

# Wiki Loves Monuments

## How-to: Panoramafotografie

von [Jan Totzek](#)

Redaktion: [Katharina Frier-Obad](#)

### Inhalt

1. Panoramafotografie: Grundlagen
2. Die Drehung der Kamera auf dem Stativ
3. Geeignete Objektive
4. Eigenschaften und Einstellungen der Kamera
5. Bilder übertragen, entwickeln und exportieren
6. Stitching
7. Bildbearbeitung
8. Hochladen

### 1. Panoramafotografie: Grundlagen

Ein Panoramafoto erlaubt einen vollständigen Rundblick. Dein Ziel ist es deshalb, den gesamten die Kamera umgebenden Raum abzubilden – also 360 Grad in der Horizontalen und 180 Grad in der Vertikalen. Umgangssprachlich wird meist von einem 360-Grad-Panorama gesprochen.

#### **Zusammengesetzte Einzelfotos**

Zum Aufnehmen von Panoramafotos gibt es unterschiedliche Techniken.

Sehr gebräuchlich ist das Zusammenfügen von mehreren Einzelbildern, das sogenannte Stitching (engl. to stitch – nähen, heften). Dabei analysiert eine Software die Einzelbilder und findet Elemente, die mehrfach auftauchen. Daraus erzeugt die Software Kontrollpunkte und richtet die Einzelbilder anhand dieser Punkte aus.

#### **Überlappung und der NPP**

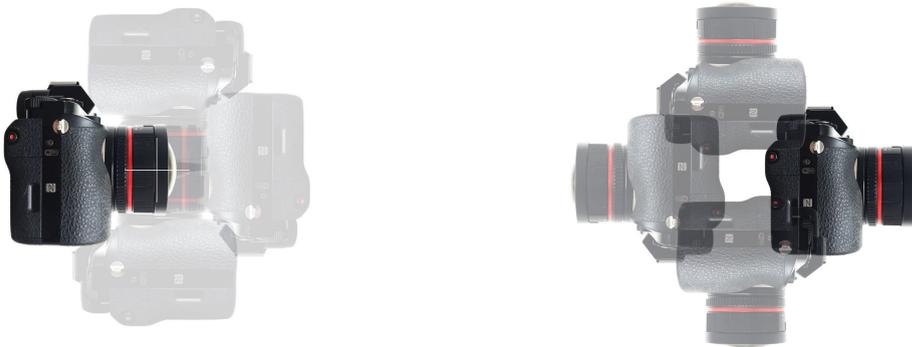
Damit ein Objekt in mehreren Bildern auftaucht, müssen sich die Bilder überlappen. Wie groß die Überlappung sein sollte, kann variieren und hängt auch vom Motiv ab. 20-30 Prozent Überlappung ist ein guter Richtwert. Das Zusammenfügen der Bilder funktioniert nur fehlerfrei, wenn es keine Unterschiede zwischen den Einzelbildern gibt. Dazu muss die Kamera um einen bestimmten Drehpunkt herumschwenken. Andernfalls kommt es zu sogenannten [Parallaxenfehlern](https://de.wikipedia.org/wiki/Parallaxenfehler) [https://de.wikipedia.org/wiki/Parallaxenfehler]. Der

Drehpunkt, um den die Kamera für das Abfotografieren des Raumes gedreht wird, muss dabei identisch sein mit der Lage der Eintrittspupille [<https://de.wikipedia.org/wiki/Eintrittspupille>] des verwendeten Objektivs. Das ist ein wichtiger Zusammenhang – denn nur mit perfekt ausgerichteter Kamera können fehlerfreie Panoramen gelingen. Das gilt insbesondere für Innenräume, in denen Gegenstände nah an der Kamera aufgenommen werden und andere Objekte weiter entfernt sind. Das Problem ergibt sich aus den unterschiedlichen Entfernungen, insbesondere bei sehr nahen Gegenständen. Neben dem Begriff Eintrittspupille ist auch der No-Parallax-Point gebräuchlich, kurz NPP.

#### **Gut zu wissen: Nodalpunkt**

Oft ist auch vom Nodalpunkt die Rede, auf den der Drehpunkt ausgerichtet wird. Der Begriff ist nicht ganz korrekt, hat sich aber umgangssprachlich gehalten, insbesondere in der Bezeichnung „Nodalpunktadapter“ – dazu unten mehr.

Für manche Techniken (Stereofotografie, Fotogrammetrie) wird die Parallaxe ganz gezielt genutzt, um Räume zu vermessen beziehungsweise eine optische Tiefenwirkung zu erzielen. Für Einsteiger\*innen gilt es aber, die Drehung möglichst exakt an der Lage der Eintrittspupille auszurichten.



Es ist wichtig, dieses Prinzip und die Bedeutung des NPP zu verstehen. Es ist dann auch einleuchtend, warum es so schwer ist, eine Oneshot-Panoramakamera zu bauen, also eine Kamera, die alle benötigten Bilder zugleich aufnimmt – und warum wir uns die ganze Mühe überhaupt machen. ☺

#### **Exkurs: Optical Flow**

Es gibt mittlerweile Stitchingsoftware, die mit der sogenannten Optical-Flow-Technik arbeitet. Damit lassen sich Parallaxenprobleme stellenweise sehr gut lösen. Es kann durchaus sein, dass die exakte Ausrichtung auf den NPP in sehr naher Zukunft technisch nicht mehr notwendig sein wird. Trotzdem ist es von Vorteil, auch ohne diese Hilfe zu einem guten Ergebnis zu kommen und das Prinzip zu verstehen. Mit diesem Grundwissen werden technische Hilfen dann umso wirksamer.

#### **Bewegte Objekte im Bild**

Zwischen dem Aufnehmen der Einzelbilder für ein Panorama vergeht zwangsläufig etwas

Zeit, schließlich muss die Kamera schrittweise gedreht werden. In dieser Zeit kann sich das Licht verändern, es können Personen durch das Bild laufen oder Vorhänge im Wind bewegen. Wenn irgendwie möglich, solltest du diese Faktoren unterbinden. Es kann nämlich passieren, dass die Stitchingsoftware Kontrