sehr sonderbar, wenn sie gekrümmt abgebildet sind. Diese Projektionsart ist deshalb die am meisten verbreitete.

Das in Abbildung 2.1 gezeigte Panorama wurde aus drei, im Portrait-Format aufgenommenen Einzelfotos zusammengesetzt. Der Bildwinkel beträgt  $83^\circ$  in horizontaler Richtung bzw.  $70^\circ$  in der Vertikalen. Erst bei genauem Hinsehen erahnt man, dass hier ein so großer Blickwinkel zum Einsatz kam.

Sehen wir uns aber jetzt das Foto in Abbildung 2.2 an, welches ebenfalls mit der rektilinearen Projektion dargestellt wird.

Bei diesem Bildausschnitt ist ein horizontaler Bildwinkel von  $105^\circ$  zu sehen. Es ist eine starke Verzerrung in der Nähe der Bildränder links und rechts erkennbar. Die untere Hälfte des Bildes ist nur deshalb nicht so stark betroffen, weil ich einen großen Bereich abgeschnitten habe. Was an diesem Beispiel deutlich feststellbar ist – für sehr große Bildwinkel ist diese Projektionsart nicht geeignet. Alle Bildelemente an den Rändern werden stark gestreckt. Bei  $180^\circ$  würde das Bild unendlich breit werden.



Abbildung 2.4: Äquirektanguläre Projektion

### Cylindrical (for wide angle panoramas)

Abbildung 2.3 zeigt ein 360°-Panorama. Der vertikale Bildwinkel beträgt hier knapp 85°. Die zylindrische Projektion belässt senkrechte Geraden in ihrer gewohnten Form. Alle anderen Geraden werden aber mehr oder weniger stark gekrümmt.

Die zylindrische ist ebenso wie die rektilineare Projektion für den Druck auf Papier geeignet, solange der vertikale Winkel nicht zu groß wird. Bei großen vertikalen Winkeln ereilt uns dasselbe Schicksal wie zuvor bei der rektilinearen Projektion. Alle Objekte nahe des oberen und unteren Randes werden stark gestreckt.

### Equirectangular (for spherical panoramas)

Nun soll ein Kugelpanorama (Abbildung 2.4) auf einem flachen Stück Papier abgebildet werden. Eine der möglichen Projektionstypen dafür ist die sogenannte Rektangulärprojektion.

Das an sich kugelförmige Gebilde wurde in ein Rechteck gezerrt. Die Baumwipfel werden in die Breite gezogen und in der Höhe gestaucht. Am unteren Rand ist der

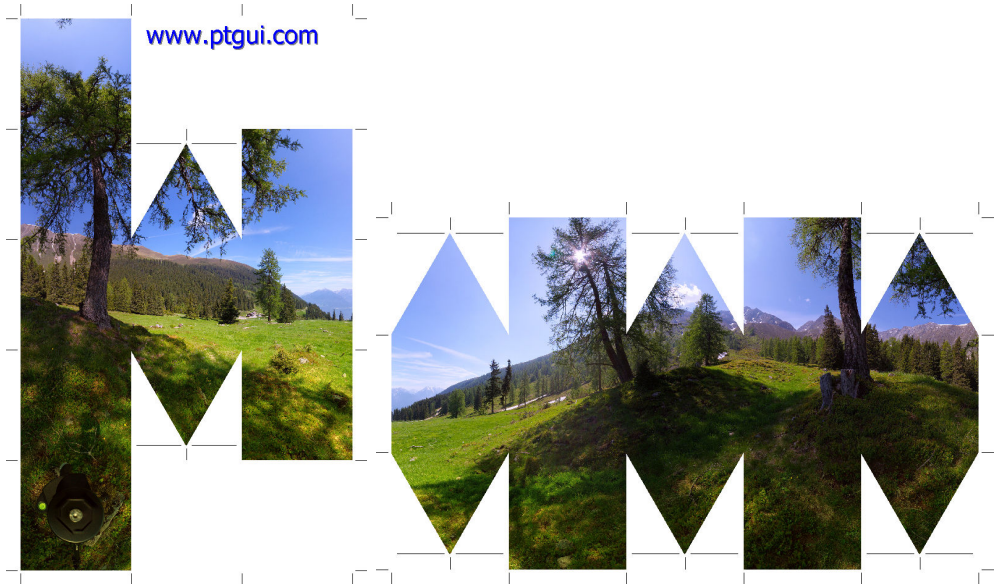


Abbildung 2.5: Philosphere

kreisrunde Montagekopf des Stativs in ein langgezogenes, schmales Rechteck verwandelt worden.

Eine für uns Menschen ansprechende Darstellung eines kompletten Kugelpanoramen auf einer ebenen Fläche ist nicht möglich. Erst wenn wir es oben und unten beschneiden, sieht es wieder normal aus. Damit ist es aber wiederum kein vollständiges Kugelpanorama mehr.

Wer Panoramen nur für den Druck in Büchern, Prospekten oder Postkarten erstellen möchte, muss sich nicht mit Kugelpanoramen beschäftigen.

### Philosphere – Bastelstunde mit Schere und Klebstoff

Kugelpanoramen erfordern mehr Aufwand für eine „menschengerechte“ Präsentation. Ausgedruckt kommt ein solches Panorama nur zur Geltung, wenn einzelne Teilstücke wieder räumlich angeordnet werden. Das kann zum Beispiel ein Würfel sein oder

## 2 Grundbegriffe

ein sogenannter *Philosphere*. Ein Philosphere ist ein geometrischer Körper, welcher aus Quadraten und Dreiecken besteht. PTGui erzeugt auf Wunsch eine Philosphere-Bilddatei. Dieses Bild wird ausgedruckt, ausgeschnitten und zusammengeklebt.

Das Zusammenkleben eines Philospheres erfordert etwas Fingerfertigkeit. Wirklich beeindruckend sieht das Ergebnis erst ab einer gewissen Größe wie z.B. einem Druck auf DIN A3-Format aus.

Eine komisch anmutende Projektionsart nennt sich „Little Planet“. Dabei wird die Erdoberfläche als Kreis in der Mitte und der Himmel außen herum dargestellt. Die letzten 60° bis zum Zenit werden beschnitten. Nicht zu oft eingesetzt, kann das ein Blickfänger sein.



Abbildung 2.6: Little Planet

### Virtual Reality

Im PTGui-Menü *Tools* existieren die beiden Einträge *Publish to Website* (seit Version 9) und *QTVR /Cubic ....* Damit lassen sich Videos aus equirektangularen Kugelpanoramen erzeugen. Dies ist eine sehr gute Methode, Kugelpanoramen mittels Computer zu präsentieren. Mit Hilfe der Maus kann man sich interaktiv im kugelförmigen Raum „umsehen“. Da bei dieser Darstellungsart jeweils nur ein kleiner Ausschnitt des gesamten Raumes zu sehen ist, fallen Verzerrungen und gebogene Geraden nicht auf, wie das beim Druck z.B. der Fall ist.

Diese Darstellungsmethode ist sehr beliebt auf Internetseiten. Wer sich damit ernsthaft befassen möchte oder muss, sollte sich jedoch ein dafür spezialisiertes Programm<sup>2</sup> anschaffen. Solche Programme ermöglichen dem Betrachter einen „virtuellen Besuch“ des abgebildeten Ortes. Einzelne Panoramen lassen sich „verlinken“, sodass der Besucher sich z.B. von einem Raum zum nächsten Saal weiterklicken kann.

<sup>2</sup>Ein Beispiel derartiger Software ist *Pano2VR*.

Einige meiner Panoramen und virtuellen Rundgängen können unter folgender Internet-Adresse betrachtet werden: [Chronik Inzing - Dorfansichten und Panoramen](#)

### Englische Begriffe der PTGui-Oberfläche

PTGui gibt es nur mit englischer Bedieneroberfläche. Es ist nur allzu menschlich, dass man die Ursache für ein Problem immer dort sucht, wo man etwas nicht versteht.<sup>3</sup> Deshalb möchte ich an dieser Stelle jene Fachbegriffe näher erläutern, welche u.U. nicht mit Englisch-Grundkenntnissen verständlich sind.

Die Begriffe sind nach den Namen der Programmschritte im Advanced-Modus gelistet.

#### Project Assistant

**EXIF** 'Exchangeable Image File Format' - das sind Informationen, welche die Digitalkamera zusammen mit dem Bild abspeichert. PTGui verwendet davon Informationen wie z.B. die verwendete Brennweite und Objektivtype. PTGui kommt meist auch ohne diese aus.

**Focal length** Brennweite, mit der das Foto aufgenommen wurde

**Focal length multiplier** Dieser Wert bezieht sich auf das Kleinbildformat von 36x24mm. Die meisten Digitalkameras besitzen einen Bildsensor, welcher kleiner ist als das Kleinbildformat. Dadurch wird das Bildergebnis im Vergleich zu einer herkömmlichen Kamera mit Kleinbildfilm trotz gleicher Brennweite des Objektivs vergrößert dargestellt. Für digitale Spiegelreflexkameras beträgt dieser Wert meist 1,5 oder 1,6. Bei Digitalkameras im Taschenformat ist 4,8 ein häufiger Wert. Man findet diesen Wert in der Fachliteratur auch unter dem Namen *Crop-Faktor*.

#### Source Images

**Width** Bildbreite in Bildpunkten (Pixel)

**Height** Bildhöhe in Pixel

<sup>3</sup>Gewisse Menschentypen sind davon ausgenommen. Sie suchen die Ursache für ein Problem immer bei Personen in ihrer Umgebung.

#### Lens Settings

Unter *Lens Settings* werden die Eigenschaften der Quell-Daten definiert. Im Allgemeinen sind dies die Bilddateien von der Kamera, es können aber auch bereits erstellte Panoramen sein, welche mittels PTGui weiter verarbeitet (transformiert) werden sollen.

**Lens type Rectilinear (normal lens)** Die Aufnahme wurde mit einem normalen Objektiv durchgeführt. Dies kann ein Objektiv mit fester Brennweite oder ein Zoom-Objektiv sein. Falls Sie ein Objektiv verwenden, welches nicht in diese Kategorie fällt, wissen Sie das mit ziemlicher Sicherheit.

**Cylindrical** Ich kenne kein Objektiv, welches eine derartige Linse verwendet. Das wäre eine Linse, welche nur in einer Richtung gewölbt ist - ähnlich einem Glasstab. Diesen Typ wird man dann wählen, wenn ein bereits erstelltes Panorama mit zylindrischer Projektion weiterverarbeitet werden soll.

**Circular** Fisheye-Objektive, welche ein kreisrundes Bild projizieren, entsprechen diesem Linsentyp.

**Fullframe** Damit sind sogenannte Fullframe Fisheye-Objektive gemeint. Auch dieses Objektiv erzeugt ein kreisrundes Bild. Da der Kreisrand jedoch außerhalb des rechteckigen Sensors oder Filmes liegt, erhält man damit rechteckige Bilder. Die für Fisheye-Objektive typischen Verzerrungen von geraden Linien sind aber deutlich erkennbar.

**Equirectangular** Mir ist kein Objektiv bekannt, welches diesem Linsentyp entspricht. Mehr dazu siehe Kapitel 2 auf Seite 6. Diese Einstellung wird relevant, wenn man bereits erstellte Kugelpanoramen nochmals mit PTGui bearbeiten möchte, wie das zum Beispiel bei der Retusche des Nadirs (Bild des Bodens) der Fall sein kann. Siehe dazu Seite 7.6.

**Horizontal Field of View** Damit ist der Winkel gemeint, den das Bild in horizontaler Richtung umfasst. Beim menschlichen Auge geht man von einem Wert von etwa 45° aus.<sup>4</sup>

**Lens correction parameters** Insbesondere Zoom-Objektive sind nicht in der Lage, gerade Linien über den gesamten Brennweitenbereich perfekt darzustellen. Man spricht von kissen- bzw. tonnenförmiger Verzerrung. Um diese Verzerrungen zu

<sup>4</sup>Der Mensch ist zwar in der Lage, ein horizontales Blickfeld von etwas über 180° zu erfassen. Jedoch ist alles, was sich außerhalb von etwa 45° befindet, nur sehr undeutlich erkennbar.

## 2 Grundbegriffe

korrigieren, werden mathematische Algorithmen verwendet, welche die Werte a, b und c verwenden. Diese Werte errechnet PTGui selbst und müssen nicht eingesetzt werden.<sup>5</sup>

**Image shift** Dies ist ein horizontaler bzw. vertikaler Versatz des Bildes.

**Image shear** Damit ist eine Verzerrung wie durch Scherkräfte gemeint. Also z.B. als ob das Bild an der Unterkante nach links und an der Oberkante nach rechts gezogen würde.

### Panorama Settings

In *Panorama Settings* werden die Daten für die Ausgabedatei definiert.

**Projection** Dieses Thema wurde bereits ausführlich im Kapitel 2 auf Seite 6 besprochen.

**Field of view** Diese Werte geben den Bildwinkel des gesamten Panoramas an

**Horizontal / Vertical compression** Üblicherweise werden diese Werte nicht angestastet. Stark verzerrten Weitwinkelaufnahmen kann man jedoch zusammen mit einer günstigen Projektionsart ein natürlicheres Aussehen verleihen, wenn das Bild horizontal bzw. vertikal ein wenig „gestaucht“ wird.

### Crop

**Crop** Damit ist das Beschneiden von Einzelaufnahmen gemeint. Insbesondere bei gescannten Bildern kann das nützlich sein, da die einzelnen Scans sehr wahrscheinlich unterschiedliche Pixelanzahl besitzen und PTGui zum *Stitchen* lauter gleich große Bilder erwartet. Bei Aufnahmen mit einem *Circular Fisheye* Objektiv kann damit der schwarze Rahmen ohne Bildinhalt weggeschnitten werden.

---

<sup>5</sup>Es gibt Bildbearbeitungsprogramme, welche dieselben Werte a, b und c verwenden, um Objektivfehler zu korrigieren. Aus diesem Grund kann es interessant sein, sich diese Werte von PTGui errechnen zu lassen und zu notieren. Beispielsweise können die von PTGui ermittelten Werte für die Linsenkorrektur im Raw-Konverter *Corel AfterShot Pro* (vor der Übernahme durch die Fa. *Corel Bible*) verwendet werden.

### Image Parameters

Alle diese Werte werden üblicherweise von PTGui selbst ausgefüllt. Einige Werte wurden schon weiter oben besprochen und werden deshalb nicht nochmals aufgelistet. Auch typische Begriffe, welche mit der Kamerabedienung zu tun haben, werden nicht erläutert.

**Yaw** Korrekturwert für Links- bzw. Rechts-Verschiebung

**Pitch** Korrekturwert für Auf- bzw. Abwärts-Verschiebung

**Roll** Korrekturwert, für Rotation um den Suchermittelpunkt

**VP X, VP Y, VP Z, VP Pan, VP Tilt** 'View Point' – Dies sind Korrekturwerte, welche den Standpunkt bzw. die Perspektive bestimmen.

### Control Points

**CP type Vertical line** Die zwei manuell gesetzten Punkte sollen eine senkrechte Linie markieren.

**Horizontal line** Die zwei manuell gesetzten Punkte sollen eine waagrechte Linie markieren.<sup>6</sup>

**New line** Es sind wenigstens 3 Markierungspunkte erforderlich. Damit kann man versuchen, gebogene Linien gerade zu biegen.

### Optimizer

**Anchor Image** Dies ist das 'verankerte' Bild, wonach alle restlichen Bilder ausgerichtet werden sollen. Ein Verändern ist in der Regel nicht erforderlich.

Die restlichen Begriffe dürften bereits durch frühere Erklärungen zusammen mit Englisch-Grundkenntnissen verständlich sein.

Alle unter *Advanced* genannten Parameter wurden bereits in den Abschnitten 2 auf der vorherigen Seite oder 2 genannt.

---

<sup>6</sup>Das Setzen von horizontalen Linien hat häufig nicht den gewünschten Effekt, da der Wunsch schlichtweg nicht realisierbar ist und der Projektionsart widerspricht.

## Exposure / HDR

**HDR** 'High Dynamic Range' – damit werden Belichtungsserien zu Bildern mit hohem Kontrastumfang zusammengefügt. Kapitel 6 auf Seite 23 zeigt im Detail, wie ein HDR-Panorama entsteht.

**True HDR** 'Echte' HDR-Bilder verwenden je Farbkanal eines Pixel 32 Bits.

**Exposure Fusion** 'Exposure Fusion' – Damit werden keine 'echten' 32-Bit HDR-Bilder erzeugt - das ist der Nachteil. Vorteil hingegen ist, dass das Ergebnis häufig realistischer aussieht und das Rauschen geringer ausfällt.

**Exposure correction** Die Aktivierung dieser Option kann zu besseren Ergebnissen führen, wenn die Aufnahmen (versehentlich) nicht mit manueller Belichtung durchgeführt wurden.

Im Allgemeinen bevorzuge ich, eine 16-Bit TIFF-Datei zu generieren und Kontrast, sowie Helligkeit im Anschluss am fertigen Panorama zu optimieren. Häufig führt der Optimizer aber schon zu guten Ergebnissen.

## 3 Die Aufnahme

Das Erstellen eines Panoramas beginnt bereits bei der Aufnahme. Viele Probleme treten erst gar nicht auf, wenn man einige Ratschläge befolgt.

**Überlappung** – Damit die Einzelaufnahmen gut zusammengefügt werden können, müssen sich diese ausreichend überlappen. Es sollten wenigstens 20% sein - besser noch 25 bis 30%. Befindet sich am Stativ eine Gradskala, so kann man für eine bestimmte Brennweite einmalig einen passenden Winkel ermitteln und in Zukunft immer damit arbeiten. Wird freihändig fotografiert oder existiert keine Gradskala am Stativ, helfen meist Markierungen im Sucher, um die Kamera immer um denselben Winkel zu schwenken.

**Fokus** – Motive für Panoramen sind oft Landschaften, sodass der Fokus üblicherweise auf Unendlich steht<sup>1</sup>. Das muss natürlich nicht immer so sein. Keinesfalls jedoch sollte die Fokuseinstellung während der Aufnahmeserie verändert werden, da dies Einfluss auf die Abbildungsgröße hätte. Deshalb sollte Autofokus deaktiviert und manuell fokussiert werden.

**Belichtung** – Damit im Panorama keine unschönen Helligkeitsstufen auftreten, muss die Belichtung auf allen Teilbildern gleich bleiben. Die manuelle Einstellung ist deshalb auch für die Belichtung wärmstens zu empfehlen. Da insbesondere bei Kugelpanoramen oft extreme Helligkeitsunterschiede auftreten, ist die korrekte Belichtung eine wahre Herausforderung. Meist endet die Wahl der Belichtung mit einem Kompromiss bei dem gewisse Bildteile über- und andere unterbelichtet werden. Möchte man trotz hohem Kontrast nicht auf Details in allen Bildteilen verzichten, heißt die Lösung *HDR* („High Dynamic Range“). Es muss dafür von jedem Teilbild eine Belichtungsreihe aufgenommen werden. PTGui Pro ist in der Lage, diese zu einem HDR-Panorama zu verarbeiten. Nicht zu vernachlässigen ist jedoch der geradezu explodierende Speicher-

<sup>1</sup>Am idealsten ist die Einstellung der sogenannten Hyperfokaldistanz. Das ist jene Fokuseinstellung, bei der (unendlich) ferne Objekte sich gerade noch innerhalb des Schärfentiefenbereiches befinden. Manche Objektive (leider immer weniger) haben dafür Markierungen. Es gibt im Internet jedoch zahlreiche Tabellen oder Rechner, womit die exakte Einstellung erleichtert wird. Wikipedia nennt dafür z.B. folgende Web-Adressen: <http://www.dofmaster.com/dofjs.html> oder <http://www.erik-krause.de/schaerfe.htm>

bedarf. Zudem verkompliziert sich jede Korrektur. Mehr zu HDR-Panoramen ist ab Seite 23 zu finden.

**Weißabgleich** – Der automatische Weißabgleich der Kamera kann zu Farbverschiebungen zwischen den einzelnen Aufnahmen eines Panoramas führen. Eine fixe, manuelle Einstellung verhindert das. Werden die Fotos im RAW-Format aufgenommen, besteht die Möglichkeit, die Farbtemperatur hinterher nach belieben festzulegen.

**Parallaxenfehler** – Steht vor Ihnen am Tisch eine Flasche und sie drehen den Kopf von links nach rechts, so werden Sie feststellen, dass sich der Flaschenhals vor dem Hintergrund verschiebt. Dieses Phänomen trägt den Namen *Parallaxenfehler*. Dasselbe passiert, wenn die Kamera geschwenkt wird. Damit unterscheiden sich jedoch die Bildinhalte in den überlappenden Bereichen, was zu großen Problemen beim Zusammenfügen (*Stitchen*) führt. Der Parallaxenfehler ist umso größer, je näher sich ein Objekt vor der Kamera befindet. Liegen alle Bildelemente in der Ferne, muss keine Rücksicht darauf genommen werden. Oft sind es aber gerade in der Tiefe gestaffelte Objekte, welche ein Panorama besonders interessant aussehen lassen.

Die gute Nachricht: für jedes Objektiv<sup>2</sup> existiert ein bestimmter Drehpunkt, bei dem kein solcher Parallaxenfehler auftritt. Wird die Kamera direkt auf ein Stativ geschraubt, stimmt der Drehpunkt jedoch nie mit diesem Punkt überein. Mit Hilfe sogenannter **Nodalpunktadapter** oder **Panoramaköpfen** können Parallaxenfehler beseitigt werden.

**Horizontale Haltung** – Die Kamera sollte während der Aufnahme aller Teilbilder exakt horizontal ausgerichtet werden. Anderenfalls erhält man kein gerades Panorama. Auch bei Verwendung eines Stativs kann es passieren, dass das 360°-Panorama wie auf einer Welle schwimmend aussieht, wenn die Kamera nicht exakt horizontal ausgerichtet wurde.

<sup>2</sup>Das ist nicht ganz korrekt. Für Fisheye-Objektive gilt das nicht exakt. Der sogenannte „No Parallax Point“ von Fisheye Objektiven verschiebt sich während des Schwenkens ein wenig. Vorteilhaft wäre demnach das Einmessen des Punktes für genau jenen Winkel, den man bei den Aufnahmen auch immer verwendet.

### 3 Die Aufnahme

Bei Kugelpanoramen ist dies kein „K.O.-Kriterium“, eine schiefe Kamerahaltung kann bei Kugelpanoramen auch später noch korrigiert werden.

**Bewegliche Objekte** – Trotz perfekter technischer Ausstattung und Beseitigung aller bisher genannten Fehlerquellen gibt es Situationen, welche ein fehlerfreies Panorama verhindern können. Dazu zählen Objekte, die sich während der Aufnahmeserie bewegen. Das können dahinziehende Wolken, fahrende Autos, sich im Wind bewegende Äste und Blätter oder Personen sein. Selbst die relativ langsame Bewegung der Sonne kann Schatten so verändern, dass sie bei der Überlagerung der Teilbilder nicht mehr zusammenpassen - das kann vor allem dann passieren, wenn zeitaufwändigere Belichtungsreihen für ein HDR-Panorama erstellt werden.

Je mehr Aufnahmen für ein Panorama erforderlich sind, desto mehr mögliche Fehlerquellen existieren. Gute Vorbereitung und Konzentration ermöglichen zügiges Fotografieren mit möglichst kurzen Pausen zwischen den Aufnahmen. Eine Checkliste soll dabei helfen, nichts zu vergessen:

- manueller Fokus
- manuelle Belichtungseinstellung – Wo befinden sich hellste und dunkelste Bildteile? Sind Belichtungsreihen für HDR erforderlich?
- fixer Weißabgleich
- Ist der Panoramaadapter passend für das verwendete Objektiv und die verwendete Brennweite eingestellt?
- Kenne ich die Winkel, um welche ich die Kamera schrittweise drehen bzw. nach oben und unten schwenken muss?
- Ist die Kamera bzw. der Panoramaadapter exakt horizontal ausgerichtet?
- Ist der Fernauslöser montiert?
- Kann ich den direkten Blick in die Sonne vermeiden?<sup>3</sup>
- Ist während der Aufnahmeserie mit einer massiven Belichtungsänderung (z.B. schattenbildende Wolken) zu rechnen?
- Wo befinden sich bewegliche Objekte? Kann ich diese möglichst zentral auf einer einzelnen Aufnahme unterbringen?

- Wo können Kamera und Objektiv beim Weiterschwenken angefasst werden, ohne Fokus, Brennweite oder sonstige Einstellungen zu verändern.
- Ist der Kamerariemen so angebracht, dass er nicht vor das Objektiv hängt? Ein Gummiband kann dabei hilfreich sein.
- Habe ich genügend Bewegungsraum, um nicht selbst bzw. mein Schatten auf dem Foto zu erscheinen?
- Muss ich auf den Boden achten, dass ich durch meine Tritte keine Veränderungen (Fußabdrücke im Sand, Bewegung markanter Steine oder Äste, ...) herbeiführe?
- Benötige ich ein Nadirbild für ein Kugelpanorama? -> Bereitet der aktuelle Standort besondere Probleme bei der Aufnahme des Nadirbildes?
- Bei der Aufnahme des Nadirbildes wird u.U. nicht nur der Bereich an dem das Stativ stand benötigt, sondern auch jener, wo der Schatten des Stativs hinfiel.

<sup>3</sup>Der Blick in die Sonne ist kein K.O.-Kriterium für ein Panorama. Bei Kugelpanoramen und schönem Wetter lässt sich das häufig gar nicht vermeiden. Das Vermeiden von allzu großen Helligkeitskontrasten erleichtert jedoch die Wahl der Belichtung.

## 4 Erste Schritte mit PTGui - Einfache Panoramen

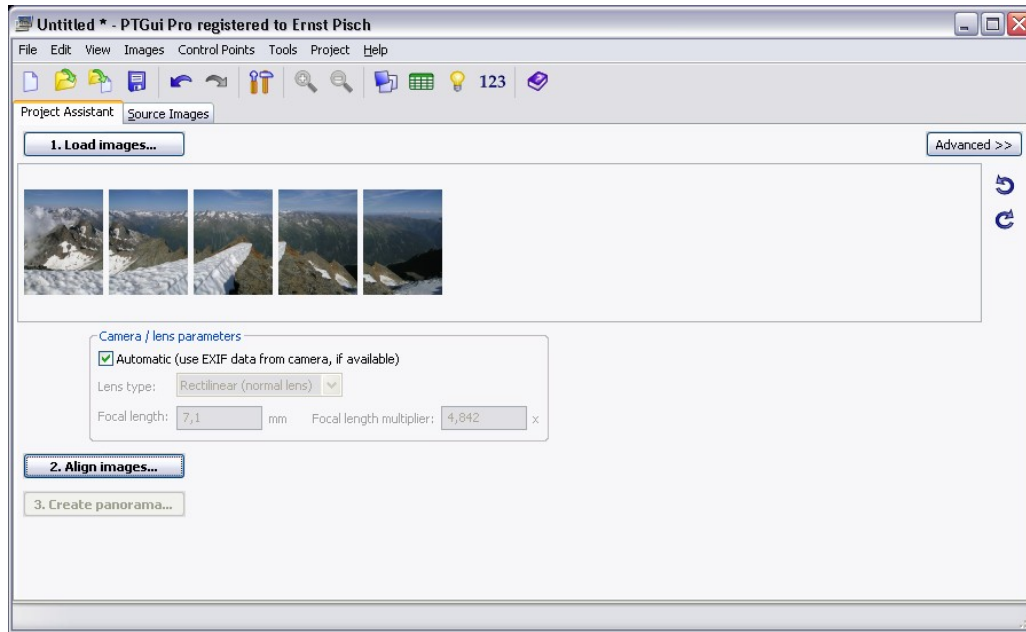


Abbildung 4.1: „Load Images“ und „Align Images“

Das Erstellen von Panoramen kann in vielen Fällen mit wenigen Mausklicks durchgeführt werden. Beim ersten Schritt werden die einzelnen Fotos, welche zum Panorama zusammengefügt werden sollen, durch Klick auf *Load images* (Abbildung 4.1) geladen. Die Reihenfolge ist nicht wichtig, PTGui erkennt selbst, wie die Fotos zusammenpassen.

Mit Hilfe von *Align images* sucht PTGui selbst danach, wie die Einzelbilder zu einem Panorama zusammengefügt werden müssen. Nach Abschluss der Berechnungen wird das Panorama im *Panorama Editor* (Abbildung 4.2) angezeigt.

Im *Panorama Editor* können die Bildränder bereits festgelegt werden. Dazu fährt

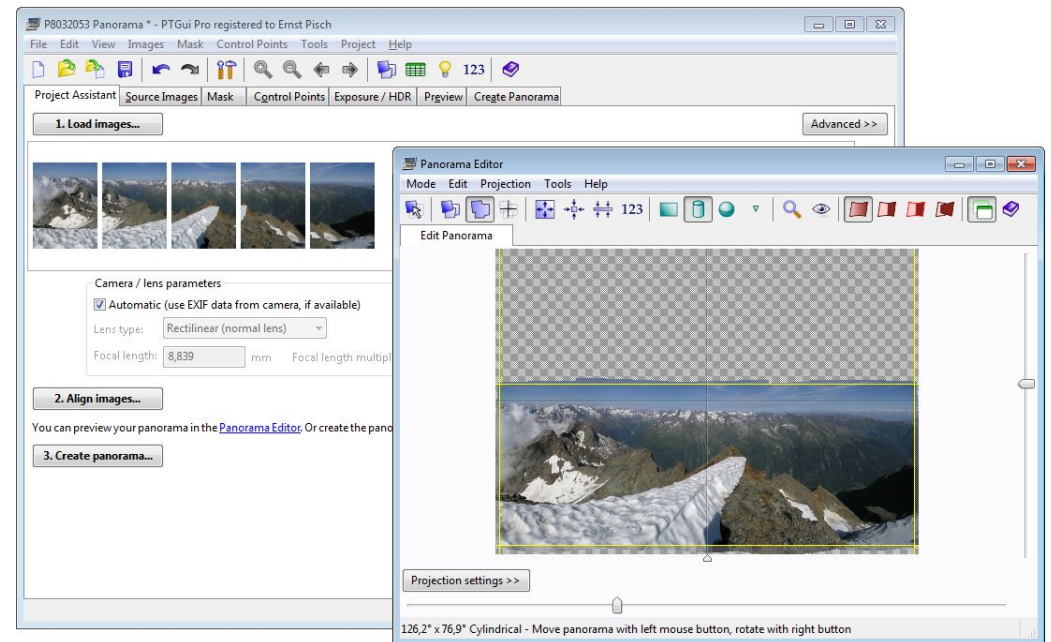


Abbildung 4.2: Panorama Editor

#### 4 Erste Schritte mit PTGui - Einfache Panoramen

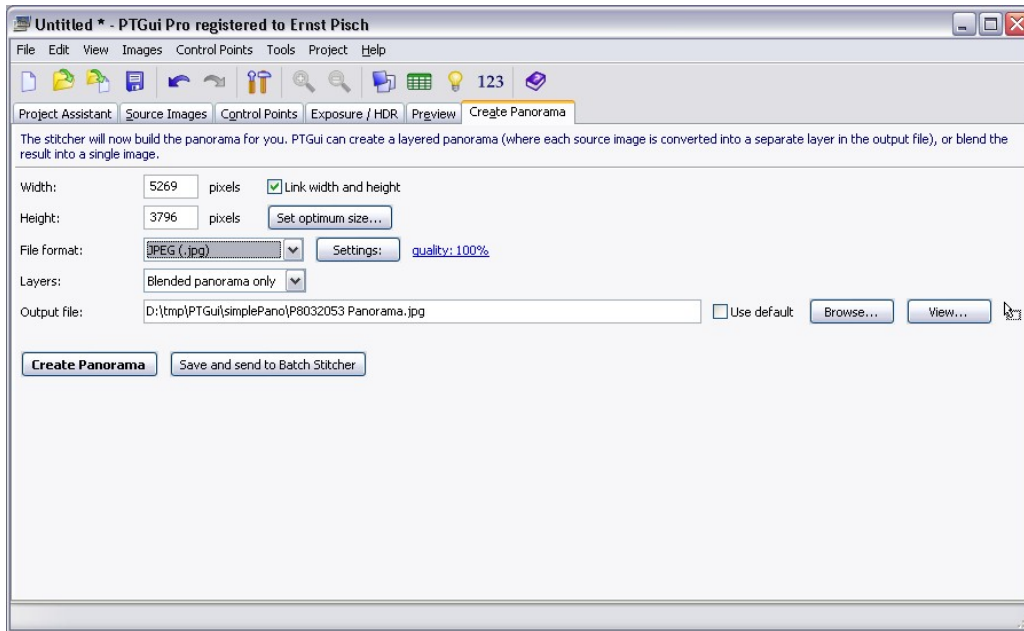


Abbildung 4.3: Create Panorama



Abbildung 4.4: Blick vom „Habicht“ (Stubai Alpen, 3277m) Richtung Nordwest

man mit der Maus an den Rand des Schachbrettmusters bis sich der Cursor in einen Doppelpfeil verwandelt, drückt die linke Maustaste und zieht die Begrenzungslinie an die gewünschte Position.

Durch Betätigung von *Create panorama ...* (Abbildung 4.3) erhält man die Möglichkeit, Bildauflösung, Dateiformat und Dateinamen zu verändern. *Create Panorama* errechnet das fertige Panorama.

So einfach kann das Erzeugen eines Panoramas sein! Das Ergebnis in Abbildung 4.4 kann sich sehen lassen.

## 5 PTGui im Advanced Mode

In manchen Fällen ist es erforderlich, PTGui in den Advanced-Modus umzuschalten, um mehr Einfluss auf das Verhalten des Programmes zu gewinnen. Das Landschaftspanorama, welches ich nun erstellen möchte, zeigt einen solchen Fall. Bei der Aufnahme war keine Position zu finden, von wo aus freie Sicht auf den kompletten Aufnahmebereich bestand. Irgendwo war immer der Ast eines nahe stehenden Baumes im Bild zu sehen. Also montierte ich die Kamera aufs Stativ, stellte mich an die bestmögliche Stelle und „schoss“ alle erforderlichen Fotos. Anschließend nahm ich die Kamera vorsichtig (um Zoom- und Fokus-Ring nicht zu verstellen) vom Stativ, ging einige Schritte zur Seite und machte freihändig mit exakt derselben Kameraeinstellung 2 weitere Aufnahmen von jenen Bereichen, wo zuvor noch Äste die Sicht verdeckten.

Die beiden nachträglich aufgenommenen Photos (siehe Abbildung 5.1) sind im Gegensatz zu den am Stativ zuvor erstellten Aufnahmen im Querformat. Es ist ganz wichtig, dass diese beiden Bilder ebenfalls ins Hochformat konvertiert werden bevor man sie in PTGui lädt. Falls man im RAW-Format fotografiert, geschieht das am Besten im RAW-Konverter.

PTGui erwartet, dass **alle geladenen Bilder dasselbe Format** haben (gleiche Pixelmaße in Breite und Höhe)! PTGui findet selbst sehr gut heraus, ob diese dann gedreht werden müssen, damit sie zu den restlichen Bildern passen.

Zunächst werden alle Bilder der Serie und die beiden Korrekturaufnahmen in PTGui geladen. Wie Abbildung 5.2

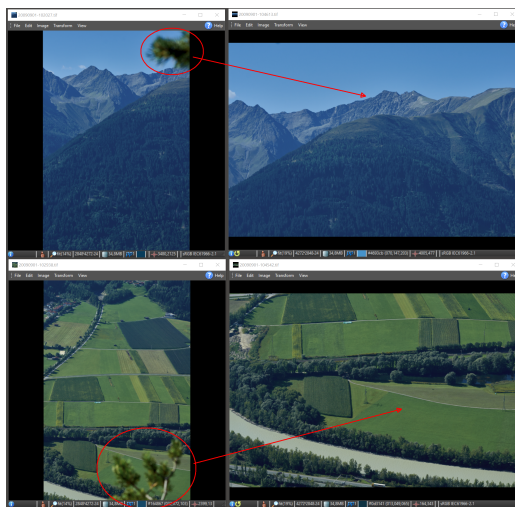


Abbildung 5.1: Aufnahmen ohne störende Äste

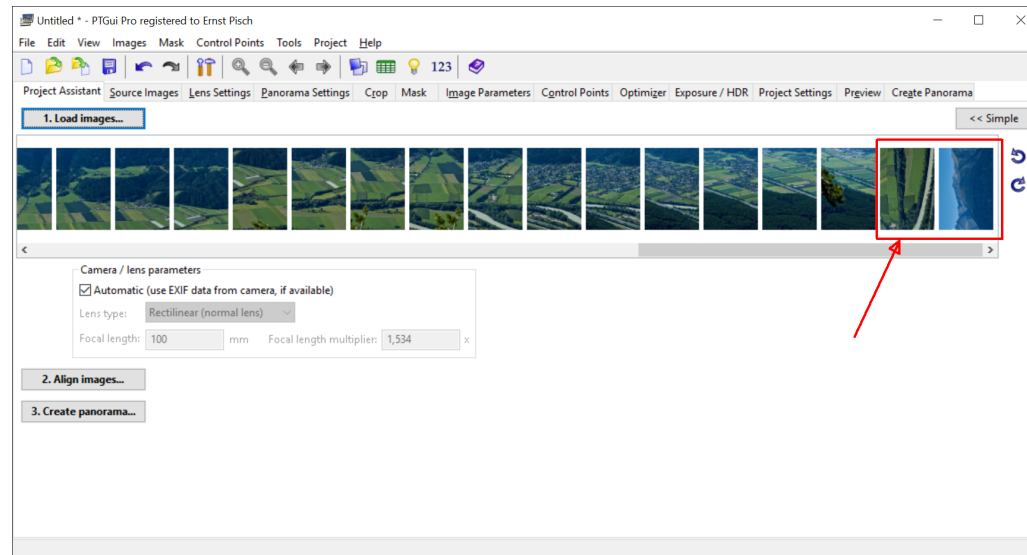


Abbildung 5.2: Laden aller Teilbilder

zeigt, habe ich die beiden Korrekturbilder vor dem Einfügen in PTGui gedreht, damit sie dasselbe Format aufweisen, wie alle anderen Fotos.

Bevor ich den Knopf *Align images* betätige, möchte ich jene Bereiche maskieren, die im fertigen Panorama nicht zu sehen sein sollen - nämlich die störenden Äste. Dazu ist ein Wechseln in den *Advanced-Mode* nötig. Das erreicht man durch Klick auf *Advanced >>* im rechten Bereich der Arbeitsfläche von PTGui. Die Oberfläche in Abbildung 5.2 zeigt bereits den *Advanced-Modus*. Anstelle von *Advanced >>* befindet sich hier *<< Simple*, womit man den Modus wieder zurückschalten könnte.

Ich wechsle die Ansicht auf den Arbeitsbereich *Mask* und suche die Aufnahmen, in denen störende Äste zu sehen sind.

Es stehen hier mehrere Pinsel zur Auswahl. Mit dem roten Pinsel werden Bereiche

## 5 PTGui im Advanced Mode

markiert, die nicht sichtbar sein sollen. Der grüne Pinsel markiert Bereiche, die bevorzugt dargestellt werden sollen. PTGui wird dann bevorzugt den Bereich von diesem Photo verwenden, falls dieselbe Stelle auf mehreren Fotos vorkommen sollte.

Wurde versehentlich ein zu großer Bereich angemalt, kann man dies mit dem Radierer korrigieren. Um eine größere Fläche zu bemalen, genügt es, die Umrisse zu zeichnen und den Inhalt mit dem Füllwerkzeug per Mausklick rasch zu füllen.

Nachdem alle störenden Äste ausgeblendet sind, drücke ich im Bereich *Project Assistant* den Knopf *Align images...*

Eine Kontrolle im *Panorama Editor* zeigt, dass das Panorama recht gut aussieht und die beiden nachträglichen Aufnahmen richtig platziert wurden.

Nun durchsuche ich mittels Lupe im *Panorama Editor* nach Fehlern im Bild (Abbildung 5.4). Bei hochauflösenden Panoramen kann dies etwas Zeit in Anspruch nehmen. Ich erkenne zwei Probleme. Zum Einen sind dies Fahrzeuge auf der Autobahn, die sich während des Schwenkens der Kamera fortbewegt haben und zu mehrfacher Abbildung geführt haben. Zum Anderen treten beim Berggipfel, dort wo eines der Korrekturbilder eingefügt wurde, Geisterbilder auf.

Die Fahrzeuge auf der Autobahn werden durch Masken ausgeblendet bzw. durch grüne Pinselstriche bewusst zur Ansicht gebracht. Um die zu maskierenden Bilder leichter ausfindig zu machen, wähle ich im Panorama Editor die Ansicht *Edit Individual Images* (Abbildung 5.5). Das erleichtert mir die Suche nach der Bildnummer.

Das Problem beim Berggipfel löse ich auf zweierlei Weise. Zunächst setze ich im Bereich des Gebirgsgrates mehrere Control-Points. Das könnte ich manuell machen, indem ich in der *Control Points* Ansicht jeweils links und rechts dasselbe Detail markiere. Hier erspare ich mir Arbeit, indem ich PTGui selbst nach Kontrollpunkten suchen lasse (Abbildung 5.6).

In der Ansicht *Control Points* wähle ich in der linken und rechten Hälfte jeweils ein Foto, welches zueinander ausgerichtet werden soll - in meinem Fall Bild 0 und Bild 45. Dann ziehe ich bei gedrückter Umschalttaste mit der linken Maustaste ein Rechteck im Bereich der Berggipfel. Nun wähle ich mit rechtem Mausklick *Generate Control Points Here*. PTGui findet selbst mehrere neue Kontrollpunkte.

Zusätzlich nütze ich die in der Pro-Version von PTGui vorhandene Möglichkeit der *Viewpoint*-Korrektur (Abbildung 5.7). Diese Korrektur berücksichtigt geänderte Perspektiven, welche aufgrund von Standortwechsel entstehen. Dadurch können Bilder,

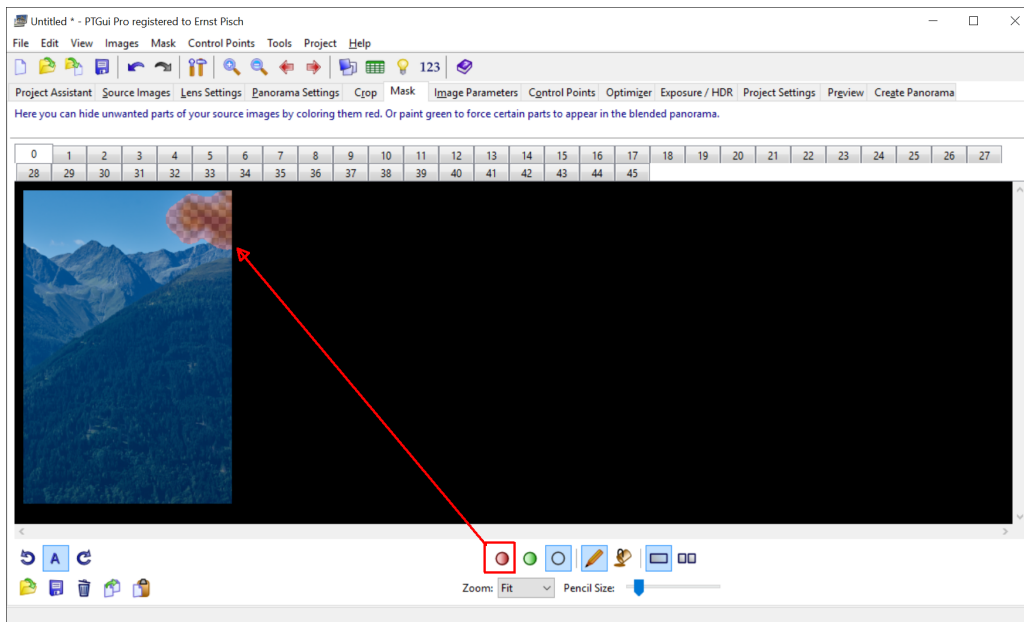


Abbildung 5.3: Maskierung von Bildbereichen

## 5 PTGui im Advanced Mode

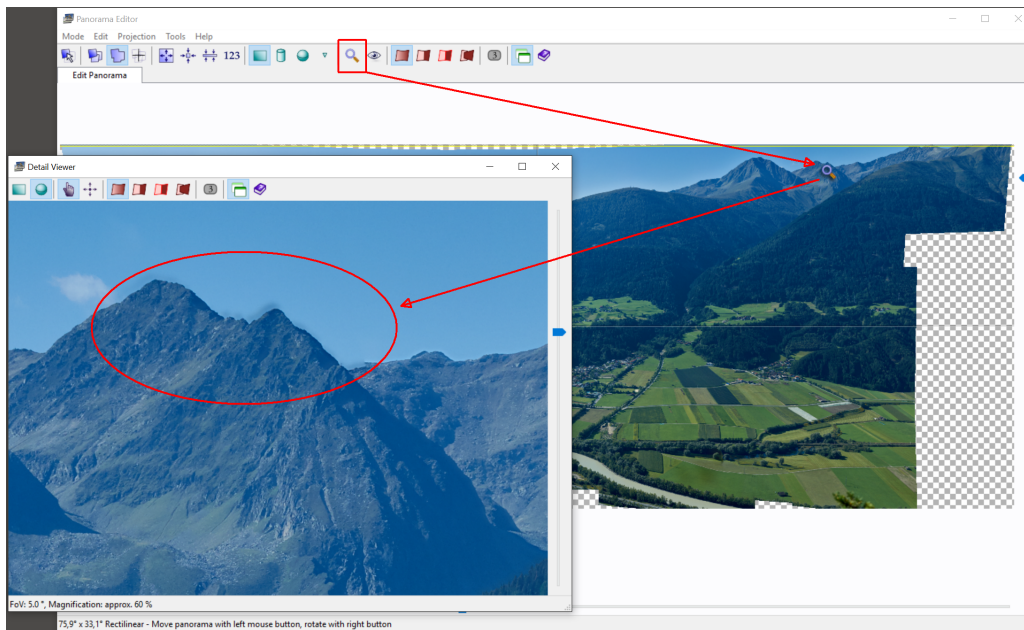


Abbildung 5.4: Verwendung der Lupe

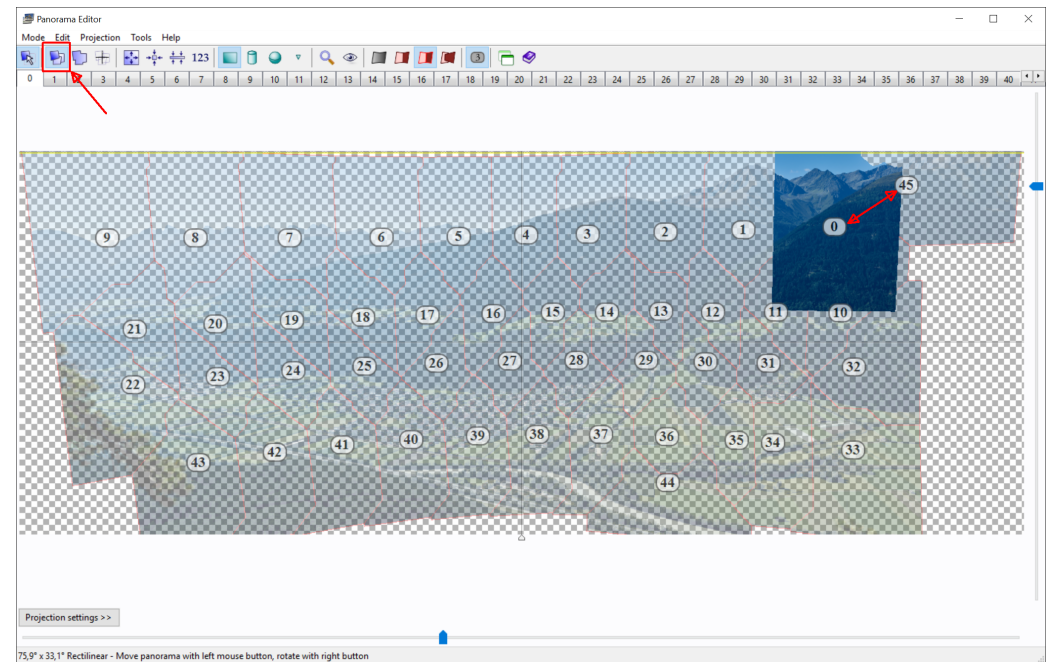


Abbildung 5.5: Edit Individual Images

## 5 PTGui im Advanced Mode

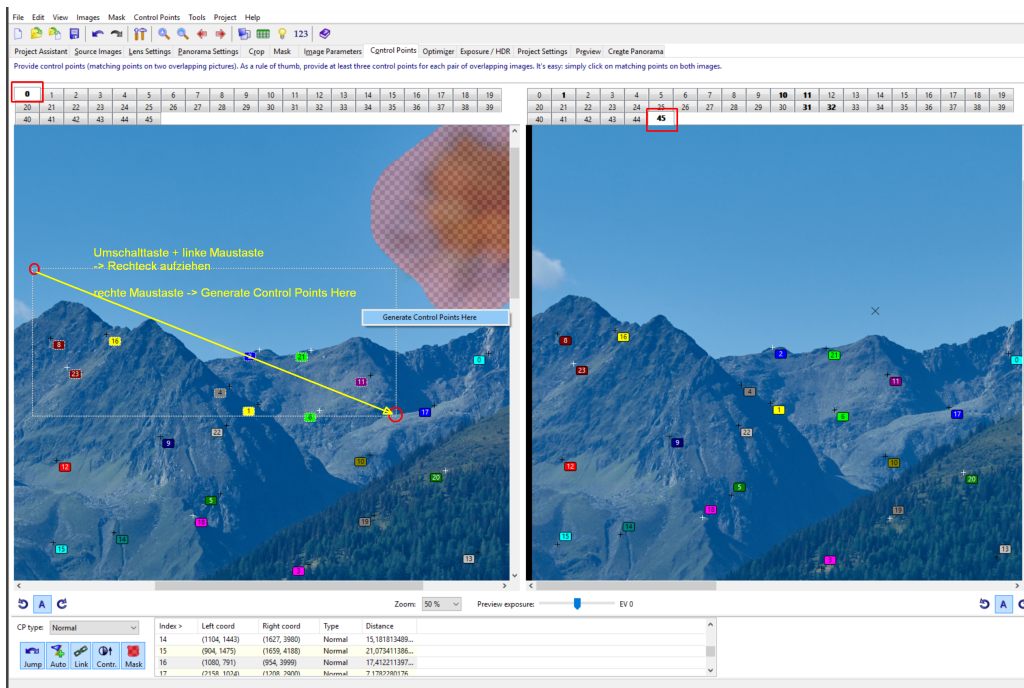


Abbildung 5.6: Automatisches Erstellen neuer Kontrollpunkte

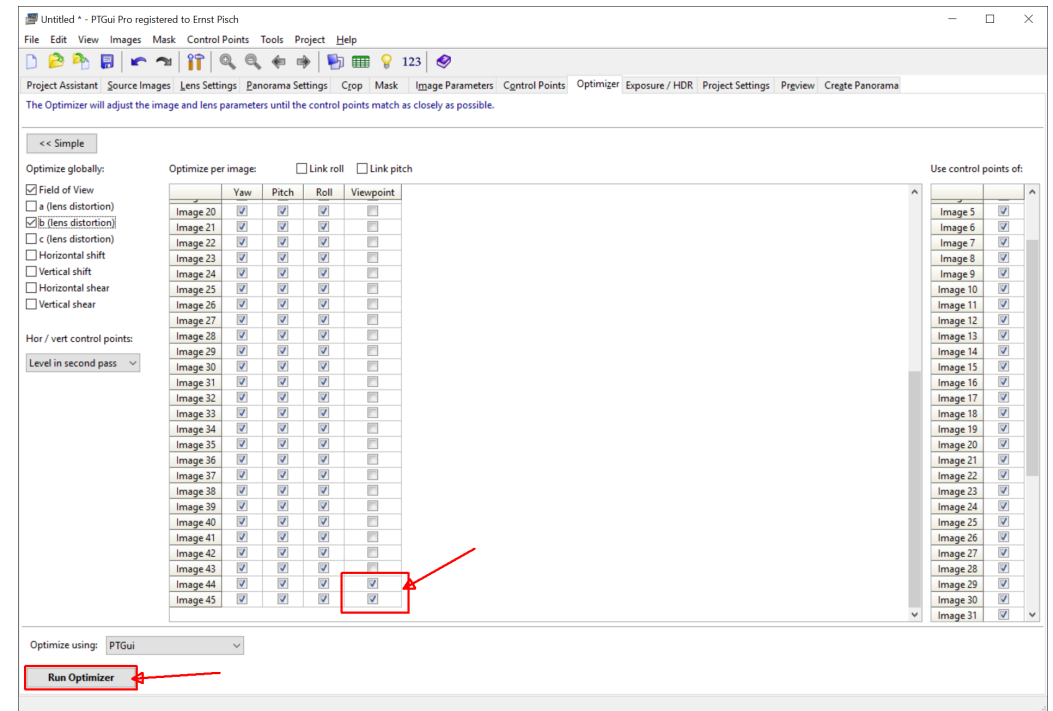


Abbildung 5.7: Viewpoint Korrektur

die nicht mit dem exakt justierten Panoramakopf aufgenommen wurden, doch noch möglichst passend eingefügt werden.

Dazu wechsele ich in die Ansicht *Optimizer* und aktiviere für die beiden nachträglich erstellten Korrekturaufnahmen das Feld *Viewpoint* und starte *Run Optimizer*.

Eine Kontrolle mit der Lupe zeigt mir, dass die Geisterbilder nun verschwunden sind. Dennoch stört mich der relativ große Wert *Maximum control point distance* von über 40. Ich wähle im Pulldown-Menü *Control Points* den Menüpunkt *Delete worst control points*. Es wird automatisch neu optimiert und die maximale Distanz beträgt jetzt nur mehr etwas mehr als 2 (Abbildung 5.8).

Dazu eine wichtige Anmerkung: Die vom Optimizer aufgelisteten Werte sind statistische Werte. Das heißt, der Mittelwert ergibt sich aus der Summe aller Kontrollpunkte. Ein einzelner sehr schlecht gewählter Kontrollpunkt kann den Mittelwert stark verschieben. Viele schlechte Kontrollpunkte können sogar dazu führen, dass wenige gute

## 5 PTGui im Advanced Mode

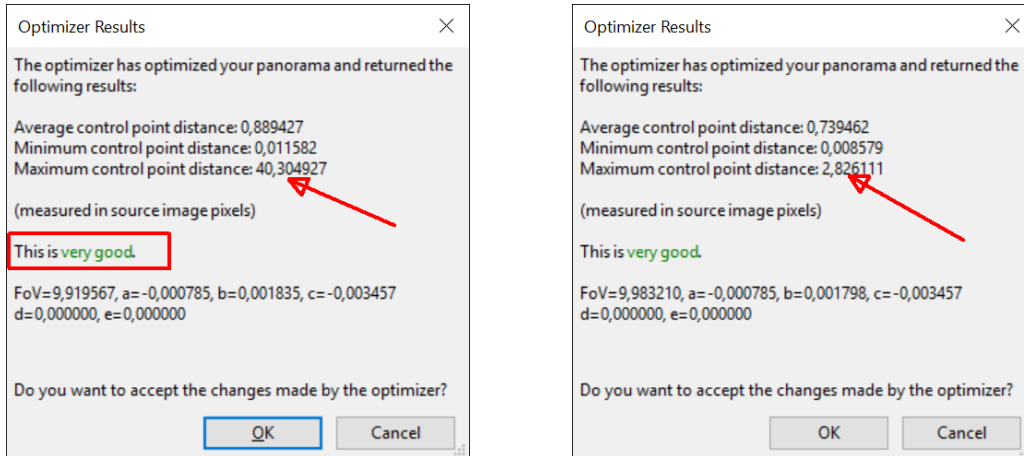


Abbildung 5.8: Schlechte Kontrollpunkte eliminieren

Kontrollpunkte schlechtere Werte aufweisen als die schlechten Punkte! Es ist deshalb wichtig, dass man nicht blind einfach den vorhin genannten Menüpunkt *Delete worst control points* wählt, sondern vorher die Wahl der Kontrollpunkte begutachtet. Man sollte vorher all jene Kontrollpunkte löschen, die bewegliche Objekte markieren - das sind z.B. ziehende Wolken, sich bewegende Objekte (Fahrzeuge, Menschen, Wasser etc.).

Kontrollpunkte können mit Hilfe des Menüpunktes *Tools - Control Point Table* aufgelistet werden. Mit Doppelklick auf einen Kontrollpunkt wird dieser angezeigt. Somit kann man relativ rasch die schlechtesten Werte kontrollieren.

Die *Advanced* Ansicht gestattet noch eine weitere wertvolle Funktion von PTGui Pro. Und zwar kann die Vignettierung von Objektiven korrigiert werden. Man wechselt in die Ansicht *Exposure / HDR* und wählt dort den Knopf *Optimize now!* (Abbildung 5.9). Sofort sieht man im Panorama Editor, dass durch die Vignettierung abgedunkelte Bereiche aufgehellt werden. der Himmel erscheint gleichmäßiger.

Zuletzt wechsele ich in die Anzeige *Create Panorama* (Abbildung 5.10) und wähle dort *Set optimum size*, womit das fertige Panorama die optimale Auflösung erhält. Je nachdem, ob ich anschließend das Panorama weiter bearbeiten will oder nicht, wähle ich JPEG oder eines der anderen verfügbaren Dateiformate. Weiters wähle ich einen Dateinamen und generiere das Panorama mit *Create Panorama*.

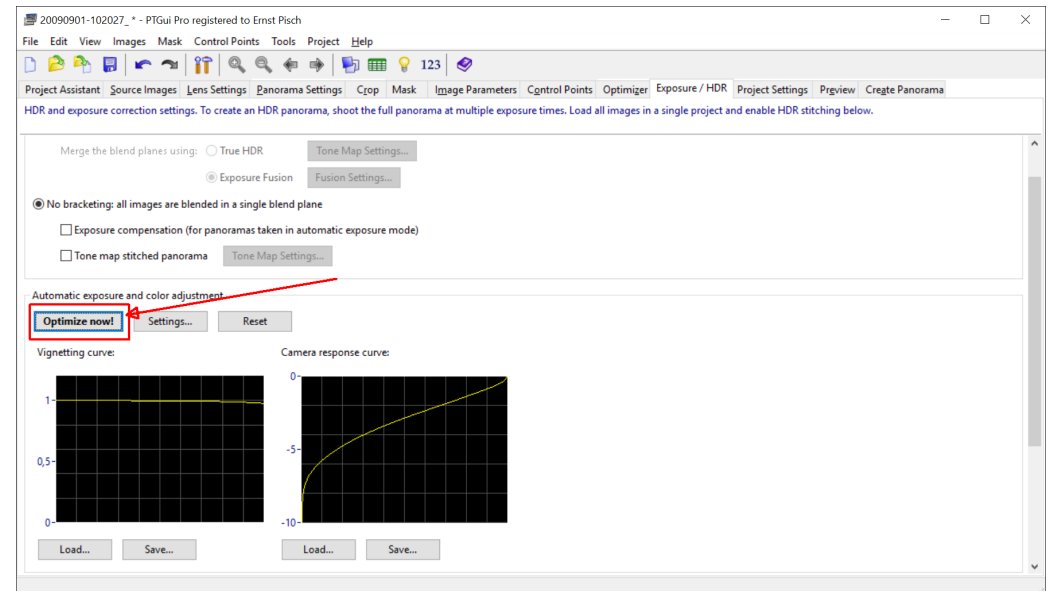


Abbildung 5.9: Korrektur der Vignettierung

## 5 PTGui im Advanced Mode

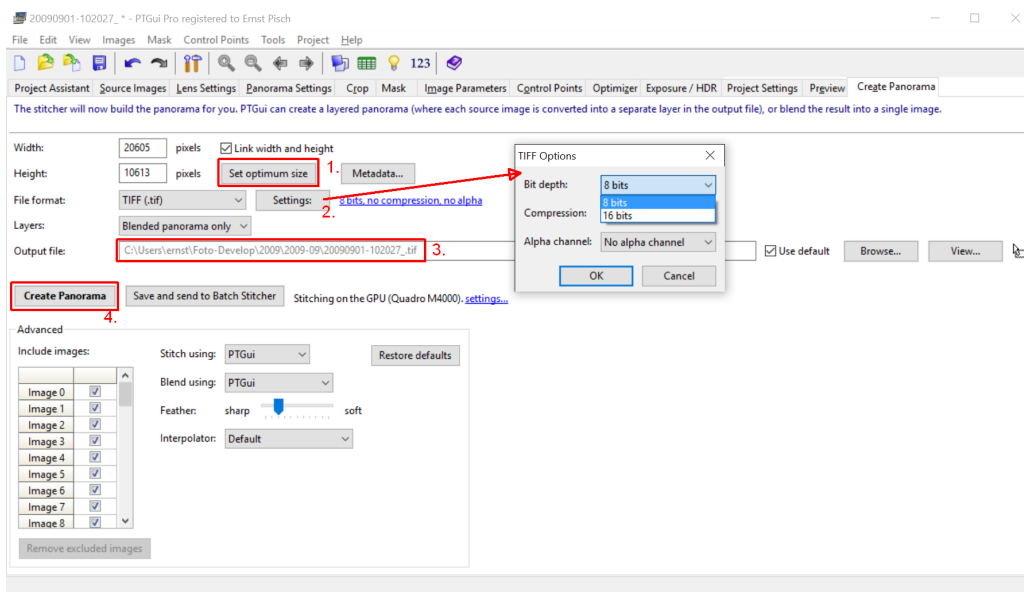


Abbildung 5.10: Panorama fertigstellen

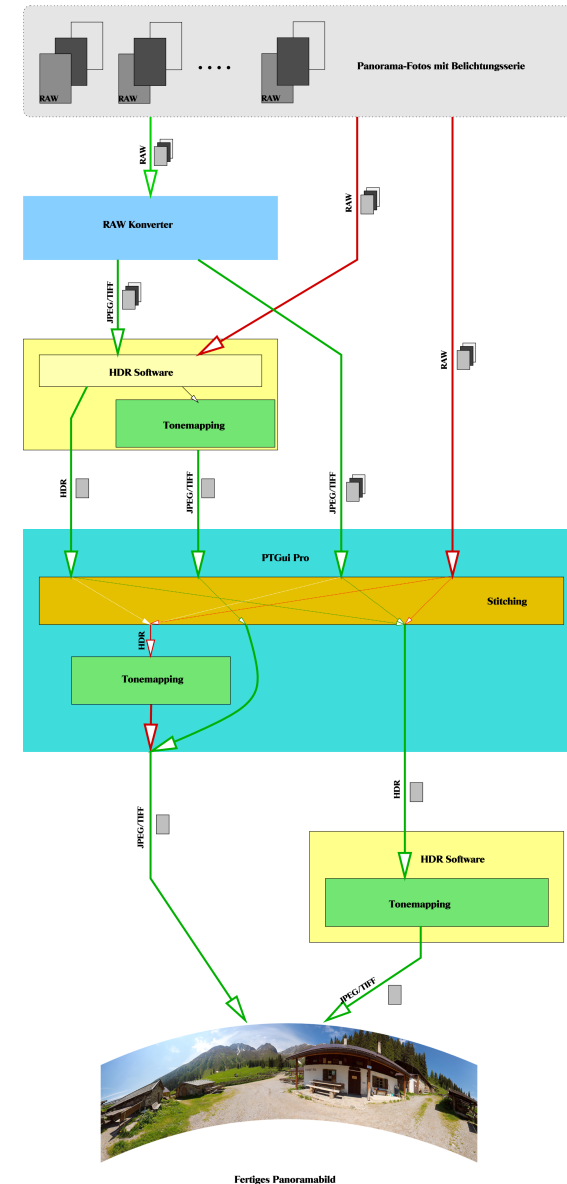
## 6 HDR - Panorama

PTGui Pro unterstützt das Zusammenfügen von Belichtungsreihen zu einem HDR-Panorama. Zum fertigen HDR-Panorama gibt es mehrere verschiedene Wege.

### Workflow für die Erstellung von HDR-Panoramen

Das weiter unten dargestellte Flussdiagramm zeigt die möglichen Wege zum Ziel, wobei ich manche davon rot oder grün markiert habe. Die rot markierten Workflows sind meiner Erfahrung nach zu vermeiden.

Ich fotografiere praktisch immer im RAW-Format. Abgesehen vom zusätzlichen Speicherbedarf und dem Zeitaufwand für die nötige Konvertierung sehe ich ausschließlich Vorteile darin. Insbesondere bei hohen Kontrasten gewinne ich mehr Belichtungsspielraum. Nicht selten stellt sich heraus, dass angefertigte Belichtungsreihen gar nicht benötigt werden, weil das RAW-Format ausreichend Bildinformation enthält, um mit dem RAW-Konverter gut belichtetes Bildmaterial zu erzeugen. In solchen Fällen kann ich die überflüssigen Aufnahmen einfach wieder entfernen. Ein vergessener Weißabgleich spielt bei der Aufnahme im RAW-Format keine Rolle, da dieser im RAW-Konverter ohne Verluste durchgeführt werden kann. Falls die Aufnahmen direkt im JPEG-Format erfolgen, muss man sich im abgebildeten Diagramm entsprechend weiter nach unten bewegen, um einzusteigen. Man stelle sich die Kamera anstelle der blauen Box des RAW-Konverters und alle RAW-Pfade würden entfallen.



Was sagt dieses, auf den ersten Blick verwirrende Flussdiagramm nun aus?

Sowohl PTGui Pro als auch die meisten HDR-Programme unterstützen das RAW-Format als Bildquelle. Keines dieser Programme ist jedoch in der Lage die Einstellungsmöglichkeiten eines dafür spezialisierten RAW-Konverters zu ersetzen. Meiner Meinung nach verzichtet man auf den großen Vorteil des RAW-Formates, wenn man die Konvertierung durch den RAW-Konverter umgeht.

Weiters ist ersichtlich, dass das Zusammenfügen der Belichtungsserien zum HDR-Bild entweder vor dem Stitching mit PTGui, mit PTGui selbst oder danach erfolgen kann. Alle drei Methoden haben Vor- und Nachteile. Lässt man PTGui das Panorama im HDR-Format generieren, so gewinnt man die Möglichkeit, das komplette Panorama mit einem dafür spezialisierten HDR-Programm zu verarbeiten.<sup>1</sup> Das erleichtert die Beurteilung des Tonemappings und man kann auf einfache Weise unterschiedliche Versionen erzeugen. Andererseits steigt die Verarbeitungszeit mit PTGui extrem an, wenn die Leistung des verwendeten Rechners knapp bemessen ist.<sup>2</sup>

Führt man die Belichtungsreihe schon vorher zum HDR-Bild zusammen und übergibt PTGui fertig „ge-tonemappte“ (was für ein grässliches Wort!) Einzelbilder, sinkt die Verarbeitungszeit von PTGui bei Verwendung etwas schwächerer Rechnerhardware beträchtlich. Außerdem kann man die Stärken von manchen HDR-Programmen schon beim Erstellen des HDR-Bildes nutzen. Zum Beispiel gelingt dem Programm *Photomatix* das Entfernen von Geisterbildern deutlich besser als PTGui. Dafür nimmt man in Kauf, dass das Tonemapping nur an den Teilbildern durchgeführt und beurteilt werden kann. Das erschwert die Wahl der korrekten Einstellung bei der Konvertierung vom 32bit-HDR-Bild zum 8- oder 16-bit Bild.

PTGui kann auch selbst Tonemapping durchführen und wurde von Version zu Version besser. Allerdings bietet PTGui weniger Einstellungsmöglichkeiten im Vergleich zu spezialisierten HDR-Programmen.

Die dritte Möglichkeit besteht darin, PTGui mit HDR-Bildern zu „füttern“. PTGui

setzt das Panorama zusammen und kann als Ausgabeformat wiederum HDR liefern (oder gleich JPEG, TIFF etc.).

Meine bevorzugten Wege haben sich mit der Zeit und dem Einsatz höherer Rechnerleistung geändert.

Auf einem langsamen Rechner empfehle ich für das Erstellen großer HDR-Panoramen, die Teilbilder vorher mit einem HDR-Programm in TIFF- oder JPEG-Bilder zu verwandeln und diese dann mit PTGui zum Panorama zu verarbeiten.

Belichtungsserien für Panoramen mit einer geringen Anzahl an Teilbildern (meist keine Kugelpanoramen), kann PTGui auch auf einem schwächeren Rechner gut selbst verarbeiten. Oft sieht das Ergebnis nach Anwendung von *Exposure Fusion* oder *Tonemapping* schon recht gut aus. Wenn nicht, kann eine HDR-Datei erzeugt werden und man bearbeitet diese mit dem HDR-Programm.

Seitdem ich in Besitz eines Rechners mit ausreichend RAM, schneller SSD-Festplatte und leistungsfähiger Grafikkarte bin, sind dies meine bevorzugten Methoden:

Bei Problemen mit Geisterbildern, erstelle ich die HDR-Bilder mit Photomatix, da Photomatix beim Entfernen von Geisterbildern gut arbeitet. PTGui lasse ich dann die HDR-Bilder zusammensetzen und generiere ein Panorama im HDR-Format. Dieses bearbeite ich dann meist mit Oloneo. Ich persönlich mag Oloneo lieber als Photomatix, aber das ist Geschmackssache.

Habe ich keine Probleme mit Geisterbildern, dann verarbeite ich alle Einzelbilder direkt in PTGui zu einem HDR-Panorama. Mit ausreichend Speicher, schneller Festplatte und einer guten Grafikkarte, welche von PTGui Pro (ab Version 10) unterstützt wird, ist das der schnellste Weg zum HDR-Panorama.

<sup>1</sup>Wird ein 360°-Panorama mit einem HDR-Programm verarbeitet, muss man darauf achten, dass dem Programm mitgeteilt wird, dass es linken und rechten Rand aufeinander abstimmen muss. Das geschieht im Allgemeinen durch eine Option mit der Bezeichnung *Panorama* oder *360°*. Verfügt das HDR-Programm über keine derartige Funktion, so ist es zum Erstellen eines 360°-Panoramas nicht geeignet.

<sup>2</sup>Seit Version 10 unterstützt PTGui die besonders hohe Rechenleistung von Grafikkarten. Bei Verwendung einer solchen Karte kann der Zeitaufwand sogar niedriger sein, wenn man PTGui selbst das HDR-Bild generieren lässt.

## HDR - Praxisbeispiel mit Nadir-Bild

Aufnahmeort ist ein Bachbett, welches zum Schutz gegen Muren mit Wildbachsperren verbaut wurde. Aufgrund des klaren Himmels und der hochstehenden Sonne habe ich es mit sehr großen Helligkeitskontrasten zu tun. Die feuchte, dunkle Mauer befindet sich komplett im Schatten, während der zu dieser Jahreszeit noch völlig unbewachsene Waldboden und Teile des noch vorhandenen Schnees im grellen Sonnenlicht liegen. Damit das Panorama in allen Bereichen scharf abgebildet wird, entscheide ich mich für eine Blende von 9,5. Bei der eingestellten ISO-Empfindlichkeit von 200 ergibt eine Spot-Messung 1/10 Sekunde bzw. 1/1000 Sekunde für die dunkelste bzw. hellste Stelle. Die Kamera stelle ich auf den manuellen Modus und wähle 1/60 Sekunde Belichtungszeit und den Blendenwert 9,5 und befestigte sie am Panoramaadapter, welcher bereits am Stativ montiert ist. Das Zoomobjektiv stelle ich auf eine Brennweite von 12mm. Die dazu passende Hyperfokaldistanz beträgt knapp 90cm. Da sich die Kamera etwas über einen Meter über dem Boden befindet, stelle ich einfach auf den nächsten Punkt am Boden scharf und deaktiviere dann den Autofokus. Weiters stelle ich an der Kamera eine Belichtungsreihe mit je 3 Aufnahmen und einer Belichtungs-korrektur von 0, -2 bzw. +2 Lichtwerten ein und stecke das Kabel des Fernauslösers in die Steckerbuchse der Kamera. Da ich RAW-Fotos erzeuge, brauche ich während der Aufnahme nicht unbedingt auf einen korrekten Weißabgleich achten. Den Trage-riemen der Kamera habe ich vorsorglich mit einem Gummiband so befestigt, dass er nicht versehentlich vor das Objektiv hängen kann. Die Rasterung des Panoramakopfes habe ich schon vorher auf 45° gestellt, sodass 8 Aufnahmen für eine komplette Runde entstehen. Für Himmel- und Bodenbereich wird die Kamera dann um 60° nach oben und unten geneigt. Das ergibt 3 Reihen zu je 8 Belichtungsserien von 3 Fotos, also 72 einzelne Aufnahmen. Da ich mich im Schatten befinde, fällt das Problem der Schattenbildung von Stativ und mir weg. Zuletzt fehlt noch das Bild von jener Stelle, an dem sich das Stativ befindet. Ich stelle das Stativ ungefähr einen Meter vom vorigen Standpunkt entfernt auf, montiere die Kamera so, dass sich der ursprüngliche Nadirpunkt in der Mitte des Bildes befindet und löse aus für die letzten 3 Aufnahmen der Belichtungsserie. Eine abschließende Kontrolle am Kameradisplay lässt mich hoffen, dass mir keine Fehler unterlaufen sind. Ich packe meine Ausrüstung zusammen und begeben mich nach Hause zum Computer.

Nachdem alle Bilddateien von der Kamera auf den Computer übertragen wurden, starte ich meinen RAW-Konverter. PTGui Pro würde auch RAW-Dateien unterstützen. Ich rate jedoch, wie schon vorhin erwähnt, davon ab PTGui direkt mit den RAW-

Dateien zu „füttern“, da PTGui keine Einstellmöglichkeiten bietet, um die Vorteile von RAW wirklich sinnvoll zu nützen und die Rechenzeit zudem verlängert wird. Bei Belichtungsreihen, welche für die Erstellung von HDR-Bildern vorgesehen sind, nehme ich im RAW-Konverter nur wenig Änderungen vor. Wichtig ist hier vor allem, dass alle Bilder mit demselben Weißabgleich konvertiert werden. Ansonsten führe ich nur eine leichte Schärfung, sowie Objektivkorrekturen gegen chromatische Aberration durch. Um die Objektivverzerrung kümmere ich mich nicht, denn das korrigiert PTGui selbst ohnehin besser. Als Ausgabeformat wähle ich 8bit-TIFF. Für die Ausgabedateien erstelle ich ein eigenes Unterverzeichnis, was den weiteren Arbeitsablauf vereinfacht. Ich achte darauf, dass alle Bilder im gleichen Format (üblicherweise Hochformat) vorliegen. Besonders das Nadir-Bild erscheint manchmal im Querformat, sodass ich es schon im RAW-Konverter drehe.

Diese TIFF-Dateien bilden nun die Basis für die drei im Folgenden beschriebenen Verarbeitungsmethoden.

### Variante 1 - HDR und Panorama-Stitching mit PTGui

Ich starte PTGui, lade alle TIFF-Dateien und maskiere zunächst jene Stellen, an denen das Stativ mit dem Panoramakopf zu sehen ist.

Als nächstes drücke ich *Align Images*. PTGui erkennt, dass es sich offenbar um Belichtungsserien handelt und öffnet ein Fenster (Abbildung 6.1) in dem gewählt werden kann, wie PTGui weiter vorgehen soll.

Falls sich PTGui geirrt hat und die geladenen Fotos nicht Teil einer Belichtungsserie sein sollten, wählt man den dritten Punkt (*This is not an HDR exposure set ...*). In diesem Fall sollen die Bilder aber weiter ins HDR-Format verarbeitet werden. Wurden alle Bilder mit Stativ aufgenommen, sodass sichergestellt ist, dass es zwischen den Aufnahmen keine Verschiebungen gab, so wählt man den ersten Punkt. Gabe es Erschütterungen während der Aufnahme oder wurden diese gar Freihand

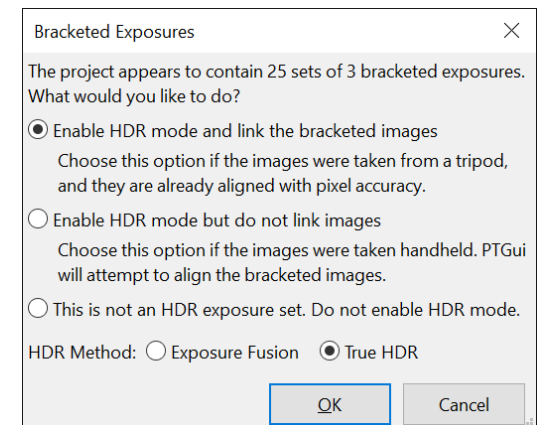


Abbildung 6.1: Bracketed Exposures

## 6 HDR - Panorama

aufgenommen, wählt man den zweiten Punkt. Dann fügt PTGui selbst die Teilerbilder jeder Belichtungsreihe passgenau zusammen.

Am unteren Ende des Fensters kann noch gewählt werden, ob man ein echtes HDR-Bild oder ein mittels *Exposure Fusion* erstelltes Bild generieren möchte. Damit wird die Methode gewählt, mit der die Belichtungsreihen zu einem einzelnen Bild verschmolzen werden. Nur mit *True HDR* kann man ein Panorama im HDR-Format erzeugen, welches anschließend mit einem HDR-Programm weiter verarbeitet werden kann. Diese Wahl kann jedoch auch später noch in der Ansicht *Exposure / HDR* geändert werden.

Nun sehe ich mir im Panorama Editor an, was daraus geworden ist. Offenbar habe ich bei der Aufnahme genau gearbeitet, denn es sind abgesehen vom Nadirbild alle Bilder sehr gut zusammengefügt worden. Über den Menüpunkt *Tools - Control Point Table* öffne ich die Tabelle der Kontrollpunkte (Abbildung 6.2). Durch Klick auf die Spalte *Distance* erhalte ich eine sortierte Liste, geordnet nach Abweichung vom Mittelwert. Ich kann erkennen, dass die Kontrollpunkte mit sehr großer Abweichung alle in Verbindung mit den Nadirbildern (in meinem Fall hier Bild 72, 73 und 74) auftreten.

Ich möchte nun in zwei weiteren Schritten die Kontrollpunkte optimieren: Zuerst will ich, dass die Kontrollpunkte des „schlechten“ Nadirbildes keinen negativen Einfluss auf den Rest des Bildes haben. Deshalb deaktiviere ich in der Ansicht *Optimizer* die Verwendung der Kontrollpunkte der Nadirbilder (Abbildung 6.3). Zudem aktiviere ich unter *Optimize globally* alles außer *Horizontal* und *Vertical shear*. In der Tabelle *Optimize per image* setze ich ein Häkchen für alle Bilder außer den 3 Referenzbildern 0, 1 und 2 (an diesem Bild werden alle anderen ausgerichtet). Nun wird erneut optimiert.

Ich durchsuche das Bild (ausgenommen des Nadir-Bildes) mit der Lupenansicht, ob noch Fehler zu entdecken sind.

Img	Img	Index	Type	Distanc...
40	73	4	Norm...	248,560...
41	74	13	Norm...	227,150...
41	74	21	Norm...	220,983...
41	74	6	Norm...	212,340...
40	73	5	Norm...	208,514...
38	74	8	Norm...	203,824...
44	74	16	Norm...	198,832...
39	72	14	Norm...	195,729...
44	74	3	Norm...	193,993...
38	74	14	Norm...	191,572...
44	74	7	Norm...	190,007...
38	74	11	Norm...	189,287...
43	73	4	Norm...	185,981...
41	74	4	Norm...	184,678...
38	74	5	Norm...	178,649...
39	72	9	Norm...	178,198...
43	73	3	Norm...	173,504...
39	72	7	Norm...	169,083...
39	72	3	Norm...	168,231...
42	72	9	Norm...	167,852...
44	74	17	Norm...	166,898...
38	74	0	Norm...	164,169...
39	72	0	Norm...	161,214...
38	74	1	Norm...	159,659...

Abbildung 6.2: Control Points nach *Align Images*

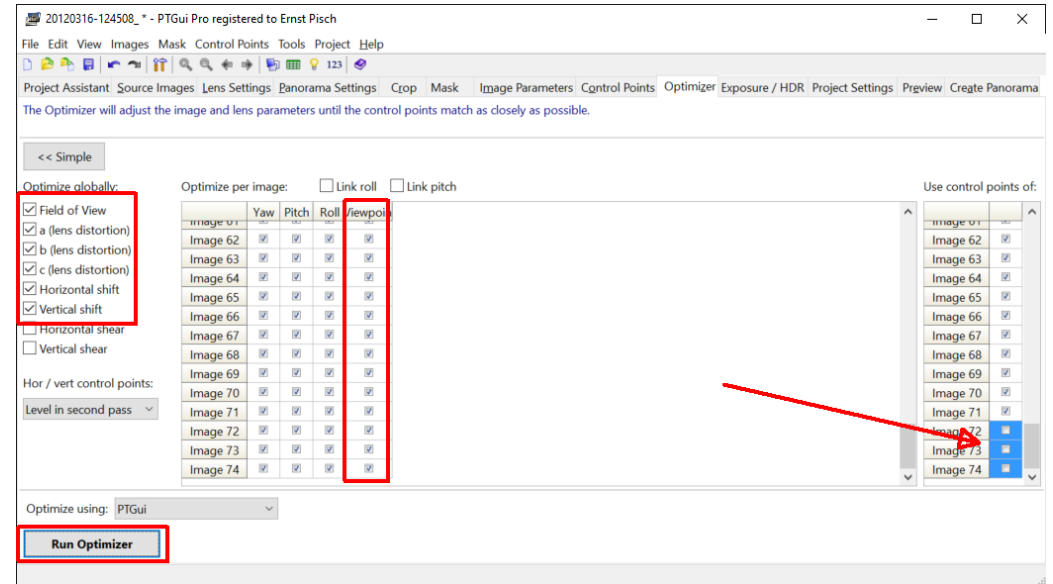


Abbildung 6.3: Optimieren ohne Nadir-Kontrollpunkte

In meinem Fall ist alles perfekt. Sonst müsste ich eventuell schlechte Kontrollpunkte suchen und löschen, sowie neue Kontrollpunkte manuell setzen.

Im nächsten Schritt optimiere ich das Nadirbild, möchte aber vermeiden, dass die bereits gut ausgerichteten anderen Bilder verschoben werden. Das erreiche ich, indem ich *Use of control points of* für die Nadirbilder aktiviere und *Optimize per image* für alle Bilder außer den Nadirbildern deaktiviere (Abbildung 6.4). Man kann durch Ziehen eines Rechteckes mit der Maus und anschließender Betätigung der Leertaste viele Felder zugleich aktivieren bzw. deaktivieren.

Ich optimiere erneut und erhalte ein sehr gutes Ergebnis (Abbildung 6.5). Die schlechtesten Werte in der *Control Point Table* sind immer noch jene, die mit dem Nadirbild zusammenhängen, die Distanzen sind aber deutlich geringer geworden (Abbildung 6.6).

## 6 HDR - Panorama

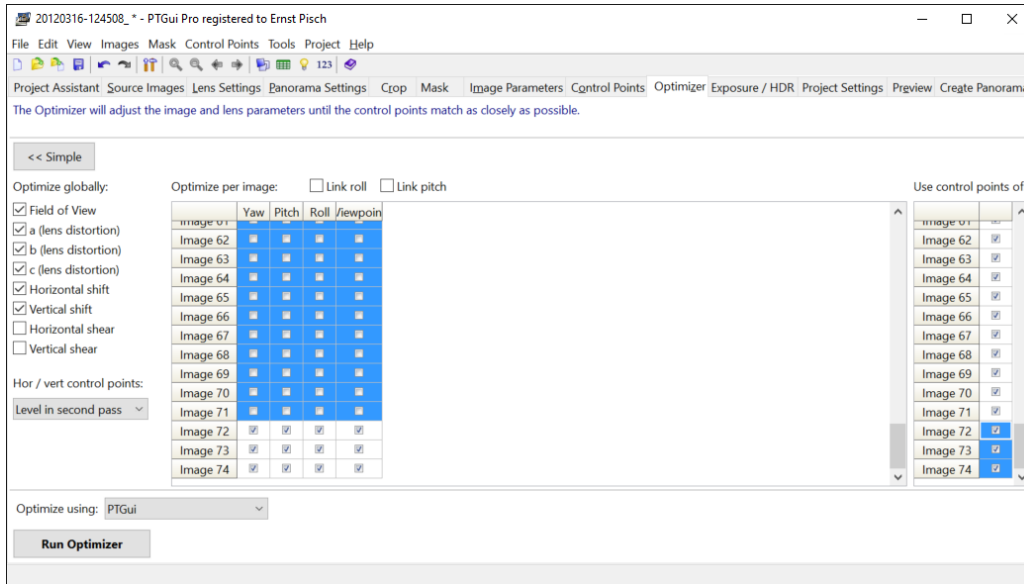


Abbildung 6.4: Optimieren mit Nadir-Kontrollpunkten

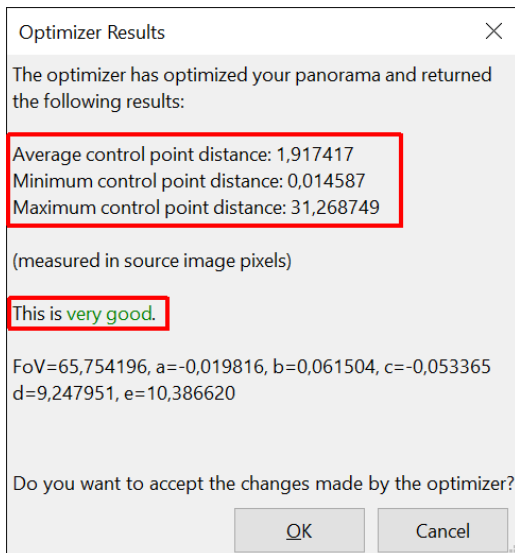


Abbildung 6.5: Optimizer Ergebnis

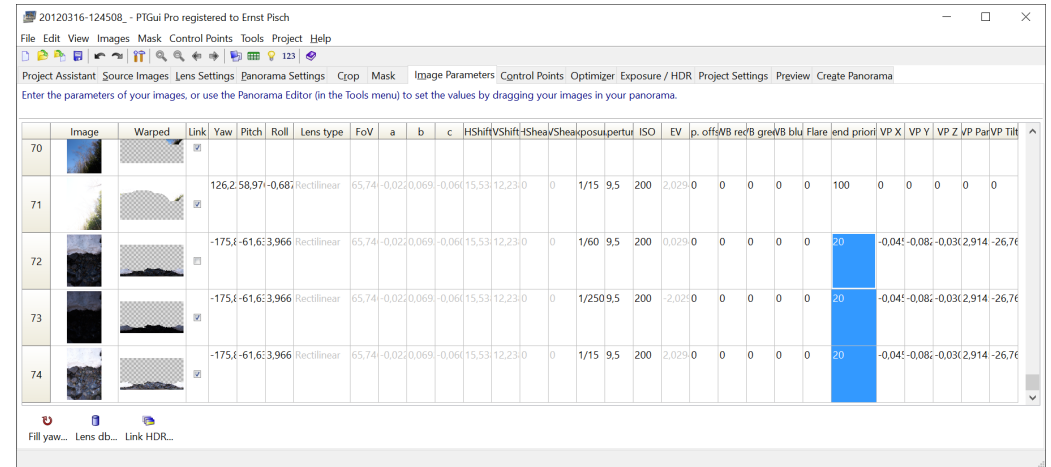


Abbildung 6.7: Blend priority

Da ich möchte, dass das Nadir-Bild möglichst nur dort eingesetzt wird, wo vorher das Stativ stand, setze ich eine niedrige *Blend priority* für die Nadir-Bilder. Diese Einstellung erfolgt in der Ansicht *Image Parameters* (Abbildung 6.7). Je kleiner der Wert, umso mehr Gewicht bekommen die angrenzenden Bilder.

In der Ansicht *Exposure / HDR* drücke ich noch den Knopf *Optimize now!*, um die Helligkeitsschwankungen durch Vignettierung zu korrigieren. In dieser Ansicht könnte ich auch direkt in PTGui das Tonemapping durchführen, um fertige JPEG oder TIFF-Bilder zu erhalten. Ich möchte jedoch ein Panorama im HDR-Format, da ich es anschließend in meinem HDR-Programm bearbeite.

Noch ein Tipp: Wenn Ihnen mit einem Ihrer Objektiv ein Kugelpanorama mit sehr

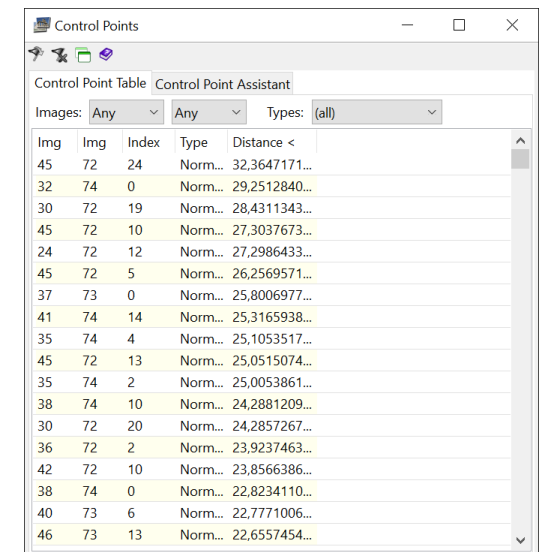


Abbildung 6.6: Controlpoint Table zum Schluss

geringen Fehlern gelungen ist, sollten Sie gleich die Objektiv-Datenbank von PTGui mit den errechneten Korrekturwerten versorgen. Wechseln Sie dazu in die Ansicht *Lens Settings* und drücken den Knopf *Lens database...*. Wählen Sie einen passenden Namen (bei Zoomobjektiven sollten Sie die gewählte Brennweite im Namen hinterlegen) und drücken *Save to database*. Diese Werte können Ihnen bei anderen Bildern von großem Nutzen sein. Zum Beispiel können Sie damit mittels Mausclick Objektivverzerrungen perfekt beseitigen (siehe auch Abbildung 8.20).

### Variante 2 - Tonemapping mit HDR-Programm, dann Stitching mit PTGui

Bei der nun folgenden Methode werden die Belichtungsserien mittels HDR-Programm verarbeitet. PTGui erhält als Eingabedateien fertig „ge-tonemappte“ Bilder.

Ich starte mein HDR-Programm und suche mir eine Belichtungsserie heraus, worin möglichst tiefe Schatten und helle Lichter zugleich vorkommen. Damit versuche ich natürlich wirkende Einstellungen zu finden und speichere diese als Vorlage ab. Stichprobenartig wende ich dieselben Einstellungen auch auf andere Belichtungsserien an, um herauszufinden, ob das Ergebnis wie gewünscht ausfällt. Jetzt erstelle ich ein weiteres Unterverzeichnis, worin ich die aus den Belichtungsserien verarbeiteten Fotos ablegen werde. Mein HDR-Programm unterstützt die Verarbeitung im Batchlauf, sodass alle Bilder ohne weiteren Eingriff automatisch konvertiert werden. Dazu lege ich das Quellverzeichnis mit den Belichtungsserien, das Ausgabeverzeichnis und die vorhin abgespeicherte Vorlage mit den Einstellungen fest und starte den Batch. Als Ausgabeformat für die Bilddateien wähle ich 8bit-TIFF (falls geplant ist, nachträglich noch weitere Bildbearbeitung durchzuführen, ist 16bit TIFF eventuell die bessere Wahl). Nachdem alle Belichtungsserien abgearbeitet wurden, sichte ich die Ausgabedateien, um allfällige Fehler noch vor den weiteren Bearbeitungsschritten zu entdecken.

Der weitere Ablauf entspricht genau dem, was nun schon mehrmals beschrieben wurde: Maskieren der unerwünschten Bildteile, Align images, eventuell Kontrollpunkte löschen bzw. manuell setzen, Optimieren etc.

### Variante 3 - Stitchen von HDR-Bilddateien mit PTGui Pro

Diese Methode verwende ich dann gerne, wenn auf den Aufnahmen sich bewegende Elemente befinden, die Geisterbilder verursachen. Mit Photomatix lassen sich Geister-

bilder ziemlich gut beseitigen und das Programm lässt dabei auch manuelle Eingriffe zu.

Ich starte Photomatix und verarbeite zunächst alle Bilder mit der Batch-Funktion. Das läuft automatisch ohne manuelle Eingriffe. Jene Bilder, auf denen Geisterbilder entstanden sind (das sind im Allgemeinen nur wenige in der ganzen Serie), erzeuge ich anschließend neu - und zwar diesmal mit der Funktion, welche Geisterbilder entfernt.

Nachdem ich mit Photomatix aus allen Belichtungsserien HDR-Dateien erzeugt habe, lade ich diese in PTGui Pro. Man kann in PTGui Pro damit gleich arbeiten wie mit JPEG- oder TIFF-Dateien. Der gesamte Ablauf verläuft wie gewohnt. Als Ausgabeformat wähle ich dann meist wiederum ein HDR-Format, um das Tonemapping des Panoramas anschließend mit meinem HDR-Programm durchzuführen.

## 7 Zenit- und/oder Nadir-Bild retuschieren/austauschen

Es kommt vor, dass man Zenit, Nadir oder auch andere Stellen eines Kugelpanoramas retuschieren möchte. Sei es um ein Logo einzufügen oder Stitching-Fehler zu korrigieren. Nun liegen aber gerade Zenit und Nadir an Stellen im Panoramabild, welche ganz besonders stark verzerrt dargestellt werden. Um diese Stellen z.B. mit Photoshop bearbeiten zu können, wäre aber eine rektilineare Projektion ideal. PTGui kann dafür eine Lösung bieten.

Kurz beschrieben wird Folgendes gemacht: Der gewünschte Bereich wird in die Bildmitte gerückt und ein Ausschnitt als rektilineares Bild exportiert. Nach der Bearbeitung dieses Ausschnittes mit einem anderen Programm, wird diese Bilddatei wiederum in PTGui geladen, mit dem restlichen Panorama verschmolzen und wieder in die ursprüngliche Position zurück versetzt.

Hier nun die Schritte im Einzelnen.

Zunächst wird ein bereits früher erstelltes PTGui Projekt geladen. Betragen die Maße des Panoramas genau die eines Kugelpanoramas (also Länge = 2 x Höhe), so erkennt PTGui das und wird als *Lens type* (in der Ansicht *Lens Settings* zu finden) „*Equirectangular panorama*“ gesetzt haben.

Fehlen im Panorama jedoch Zenit und/oder Nadir, muss der Projektionstyp manuell geändert werden.

Anstatt eines ganzen PTGui-Projektes kann auch eine fertig erstellte Bilddatei eines Panoramas geladen werden - das ist vermutlich sogar häufiger der Fall. Auf die weitere Vorgangsweise hat das keinen Einfluss.

Die Breite des Beispielpanoramas (Abbildung 7.1) beträgt mehr als die doppelte Höhe, da Zenit und Nadir fehlen und diese beim Erstellen beschnitten wurden. Im Panorama Editor ist dieser Beschnitt oben und unten zu erkennen. Ebenfalls im Panorama Editor kann im Menüpunkt *Projection* der Wert *Spherical 360 x 180 Equirectangular* gewählt werden. Sofort wird der transparente Bereich oben und unten breiter und Längen- und Breitenverhältnis stimmen nun für ein äquirektangulares Kugelpanorama.

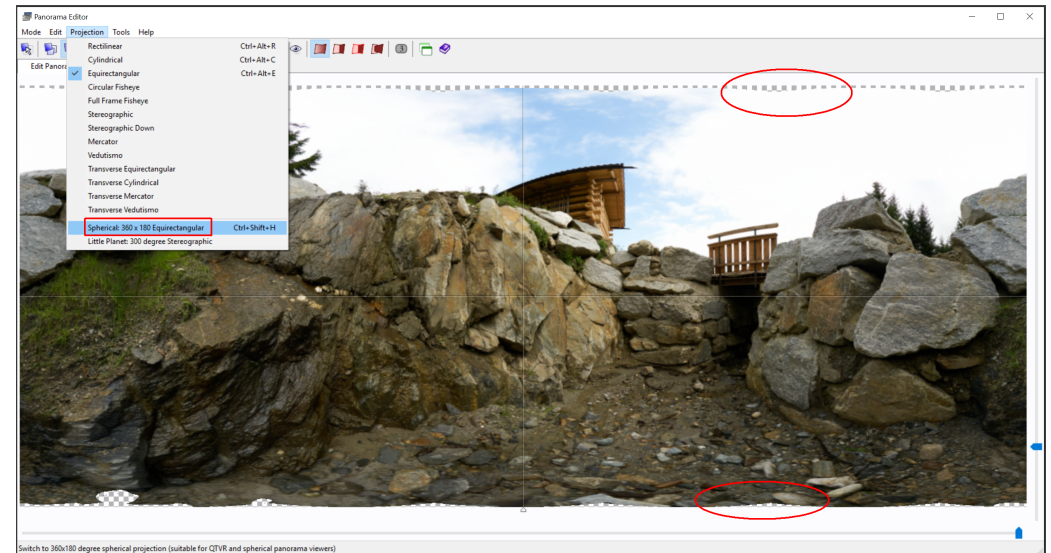


Abbildung 7.1: Korrektur der Projektionsart

## 7 Zenit- und/oder Nadir-Bild retuschieren/austauschen

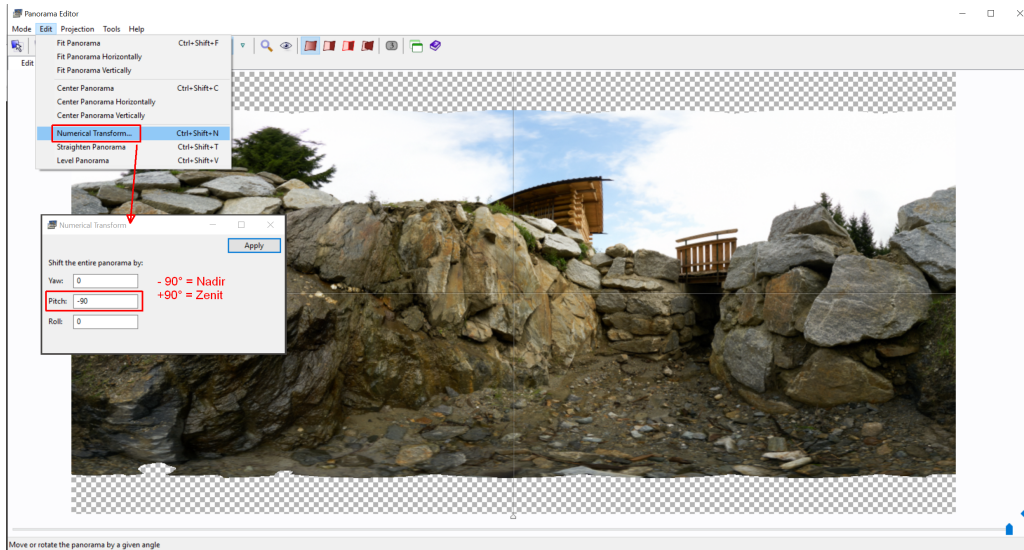


Abbildung 7.2: Numerical Transform

Nun soll der Bildausschnitt so gewählt werden, dass der Boden (Nadir) sich in der Bildmitte befindet. Diese Einstellung erfolgt ebenso im *Panorama Editor*, und zwar mit *Edit - Numerical Transform* (Abbildung 7.2). Das Feld, welches verändert werden muss, nennt sich *Pitch*. Ein positiver Winkel von  $90^\circ$  bewirkt einen Blick zum Himmel, ein negativer Winkel von  $90^\circ$  erlaubt den Blick zum Boden. Im Beispiel soll der Nadir retuschiert werden und ich trage deshalb **-90** ein.

Da wir zum Bearbeiten mit Photoshop nur einen kleinen Teil des Bildausschnittes benötigen, wechsle ich zur Ansicht *Panorama Settings* und verändere dort ein paar Werte (siehe Abbildung 7.3). Der Ausschnitt soll mit rektilinear Projektion exportiert werden - deshalb *Rectilinear ('flat')* im Feld *Projection*. Darunter kann noch der horizontale und vertikale Blickwinkel eingetragen werden.  $90^\circ$  dürfte ein passender Wert sein, sodass noch Raum für die Retusche bleibt.

Nun soll diese Ansicht exportiert werden. Dazu wechsle ich zur Ansicht *Create Panorama*, wähle die optimale Bildgröße mit *Set optimum size*, das Format der Bilddatei soll *TIFF* sein und als Dateinamen hänge ich zum aktuellen Dateinamen „*\_Nadir*“ an (siehe Abbildung 7.4). Dann wird *Create Panorama* gedrückt.

Die exportierte Bilddatei kann nun nach Belieben bearbeitet werden. Man sollte bloß

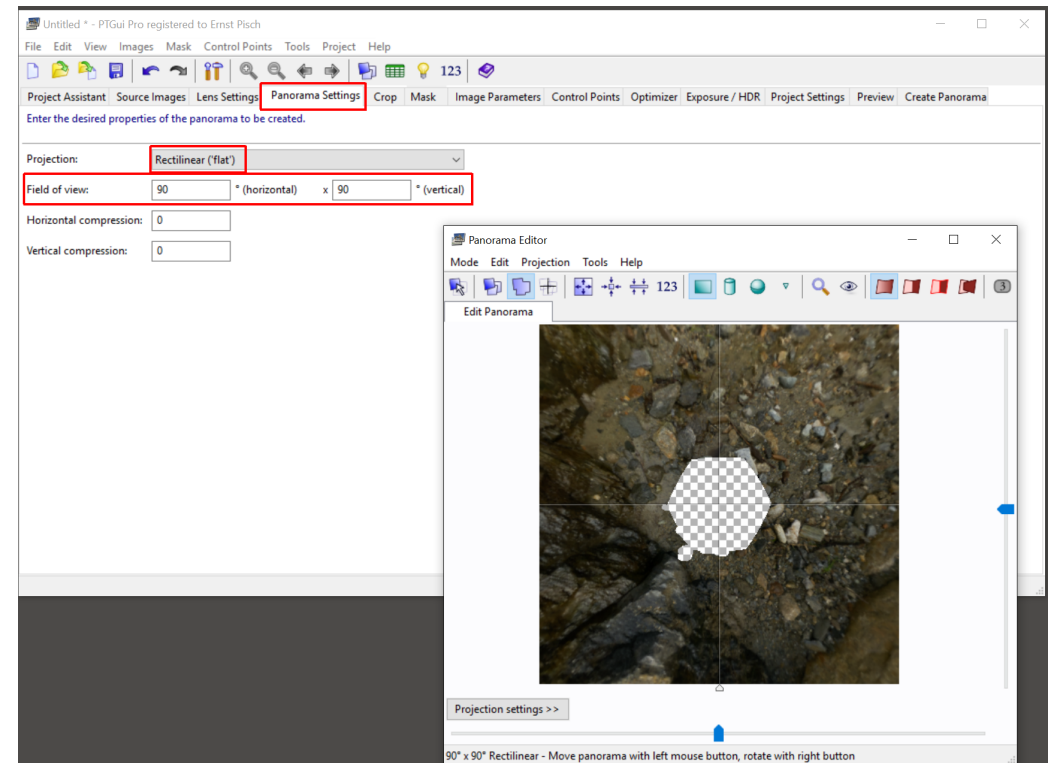


Abbildung 7.3:  $90^\circ$  Ausschnitt wählen

## 7 Zenit- und/oder Nadir-Bild retuschieren/austauschen

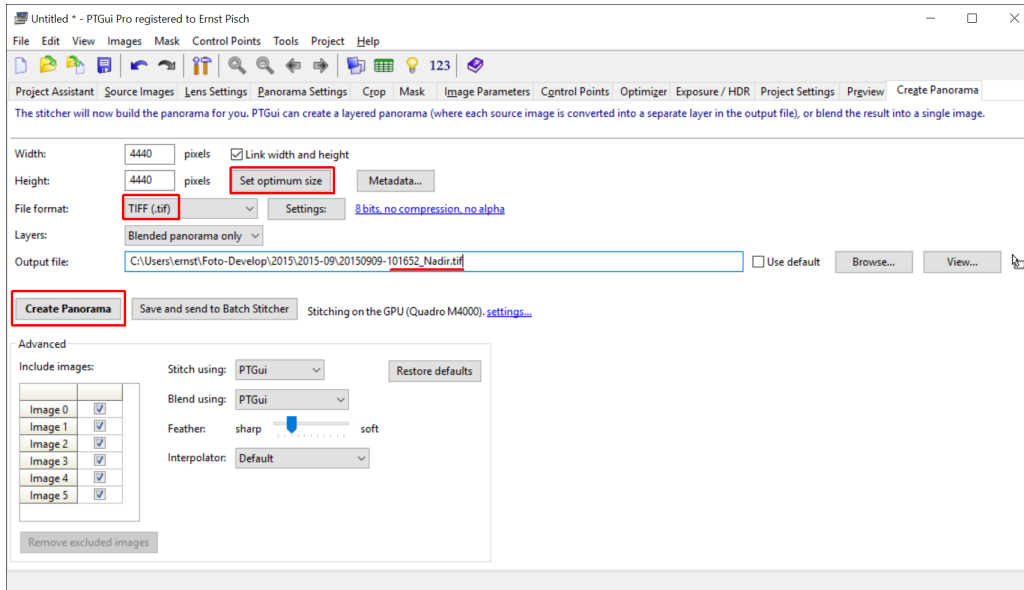


Abbildung 7.4: Export des Nadirbildes

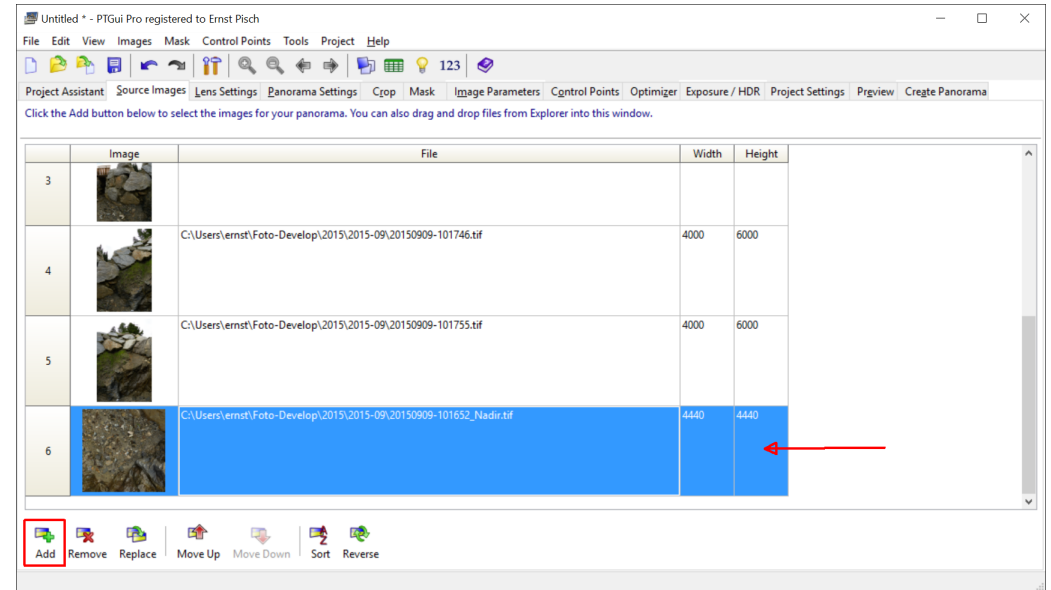


Abbildung 7.5: Import des Nadirbildes

darauf achten, dass die Pixelmaße dabei nicht verändert werden. Das Bild darf auch nicht gedreht werden, da es sonst in PTGui erneut ausgerichtet werden müsste.

Entspricht das retuschierte Bild den Vorstellungen, kann es in PTGui importiert werden. Ich wechsele zur Ansicht *Source Images* und drücke links unten den Knopf *Add* (siehe Abbildung 7.5). Im *Panorama Editor* kann man den neuen Boden bereits bewundern (siehe Abbildung 7.6). Nun soll die Bildmitte wieder auf die ursprüngliche Ansicht geändert werden. Das geschieht, indem der Wert *Pitch* im Menüpunkt *Edit - Numerical Transform* so verändert wird, dass die Summe des alten und neuen Wertes gleich Null beträgt (siehe Abbildung 7.7). Mit anderen Worten: man muss hier dem vor dem Export des Ausschnittes eingetragenen Wert gegensteuern. Hier, für das Nadirbild, ist das der positive Winkel von  $90^\circ$ . Nach Drücken des Knopfes *Apply* wird sofort die ursprüngliche Ansicht gezeigt.

Eventuell kann nun noch die *Blend priority* für das neu eingefügte Nadirbild verändert werden (siehe Abbildung 7.8). Damit wird beeinflusst, wie stark die Bildinhalte der angrenzenden Bereiche bevorzugt werden gegenüber dem Nadirbild.

Auf gleiche Weise wird mit dem Zenit verfahren.

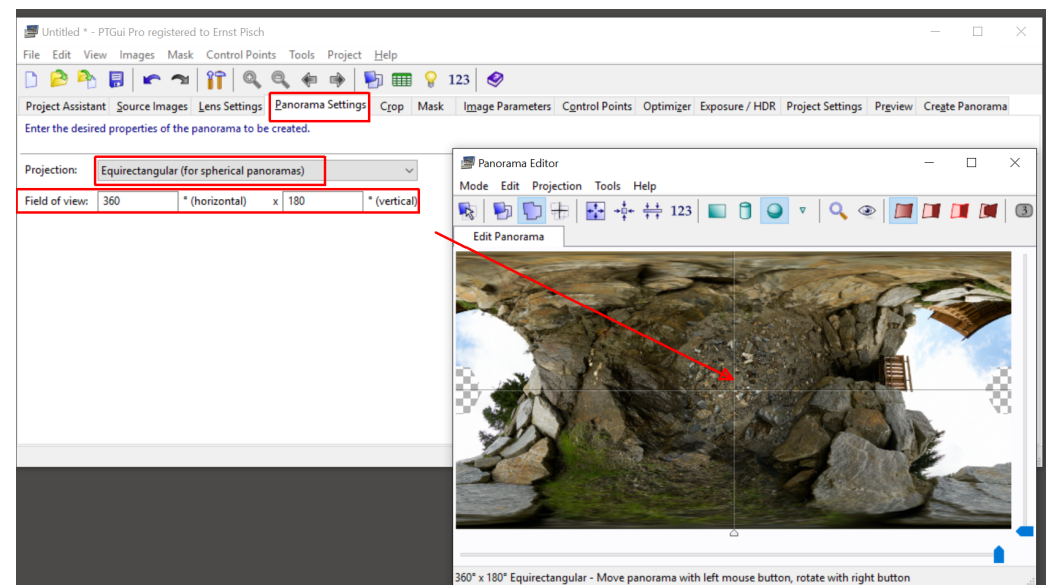


Abbildung 7.6: Panorama mit neuem Nadir

## 7 Zenit- und/oder Nadir-Bild retuschieren/austauschen

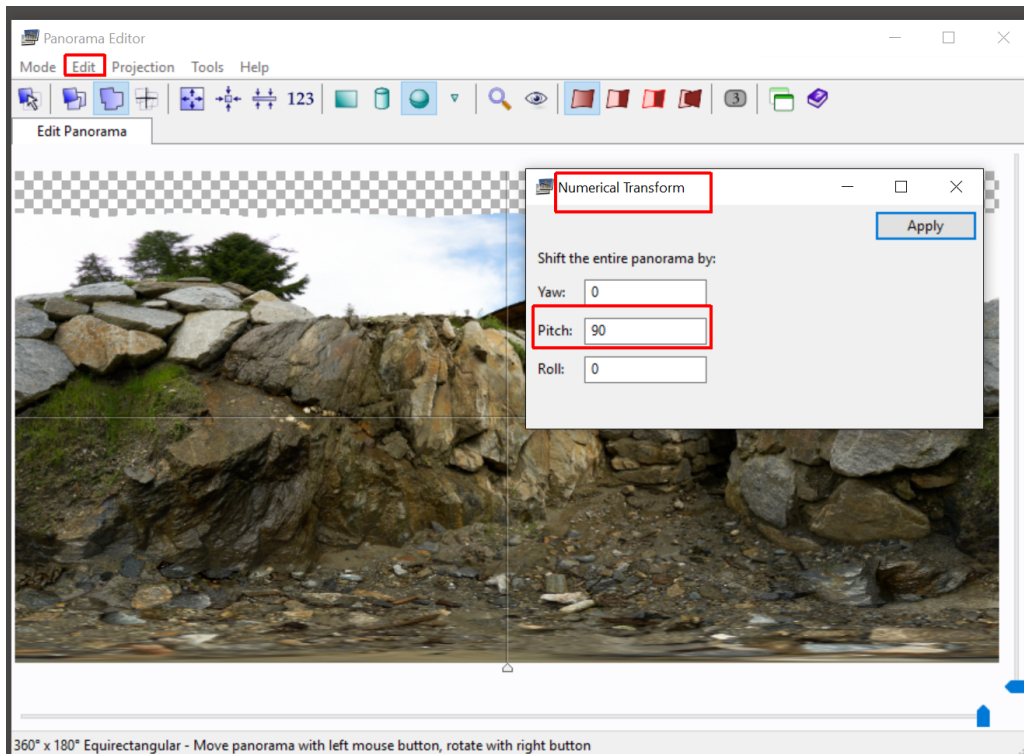


Abbildung 7.7: Bildansicht restaurieren

Image	Warp	Link	Yaw	Pitch	Roll	Lens type	FoV	a	b	c	HSkirt	VSkirt	HShear	VShear	Exposure	Aperture	ISO	EV	Exp. offset	WB red	WB green	WB blue	Flare	Blend priority	VP X	VP Y	VP Z	VP Pan	VP Tilt
2			96.2323	-0.4255	-0.4674	FullFrame	100,2315	0	0.001	0	0	0	0	0	1/125	200	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
3			119.2383	-0.4254	-0.3897	FullFrame	100,2315	0	0.001	0	0	0	0	0	1/125	200	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
4			179.5287	-0.4206	-0.4129	FullFrame	100,2315	0	0.001	0	0	0	0	0	1/125	200	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
5			120.4732	-0.4526	-0.4328	FullFrame	100,2315	0	0.001	0	0	0	0	0	1/125	200	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
6			-360	-90	0	FullFrame	100,2315	0	0.001	0	0	0	0	0	1/125	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Abbildung 7.8: Nadir - Blend priority

Der letzte Schritt ist nun schon längst bekannt - mit Hilfe der Ansicht *Create Panorama* wird das gesamte Panorama exportiert.

Das Setzen der Projektionsart, sowie das Drehen der Ansicht vor dem Export und nach dem Import des Nadirbildes kann in Form eines Templates gespeichert werden. Man erspart sich dadurch ein paar Mausklicks.

## 8 PTGui – Helfer bei der Fotonachbearbeitung



Abbildung 8.1: Bild mit Objektivverzerrungen

### Korrektur von Objektivverzerrungen und stürzenden Linien

PTGui ist zwar ein Programm zum Erstellen von Panoramen. Es ist aber auch ein ausgezeichnetes Werkzeug, um schiefe Gebäude, stürzende Linien bzw. Objektivverzerrungen zu korrigieren. Mit geringem Aufwand lassen sich Architekturfotos geraderichten.

Das Beispielfoto in Abbildung 8.1 weist mehrere Mängel auf.

Durch die Neigung der Kamera nach oben sind stürzende Linien entstanden. Zudem weist dieses Objektiv bei der hier gewählten Brennweite von 10mm (entspricht 15mm im Kleinbildformat) eine stark tonnenförmige Verzeichnung auf.

Zunächst sollen die nach oben zulaufenden Gebäudekanten senkrecht ausgerichtet werden. Dazu wird die Bilddatei in PTGui geöffnet und *Advanced*-Modus gewählt, damit die Ansicht *Control Points* verfügbar wird (siehe Abbildung 8.2).

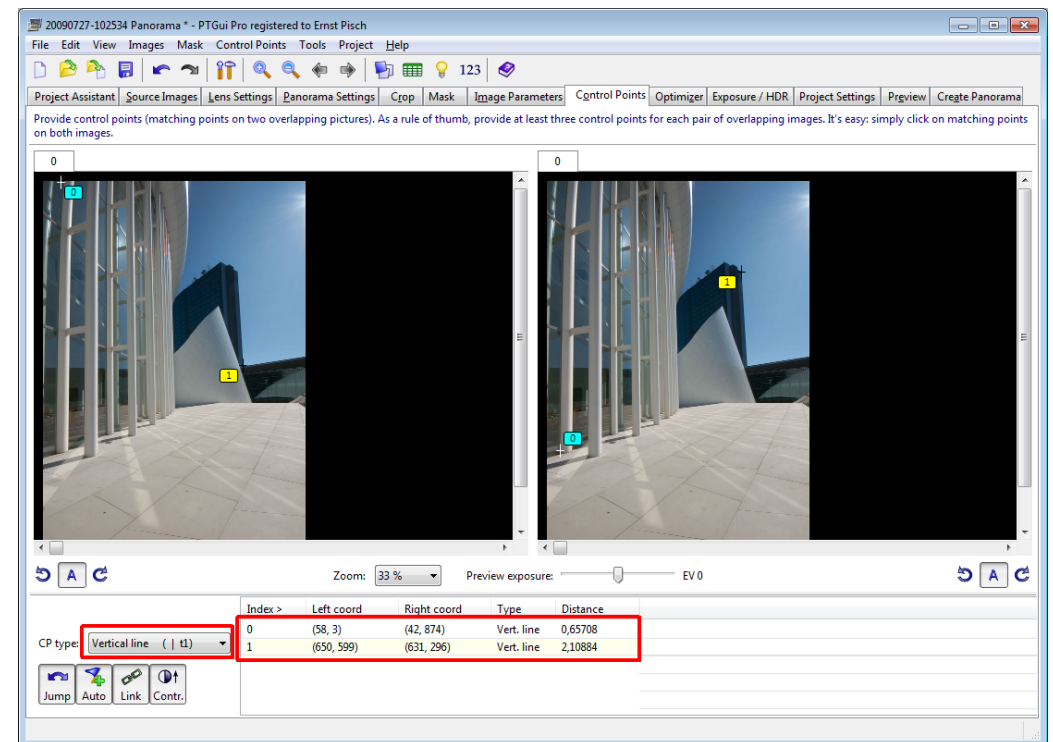


Abbildung 8.2: Setzen von Vertikale Linien

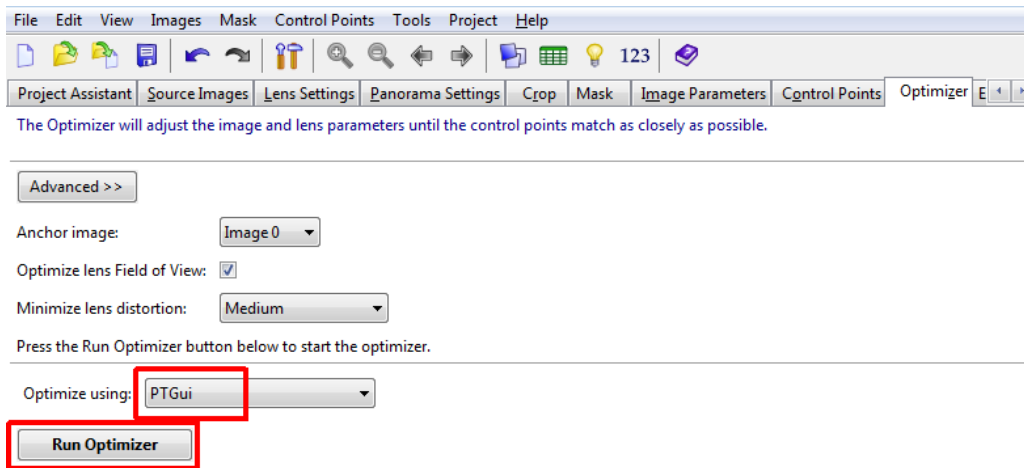


Abbildung 8.3: Starten des Optimizer

Per Default ist links unten im Feld *CP type* bereits *Vertical line* gewählt und es können somit bereits Linien gewählt werden, welche eigentlich senkrecht sein sollten. Dazu klicke ich einmal im linken Bild das obere Ende einer Linie und anschließend im rechten Bild das untere Ende der Linie an. Es müssen mindestens 2 Linien markiert werden. Idealerweise sollten sich diese möglichst in einem Abstand von  $90^\circ$  des Blickwinkels befinden.

Nun wechseln wir zum *Optimizer* (siehe Abbildung 8.3).

Auch hier stimmen die Standardeinstellungen (*Optimize using: PTGui*) bereits und es muss lediglich die Taste *Run Optimizer* gedrückt werden. Das Ergebnis kann mit Hilfe der Tastenkombination *Strg-E* bzw. durch Öffnen des *Panorama Editor* im Menü *Tools* gesichtet werden (siehe Abbildung 8.4).

Da nun auch noch die Verzerrungen des Objektivs behoben werden sollen, wechsle ich nochmals zurück zu den *Control Points* und suche stark gekrümmte Linien, welche eigentlich exakt gerade sein müssten (siehe Abbildung 8.5).

Je Linie können mehrere Punktpaare markiert werden, wobei für eine Linsenkorrektur mindestens 2 Paare erforderlich sind. Meine erste Gerade soll die Fuge der Bodenplatten rechts im Bild sein. Im Feld *CP type* muss anstatt der vertikalen Linie eine *New line* (in meinem Fall *New line (t3)*) gewählt werden. Dann markiere ich bei einem Zoomfaktor  $\geq 100\%$  abwechselnd im linken und rechten Bild Punkte auf der

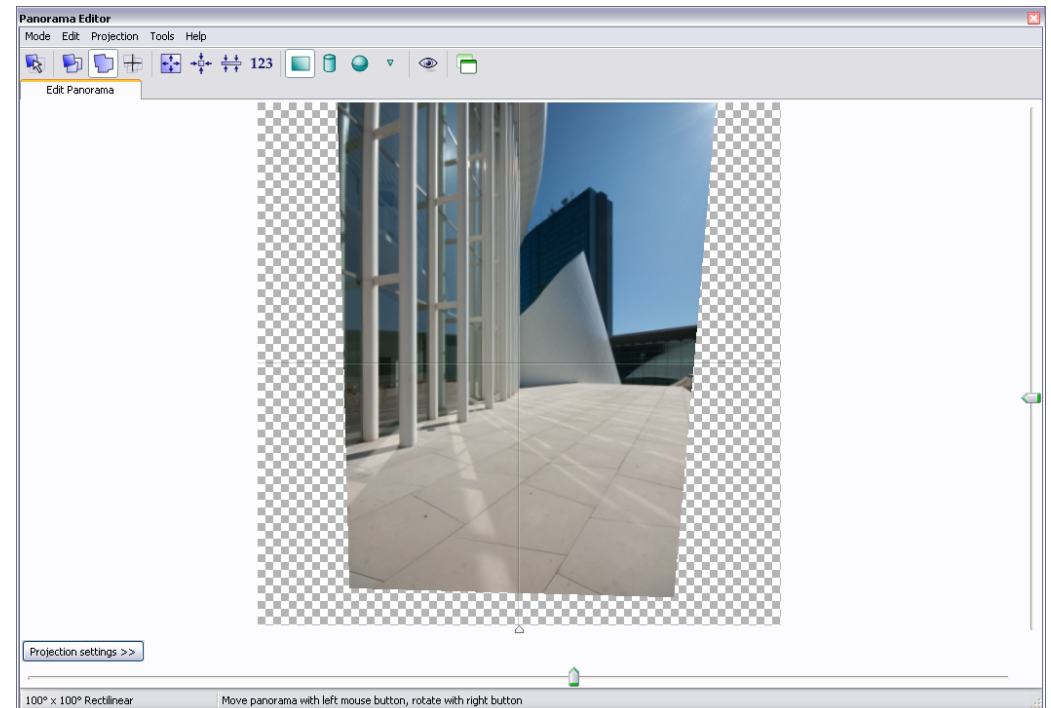


Abbildung 8.4: Kontrolle im Panorama Editor

## 8 PTGui – Helfer bei der Fotonachbearbeitung

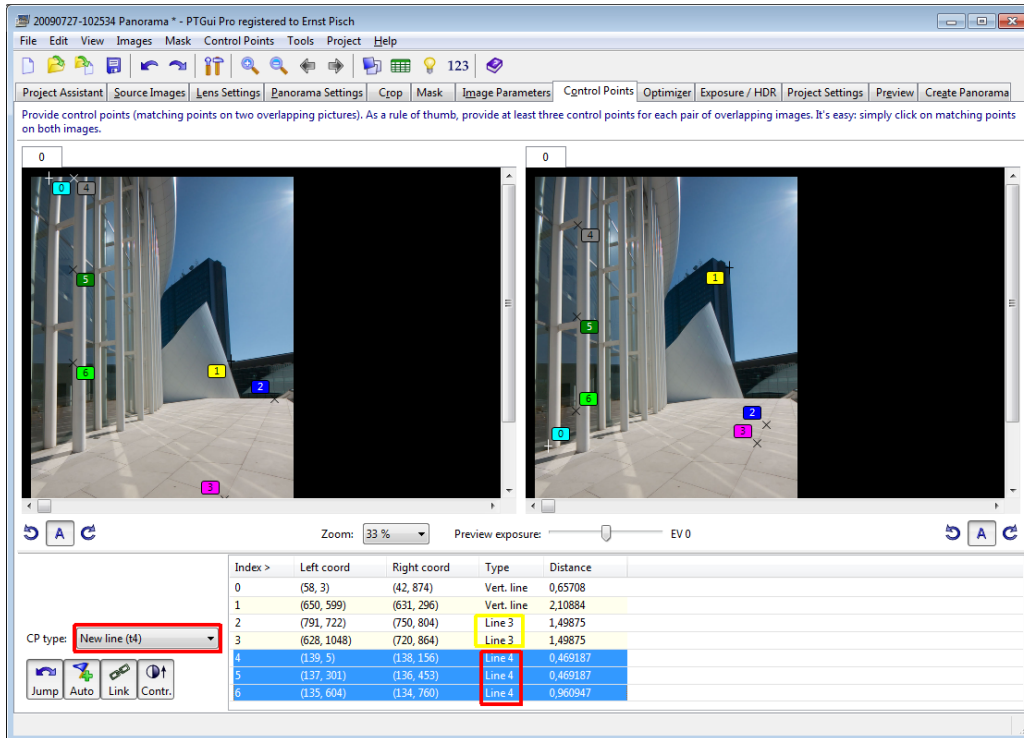


Abbildung 8.5: Korrektur der Linsenkrümmung

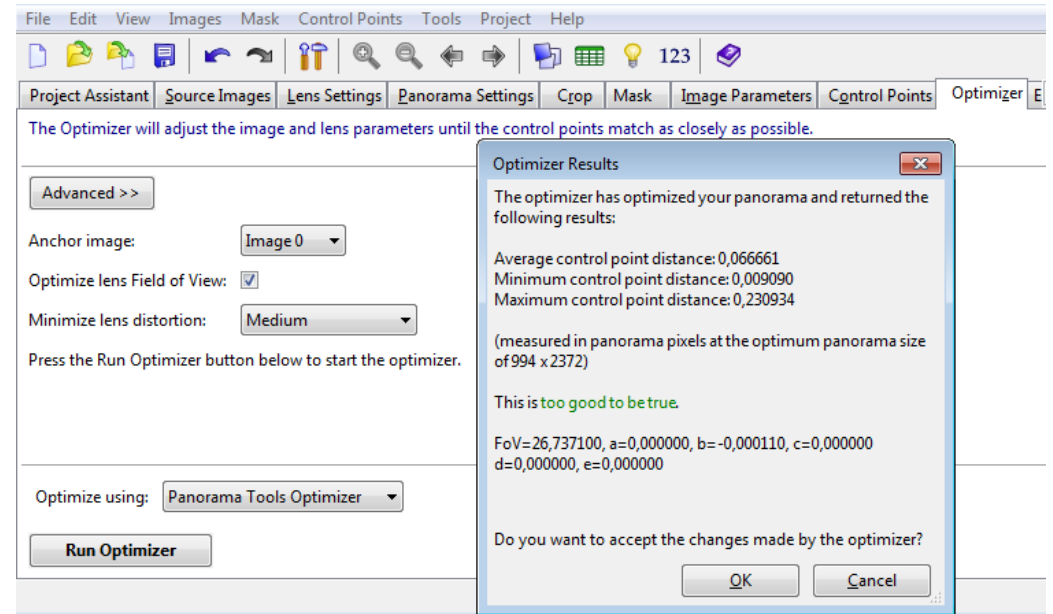


Abbildung 8.6: Erneutes Optimieren

Linie. Bevor ich mich um die jeweils nächste Gerade kümmere, muss im Feld *CP type* eine neue Linie gewählt werden. Vergisst man das, kann nachträglich mit Hilfe der rechten Maustaste in der Liste der Markierungspunkte die korrekte Linie zugewiesen werden. Im Beispiel habe ich zudem noch die stark verzerrte Säule links im Bild mit Kontrollpunkten versehen.

Nun muss erneut optimiert werden (siehe Abbildung 8.6).

Allerdings muss für die Linsenkorrektur *Panorama Tools Optimizer*<sup>1</sup> ausgewählt werden. Falls als Ergebnis *bad* angezeigt wird, ist wahrscheinlich ein Fehler bei der Wahl der Kontrollpunkte passiert. In diesem Fall mit *Cancel* abbrechen und die Kontrollpunkte überprüfen.

Wenn der Optimierer gute Werte finden konnte, mit *OK* bestätigen und das Ergebnis kann wieder im Panorama Editor in grober Auflösung angesehen werden.

Es ist zu erkennen (siehe Abbildung 8.7), dass der tonnenförmigen Verzerrung entge-

<sup>1</sup>Panorama Tools Optimizer ist separat zu installieren!

## 8 PTGui – Helfer bei der Fotonachbearbeitung

gengewirkt wurde, indem das Bild an den Ecken mehr oder weniger stark auseinander gezogen wurde.

Nun kann zur Ansicht *Create Panorama* gewechselt werden, um dort die Daten für die Ausgabe des korrigierten Bildes einzutragen. Da ich das Foto anschließend in Photoshop nachbearbeiten möchte, wähle ich als *File format* nicht das Standardformat *JPEG*, sondern *TIFF* oder *PSD*. Ich möchte die maximale Auflösung des Fotos erhalten und betätige deshalb den Knopf *Set optimum size ...* Nachdem ich auch noch *Output file* nach meinen Wünschen ausgefüllt habe, drücke ich *Create Panorama* und begutachte das Ergebnis.

Heraus kommt ein exakt ausgerichtetes und verzerrungsfreies Foto (siehe Abbildung 8.8).

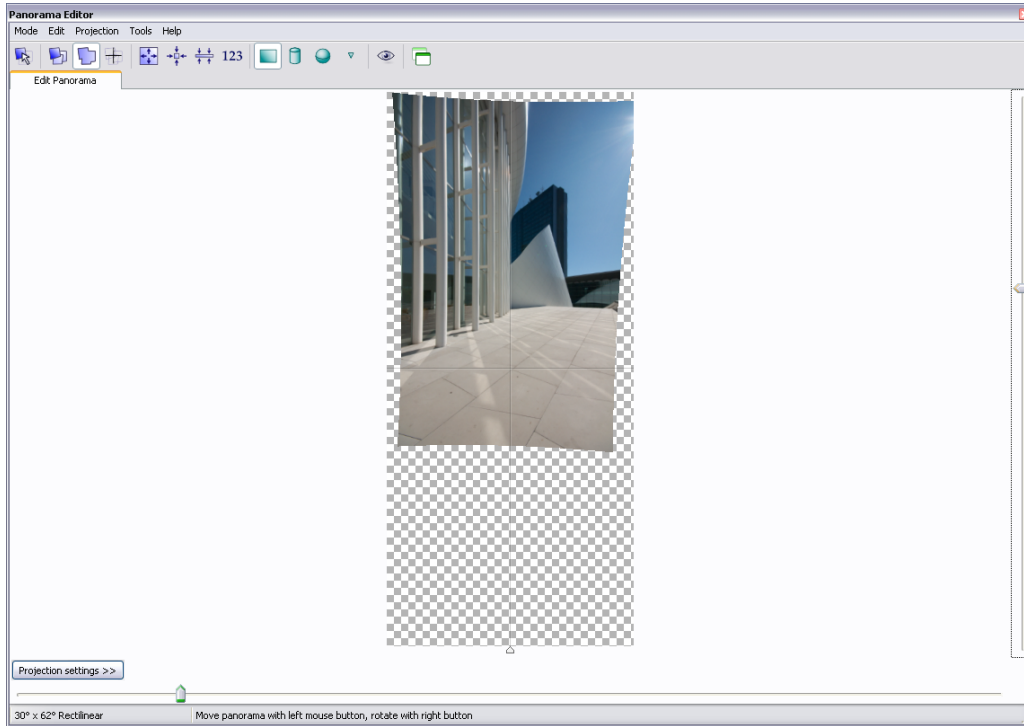


Abbildung 8.7: Korrigiertes Bild im Panorama Editor

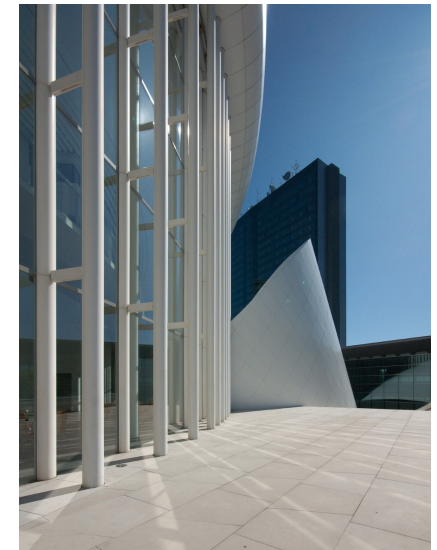


Abbildung 8.8: Korrigiertes Bild



Abbildung 8.9: Stark stürzende Linien

Wir haben nun gesehen, wie man mit wenigen Mausklicks exakt senkrecht ausgerichtete Fotos produzieren kann. Korrigiert man Architekturaufnahmen, welche mit einem starken Weitwinkelobjektiv aufgenommen wurden, fällt das Ergebnis dennoch oft enttäuschend aus. Das Beispiel in Abbildung 8.9 zeigt einen solchen Fall.

Diese italienische Kirche wurde mit einer Brennweite von 15mm (entsprechend 22mm im Kleinbildformat) aufgenommen. Die nach oben gerichtete Kamera hat extrem stürzende, senkrechte Linien zur Folge, welche bei diesem Motiv sehr störend wirken.



Abbildung 8.10: Exakt senkrechte Linien

Nach der vorhin beschriebenen Methode der Korrektur erhält man Abbildung 8.10. Gebäudewände und Laternen stehen nun exakt senkrecht. Dennoch hat man das Gefühl, dass das Kirchengebäude nach oben hin breiter wird. Der obere Teil des Turmes erscheint zudem in die Länge gezogen und verzerrt. Auch dieses Problem lässt sich mit wenigen Mausklicks beheben (siehe Abbildung 8.11).

Die Korrekturen erfolgen im *Panorama Editor*. Ich öffne zunächst den Panorama Editor und aktiviere das Symbol mit dem Fadenkreuz (*Set Center Point*). Der *Center Point* ist jener Punkt, welcher sich während der Aufnahme in Augenhöhe bzw. Höhe der Kamera befand. Als wir vorhin *Control Points* auf die senkrechten Linien gesetzt und anschließend den *Optimizer* aktivierten, wurde dieser Punkt errechnet. Hätte ich meine Kamera schon während der Aufnahme auf diesen Punkt ausgerichtet, wären nie

## 8 PTGui – Helfer bei der Fotonachbearbeitung

stürzende Linien entstanden. Allerdings hätte ich auch nicht die komplette Kirche im Sucher Platz gehabt.

Der Trick besteht nun darin, diesen Punkt so weit senkrecht nach oben zu verschieben, bis das Gebäude nach eigenem Empfinden gerade zu stehen scheint. Es genügt ein Klick auf die senkrechte Linie in der Mitte knapp oberhalb des Schnittpunktes mit der waagrechten Linie. Man muss dabei darauf achten, genau auf die senkrechte Linie zu klicken. Trifft man daneben, rückt das gesamte Bild nach links bzw. rechts.

Um auch noch den unnatürlich gestreckten Kirchturm zu korrigieren, kann das Bild in der Vertikalen ein wenig gestaucht werden. Das funktioniert, indem man im Feld *Vertical compression* einen Wert zwischen 0 und 1 einträgt. Intuitiver lässt sich dasselbe auch mit einem Schieberegler erledigen, nachdem man im Panorama Editor auf *Projection settings* klickt und die *Vertical compression* mit der Maus verändert. Wie wir im nächsten Kapitel sehen werden, kann das Stauchen von nahe am Bildrand befindlichen Objekten auch durch die Wahl einer anderen Projektionsart erreicht werden. Womit man das beste Ergebnis erreicht, hängt von Bildinhalt und der Größe des Aufnahmewinkels ab.

Am Ende gewinnt man ein stimmiges Bild der Kirche (Abbildung 8.12).

Misst man mit dem Winkelmesser, wird man leicht stürzende Linien feststellen. Offenbar braucht das Auge aber diese „falschen“ Winkel, um ein natürlich wirkendes Bild zu erkennen.

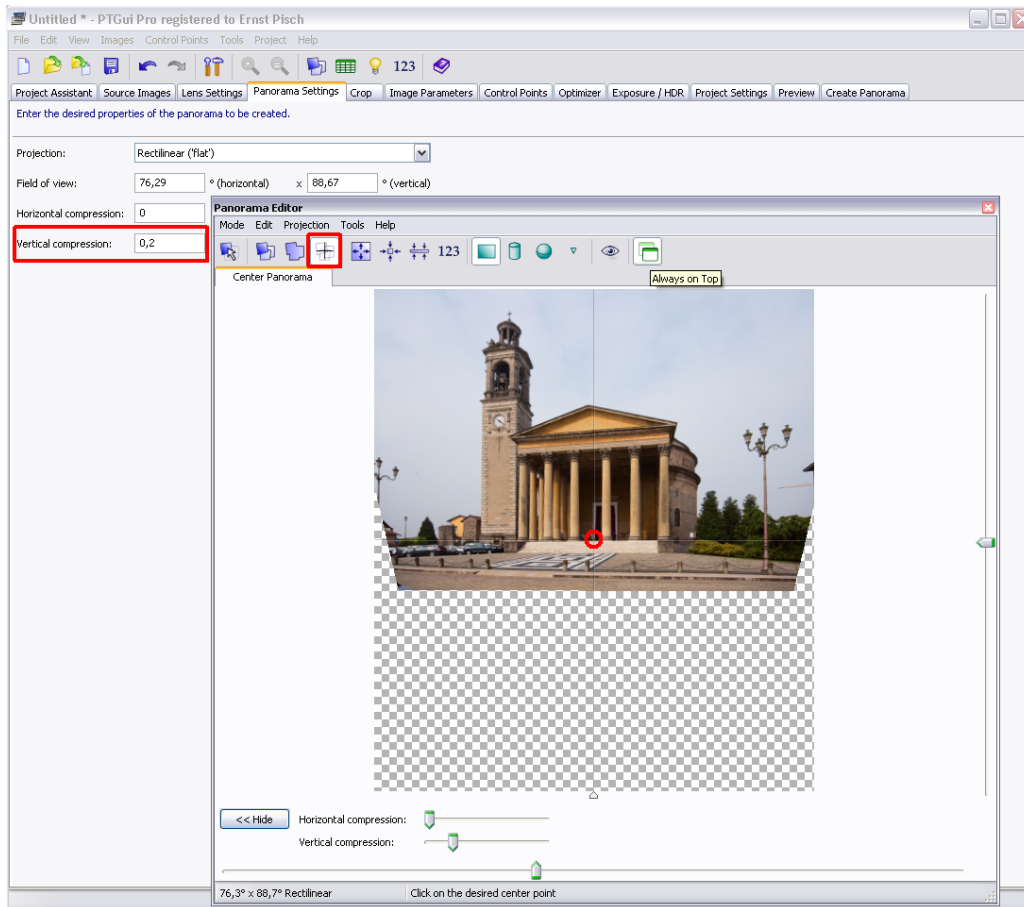


Abbildung 8.11: Setzen des „Center Points“

## Horizontales und vertikales Ausrichten von Aufnahmen

Insbesondere bei Architekturaufnahmen steht man häufig vor dem Problem, dass das gewünschte Objekt nicht exakt frontal aufgenommen werden kann. Ein Gemälde auf einer Hausmauer muss häufig von der Straße aus von tieferer Position aufgenommen werden, da der Zugang auf gleicher Höhe des Bildes auf der anderen Straßenseite nicht möglich ist. Bei verglasten Gebäuden begegnet man dem Problem, dass Fotograf und Kamera als Spiegelbild sichtbar sind, wenn eine Frontalaufnahme durchgeführt wird. Verhindern lässt sich das nur durch eine leicht seitlich versetzte Aufnahme. In beiden Fällen entstehen dabei aber ungewünschte perspektivische Verzerrungen. Rechtecke werden dann als unregelmäßige Vierecke abgebildet. Die Korrektur der senkrechten Linien alleine ist nun nicht mehr ausreichend, es müssen auch die horizontalen Linien korrigiert werden. Auch das erledigt PTGui mit wenigen Mausklicks.

Das folgende Beispiel ist nicht direkt aus der Praxis gegriffen, sondern hier habe ich bewusst eine extreme Verzerrung provoziert, um die Fähigkeiten von PTGui zu demonstrieren. Die Kamera wurde einfach irgendwie schräg in die Duschkabine gehalten und abgedrückt. Zu sehen sind völlig verzerrte Fliesen (Abbildung 8.13).

Mit Hilfe von PTGui werde ich die einzig vollständig sichtbare Fliese auf der linken Wand so zurechtrücken, als ob ich mich bei der Aufnahme genau davor befunden hätte.

Zusätzlich zu den bereits vorhin immer wieder verwendeten *Vertical Lines* setze ich nun auch zwei *Horizontal Lines* (Abbildung 8.14)

Im Optimizer achte ich darauf, dass nur folgende Felder aktiviert sind: *Field of View*, *Yaw*, *Pitch* und *Roll*. Für die Optimierung muss die Methode *Panorama Tools Optimizer*<sup>2</sup> gewählt werden (Abbildung 8.15).<sup>3</sup>

<sup>2</sup>[Panorama Tools Optimizer](#) ist separat zu installieren!

<sup>3</sup>Ich habe mir speziell fürs horizontale und vertikale Ausrichten ein Template erzeugt. Vor dem Abspeichern des Templates habe ich unter *Project Settings - Template behaviour* alles bis auf



Abbildung 8.12: Ergebnis der subjektiven Korrektur



Abbildung 8.13: Verzerrte Fliesen

## 8 PTGui – Helfer bei der Fotonachbearbeitung

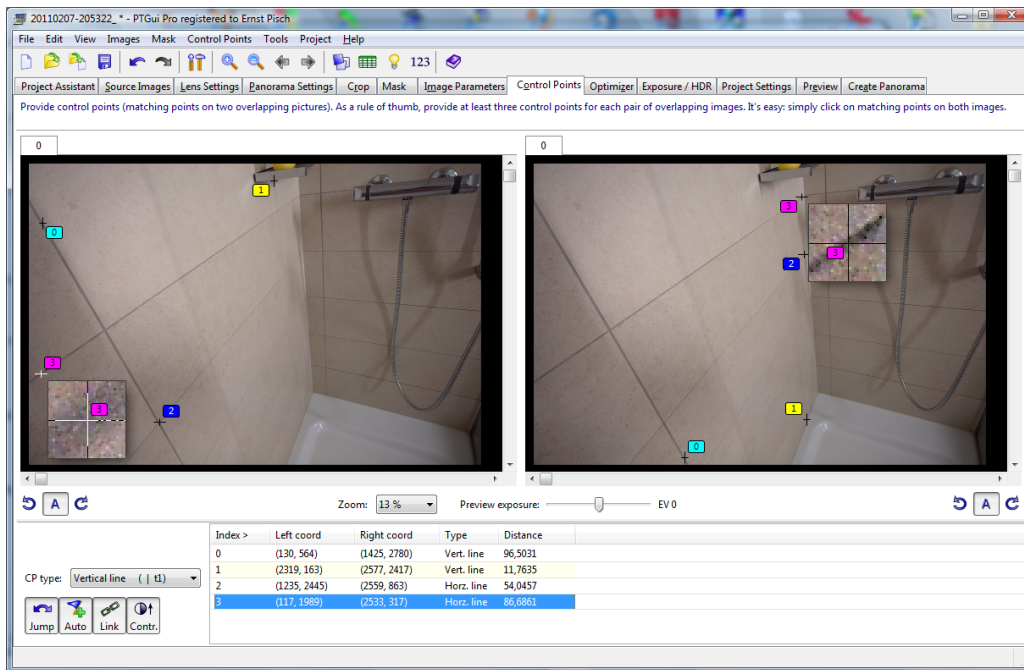


Abbildung 8.14: Horizontale und vertikale Linien setzen

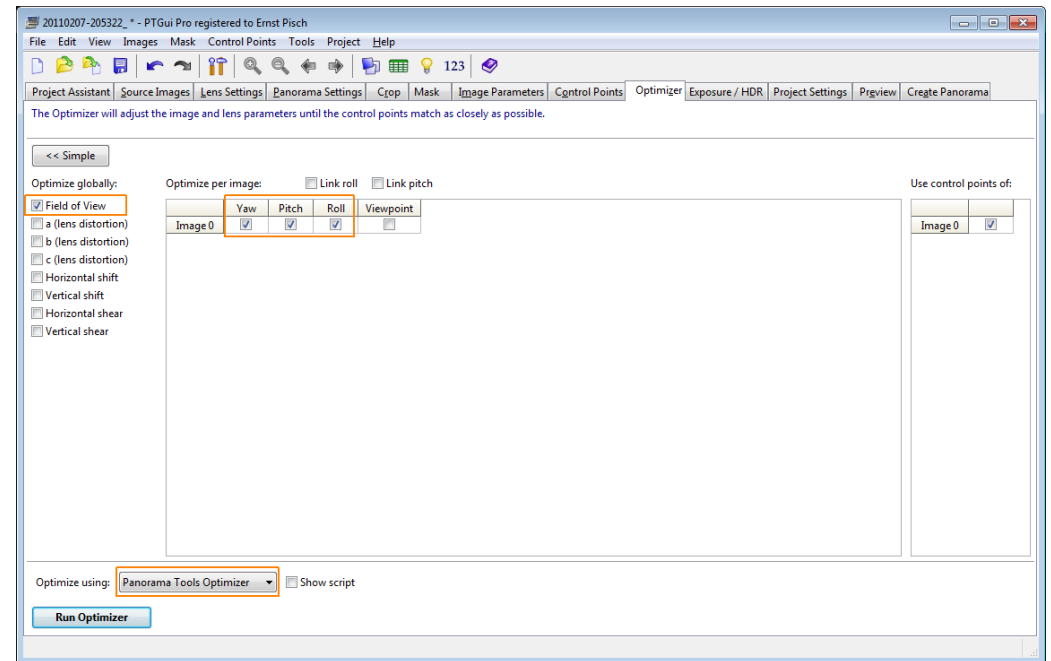


Abbildung 8.15: Korrektur mit Panorama Tools Optimizer

## 8 PTGui – Helfer bei der Fotonachbearbeitung

Jetzt wird wieder *Run Optimizer* gestartet. Der Hinweis auf ein schlechtes Optimierungsergebnis darf hier ignoriert werden. Es kommt immer wieder vor, dass nach der Optimierung bei aktiviertem *Field of View* kein Bild mehr im *Panorama Editor* zu finden ist. In solchen Fällen versuche ich die Optimierung ohne *Field of View*.

Im Panorama Editor sollte nun bereits ein ausgerichtetes Bild zu sehen sein (Abbildung 8.16).

Nach dem Setzen der Begrenzungslinien erzeuge ich die Ausgabedatei. Abbildung 8.17 zeigt den Vergleich zwischen Ausgangsbild und korrigiertem Bild.

Ich finde es verblüffend, wie mit wenigen Mausklicks eine so starke Verzerrung korrigiert werden kann. Man soll sich bei der Aufnahme aber nicht völlig von den Möglichkeiten am Computer leiten lassen. Jede Korrektur am Computer bringt Qualitätsverluste im Bild mit sich. Alle Bildteile, welche gestreckt werden müssen, werden im Endergebnis an Schärfe und Details verlieren. Das ist hier im Beispiel ganz deutlich im rechten Teil des Bildes zu sehen. Die Suche nach dem optimalen Standort ist für eine qualitativ gute Aufnahme unerlässlich.

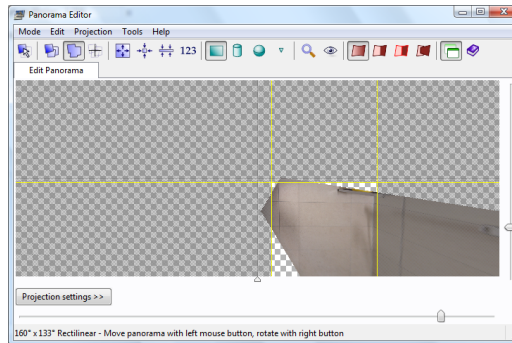


Abbildung 8.16: Korrigiertes Bild im Panorama Editor

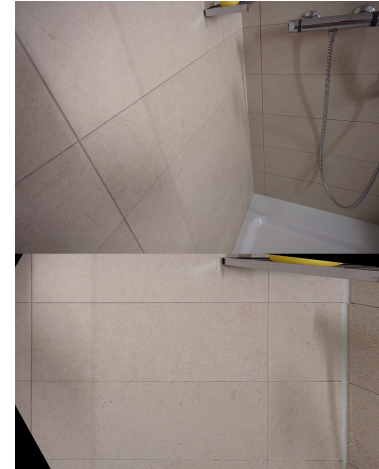


Abbildung 8.17: Vergleich - Ausgangsbild und korrigiertes Bild

---

*Optimizer Settings* deaktiviert. Nun muss ich mir nicht mehr merken, welche Optimizer Einstellungen erforderlich sind.

## Transformation von Projektionsarten (Objektivkorrektur - noch einmal)

Hinter diesem sehr wissenschaftlich klingenden Begriff verbirgt sich eine äußerst praktische Funktion.

Angenommen, das Motiv Ihrer Wahl erfordert entweder ein extremes Weitwinkelobjektiv oder viele Aufnahmen, welche zu einem Panorama „zusammengeflickt“ werden müssten. Das Motiv eignet sich aber nicht dafür, da zu viel Bewegung vorkommt oder Sie einfach nicht die Zeit dafür investieren wollen. Sie haben ein Fisheye-Objektiv dabei, wollen aber hinterher kein Bild mit dem typischen Fisheye-Look.

PTGui ist in der Lage, dieses Problem zu lösen. Machen Sie die Aufnahme mit dem Fisheye-Objektiv und konvertieren Sie das Bild in ein rektilineares Bild. Solange der Bildwinkel nicht allzu groß ist, funktioniert das recht gut.

Dieses Beispiel ist sicher nicht geeignet, um meine Fähigkeiten als Architekturfotograf unter Beweis zu stellen. Aber es zeigt auf spektakuläre Weise die Fähigkeiten von PTGui.

Zwischen mir und dem abzulichtenden Gebäude befand sich nur eine schmale, gerademal zweispurige Straße - hinter meinem Rücken war eine Hauswand.

Die Aufnahme erfolgte mit meinem 8mm Fisheye Objektiv von Walimex (baugleich dem Samyang 8mm Objektiv).

Beim Laden der Bilddatei in PTGui öffnet sich ein Fenster (siehe Abbildung 8.18), da dieses Objektiv keine Daten an die Kamera übermittelt. PTGui kann deshalb nicht feststellen, welche Brennweite das Objektiv hatte. Der mir bekannte Wert wird eingetragen und bestätigt.

Ich öffne den *Panorama Editor* und ändere die Projektion (falls noch nicht so voreingestellt) auf *Rectilinear*. Das Bild zeigt eine extreme Kissenverzerrung (siehe Abbildung 8.19).

Jetzt kommt der wesentliche Punkt - ich hatte mir im Zuge von der Erstellung von Kugelpanoramen die Korrekturdaten dieses Objektivs in der PTGui Lensdatenbank abgespeichert. Diese Werte kommen nun zur Anwendung. Dazu öffne ich die Ansicht *Lens Settings* und drücke auf *Lens database*. Darin wähle ich mein Objektiv und klicke auf *Load from database* (siehe Abbildung 8.20).

Sofort ändert sich die Anzeige im *Panorama Editor*. Die Gerüststangen sind zwar noch nicht senkrecht, aber nicht mehr verbogen (siehe Abbildung 8.21).

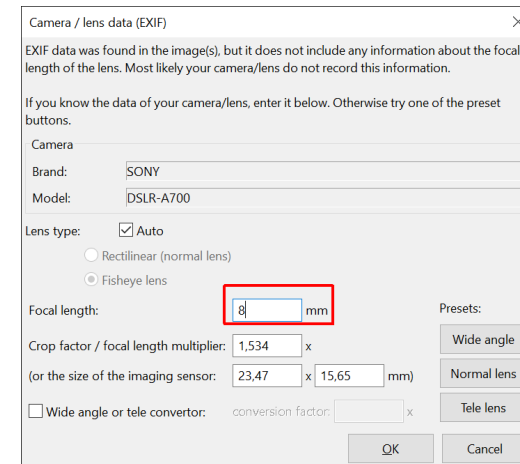


Abbildung 8.18: EXIF-Daten des Objektivs

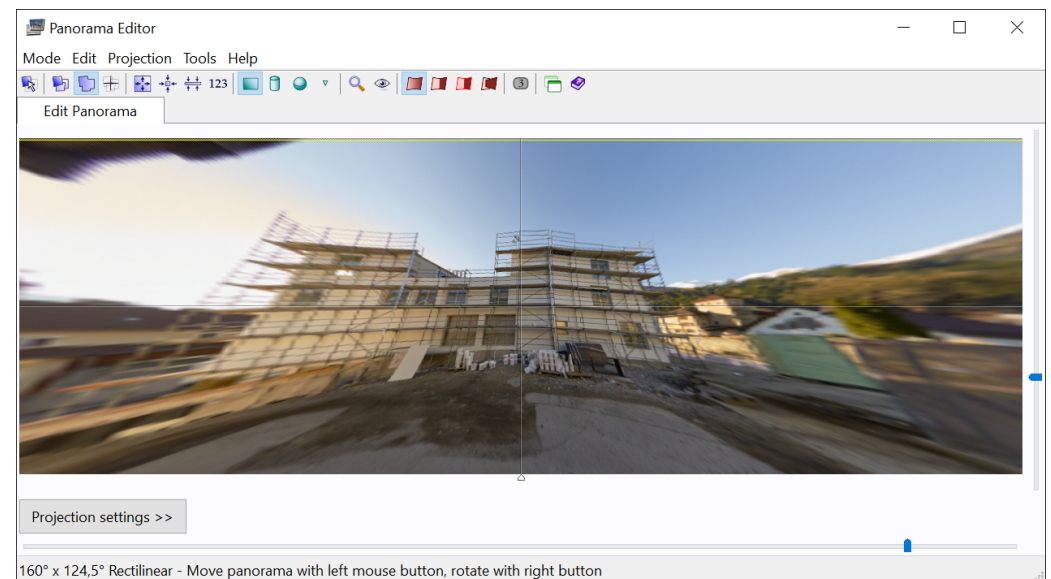


Abbildung 8.19: Verzerrung vor der Bearbeitung

## 8 PTGui – Helfer bei der Fotonachbearbeitung

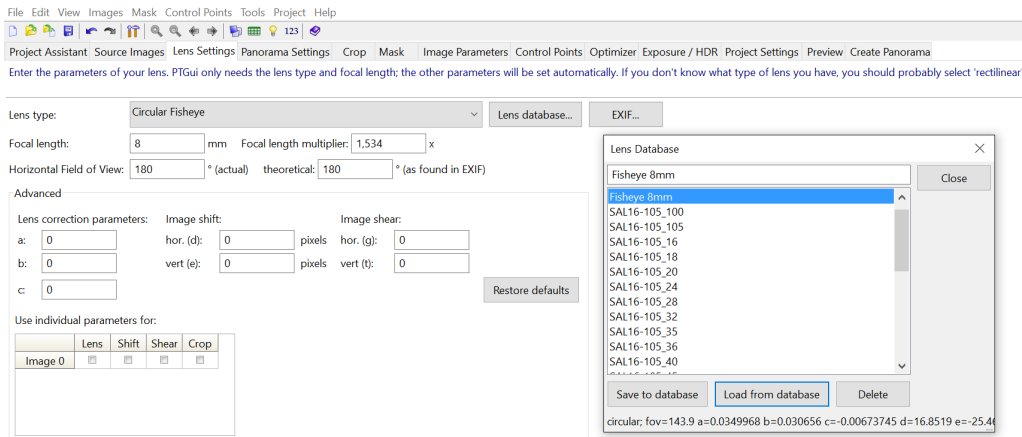


Abbildung 8.20: Objektivkorrektur

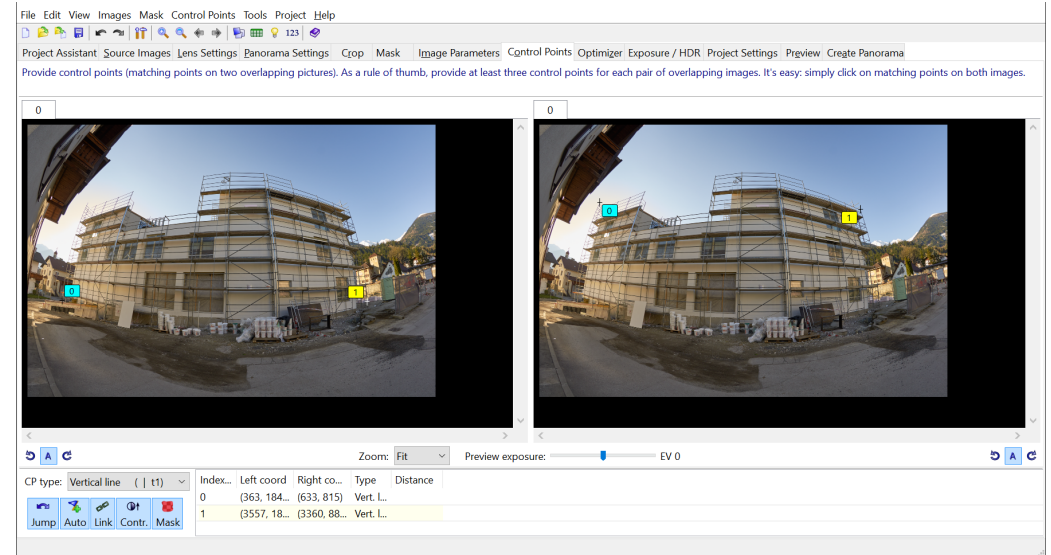


Abbildung 8.22: Setzen von Vertical Lines

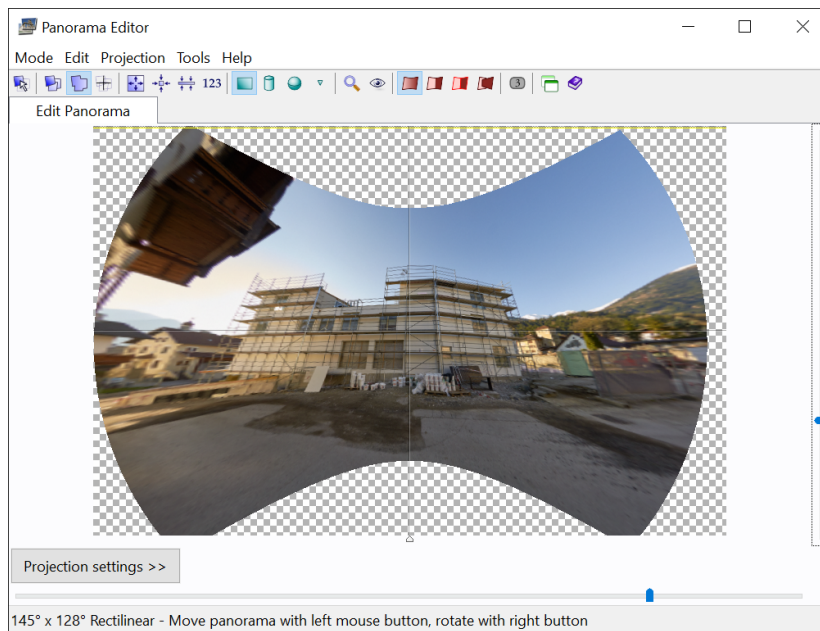


Abbildung 8.21: Nach der Objektivkorrektur

Die stürzenden Linien werden durch Setzen von *Vertical Lines* in der Ansicht *Control Points* gesetzt (siehe Abbildung 8.22) und anschließend wird mittels *Optimizer* optimiert. Jetzt steht das Gebäude senkrecht und man kann die Beschnittlinien im *Panorama Editor* setzen (siehe Abbildung 8.23).

Nachträglich gesehen, hätte ich die Bildqualität noch etwas verbessern können, indem ich die Kamera ein wenig weiter nach links geschwenkt hätte. Dadurch wäre das Gebäude exakter in der Mitte der Aufnahme gelegen und die Verzerrungen am linken Rand wären weniger stark ausgefallen.

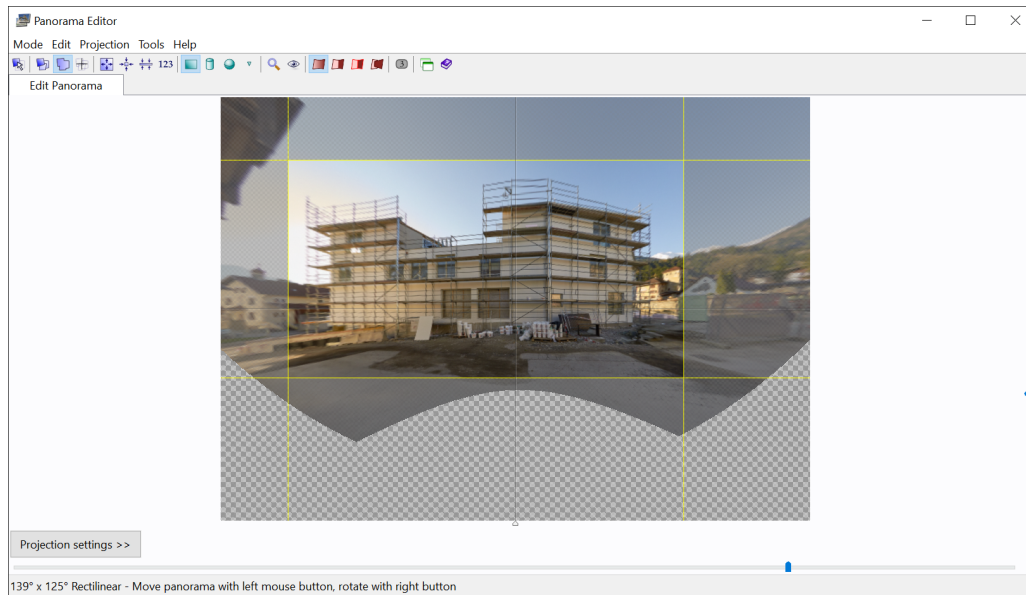


Abbildung 8.23: Beschnitt für fertiges Bild



Abbildung 8.24: Aufnahme einer Hausfassade

## Photogrammetrie


Unter dem Begriff *Photogrammetrie* versteht man Methoden, um aus Photos von Objekten deren Form, Größe und räumliche Lage zu ermitteln. Die Photogrammetrie wird in sehr vielen unterschiedlichen Bereichen eingesetzt. Einige Beispiele sind: Unfallaufnahme, Archäologie, Gebäude- und Landvermessung, Ballistik, Land- und Forstwirtschaft, ...

Ein Spezialfall ist die Vermessung von ebenen Flächen wie zum Beispiel eine Hausfront. Für niedrige Ansprüche reicht vielleicht schon ein mit PTGui entzerrtes Photo für solche Messungen. Zunächst muss das Photo nach der vorhin am Beispiel der Fliese beschriebenen Weise entzerrt werden. Weiters benötigt man eine Referenzlänge im Bild. Kennt man zum Beispiel die Breite eines Gebäudes, lassen sich andere Distanzen im Bild errechnen.

Ich stelle hier eine Methode vor, welche diesen Vorgang ein wenig vereinfacht. Zum Einsatz kommt das kostenlose Programm *IrfanView*. Mit IrfanView können Distanzen in einer Bilddatei gemessen werden.

Das unten abgebildete Haus wurde mit einem Objektiv der Brennweite von 10 mm (entspricht 15 mm bei Kleinbildformat) aufgenommen. Zunächst wird das Photo nach der zuvor beschriebenen Anleitung entzerrt (Abbildung 8.24).

Nun wird das entzerrte Photo mit IrfanView geöffnet und durch Drücken der Taste F12

die Malwerkzeugleiste geöffnet. Die Leiste enthält ein Werkzeug , um Distanzen

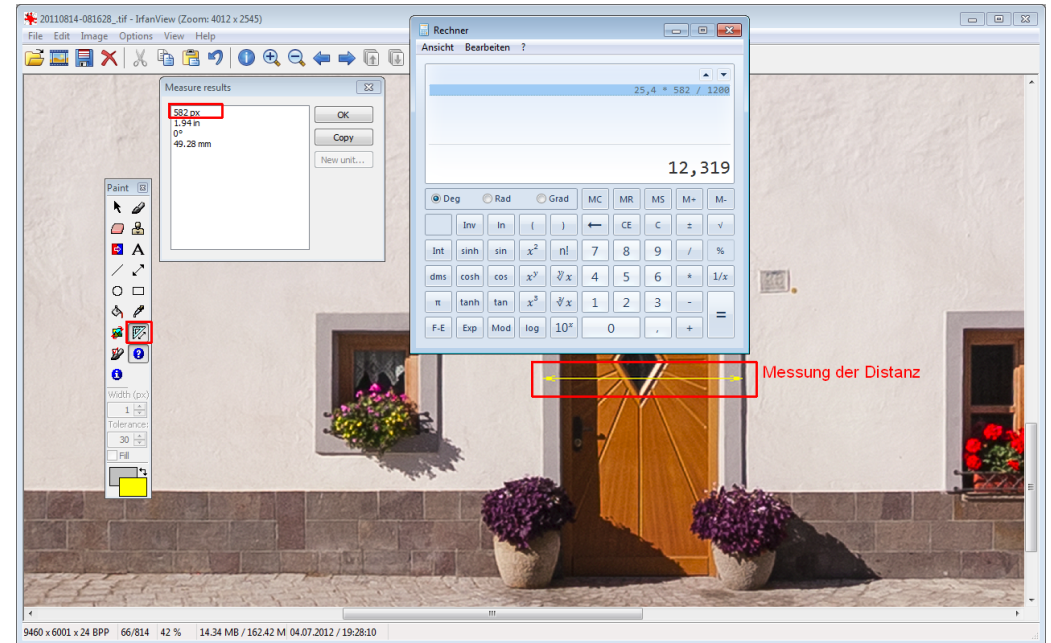


Abbildung 8.25: Distanzmessung mit IrfanView

im Bild zu messen. Die Breite des mit dem gelben Doppelpfeil markierten Türstockes beträgt 1,20 Meter (das ist in diesem Fall nur eine persönliche Schätzung, ich habe sie nicht wirklich gemessen). Mit Hilfe des Messwerkzeuges lasse ich mir die Daten für diese Distanz anzeigen (Abbildung 8.25).

Die Länge dieser Distanz beträgt 582 Pixel. Angezeigt wird eine Länge von 49,28 mm. Nun soll die Auflösung des Photos so angepasst werden, dass die wahre Breite des Türstockes angezeigt wird. Da Bildauflösungen in Pixel pro Zoll (1 Zoll = 25,4 mm) angegeben werden, lautet die Rechnung in diesem Fall:  $\frac{25,4 * 582}{1200} = 12,319$ . Die allgemeine Formel dafür lautet  $\frac{25,4 * \text{Pixelmaß}}{\text{wahre Distanz in Millimeter}}$ . Der Wert muss auf eine ganze Zahl gerundet werden - in unserem Fall 12.<sup>4</sup> Ich öffne dazu den Menüpunkt *Image -> Information* (Abbildung 8.26).

<sup>4</sup>Je weniger Pixel die Referenzlänge enthält, desto ungenauer werden spätere Messungen sein. Hier im Beispiel wäre sinnvoll, die gesamte Hausbreite zu messen und diese als Referenz zu verwenden.

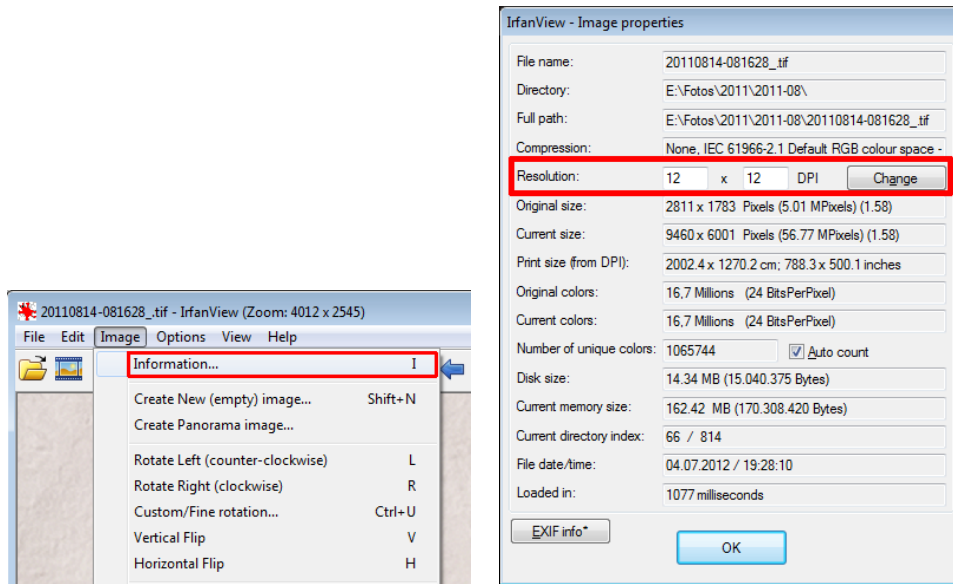


Abbildung 8.26: Anpassung der Bildauflösung in IrfanView

tionsumfang muss man dafür aber mit Preisen von einigen hundert bis mehreren tausend Euro rechnen. Zudem muss darauf geachtet werden, dass die Messungen nur für genau jene Ebene stimmen, in der sich das Referenzobjekt mit der bekannten Länge befindet. In meinem Beispiel würde eine Messung beim vorspringenden Dach völlig falsche Werte liefern!

Der errechnete Wert für die Auflösung wird nun in der Zeile *Resolution* in beide Felder eingetragen und anschließend der Knopf *Change* gedrückt. Jetzt werden die Werte mit dem Messlineal korrekt angegeben. Zwar leider immer nur in Millimeter - aber immerhin.

Bei der Anwendung muss man immer folgende Einschränkungen im Hinterkopf behalten: Die Messgenauigkeit hängt direkt von Bildauflösung und der Güte der Entzerrung ab. Für professionelle Anwendungen wird das hier vorgestellte Verfahren sicher nicht reichen. Es gibt am Markt spezialisierte Software, welche auch hohen Genauigkeitsansprüchen gerecht wird. Je nach Funk-

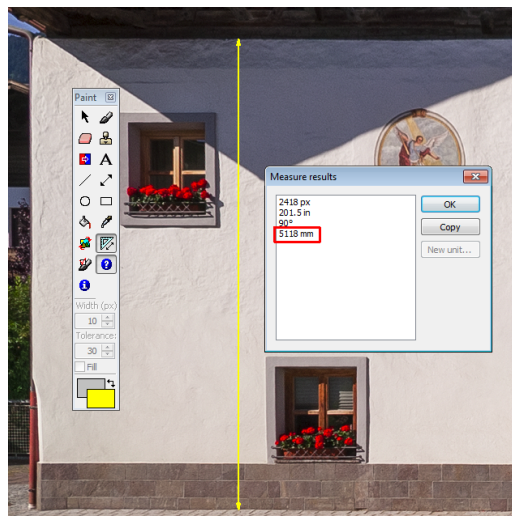


Abbildung 8.27: Messung weiterer Distanzen



Abbildung 8.28: Gruppenfoto

## Korrektur von Verzerrungen bei Weitwinkelaufnahmen

Extreme Weitwinkelaufnahmen haben die Eigenschaft, dass Objekte, welche sich an den Bildrändern befinden, verzerrt werden. Dies ist bedingt durch die *rektilineare* Projektionsart (mehr dazu siehe in Kapitel 2 auf Seite 6) der üblicherweise verwendeten Objektiven. Jede Projektionsart erzeugt unterschiedliche Verzerrungen des Bildes, welche bei großen Bildwinkeln in Erscheinung treten.

Hier möchte ich die *zylindrische* Projektion verwenden, um Personen einer Gruppenaufnahme, welche sich am Bildrand befanden, zu gewohntem Aussehen zu verhelfen.

Das unbearbeitete Foto unseres (mittlerweile ehemaligen) Gemeinderates zeigt Abbildung 8.28.

Aufgrund der beengten Verhältnisse, wurde die Aufnahme mit einem 18mm-Weitwinkelobjektiv (entspricht 27mm bei Kleinbildformat) durchgeführt. Um die Beine der

Personen nicht abzuschneiden wurde die Kamera leicht nach unten geschwenkt, was alle senkrechten Linien nach unten zusammenlaufen lässt. Durch den großen Winkel werden Personen an den Bildrändern in die Breite gezogen. Stark fällt dies beim an sich schlanken Herrn am linken Rand auf (Abbildung 8.29). Kopf und Schultern werden unnatürlich nach links oben in die Breite gezogen.

Mit Hilfe von PTGui sollen diese Mängel nun beseitigt werden. Dazu wird die Bilddatei mit PTGui geöffnet und der *Advanced-Modus* aktiviert. In der Ansicht *Panorama Settings* - siehe Abbildung 8.30 - wird die Projektionsart von *Rectilinear ('flat')* geändert auf *Cylindrical (for wide angle panoramas)*. Im Panorama Editor kann man beobachten, dass das ursprünglich exakt rechteckige Bild „bauchig“ wird. Statur und Gesicht des Herrn am linken Rand werden normalisiert. Der Preis dafür ist, dass waagrechte Linien nun gekrümmt wurden. Durch Beschneiden des Fotos wird man diese störenden Bildteile aber recht gut beseitigen können. Je nach Größe des Aufnahmewinkels und Motiv, lohnt es sich auch, andere Projektionsarten wie z.B. *Mercator*, *Vedutismo* oder *Equirectangular* auszuprobieren, um ein ungewohntes Aussehen zu eliminieren.



Abbildung 8.29: Verzerrungen am Bildrand

Weiters möchte ich nun auch noch die stürzenden, senkrechten Linien mit der vorhin beschriebenen Methode korrigieren. Also: Wechseln zur Ansicht *Control Points*, 2 senkrechte Linien am linken und rechten Rand suchen und diese jeweils als *Vertical line* markieren. Anschließend zum *Optimizer* wechseln, *Run Optimizer* betätigen und das Ergebnis im *Panorama Editor* begutachten.

Nachdem das Bild mit *Create Panorama* abgespeichert wurde, muss es nur noch beschnitten werden. Am Ende erhält man ein Foto, worauf alle abgebildeten Personen in gewohnten Proportionen zu sehen sind (Abbildung 8.31).

Die zylindrische Projektion eignet sich, solange der Aufnahmewinkel in der Senkrechten nicht allzu groß wird. Das ist aber fast immer gegeben, wenn es sich um eine einzelne Aufnahme handelt. Werden viele Aufnahmen zu einem Panorama zusammengesetzt, ändern sich die Gegebenheiten und eine flächige Darstellung des gesamten Panoramas ohne Verzerrungen wird unmöglich.

## 8 PTGui – Helfer bei der Fotonachbearbeitung

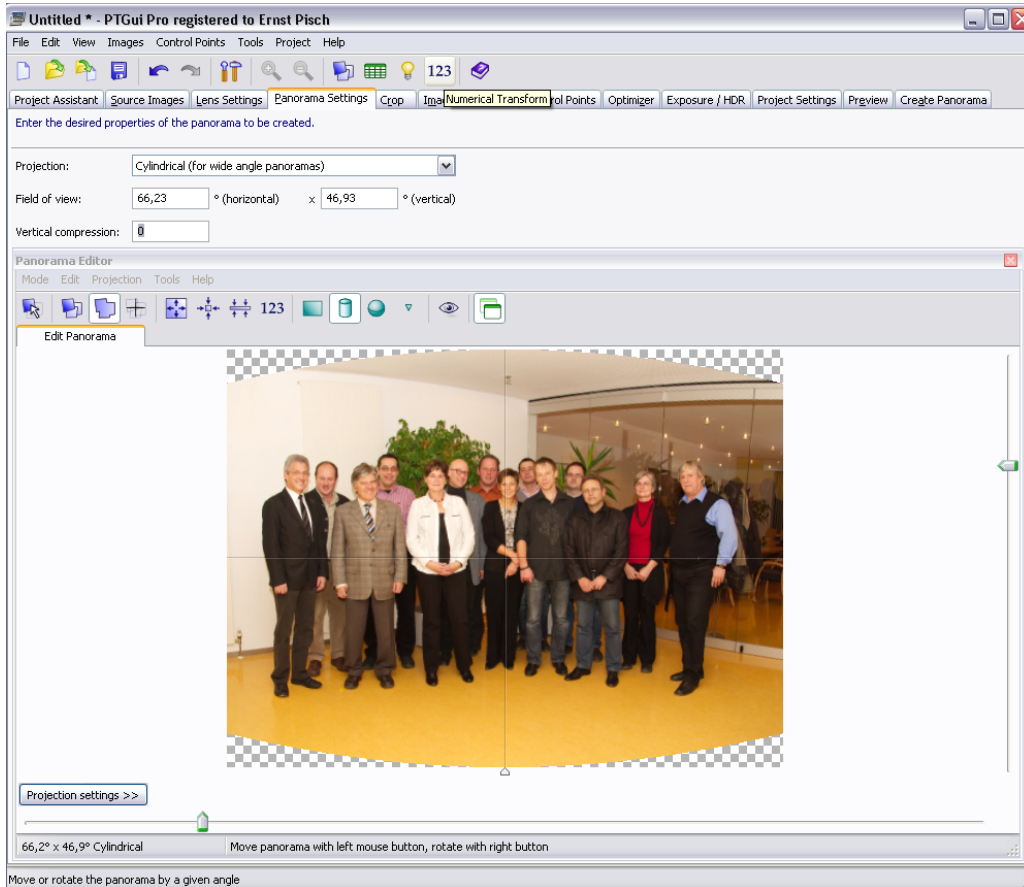


Abbildung 8.30: Änderung der Projektionsart



Abbildung 8.31: Korrigiertes Gruppenfoto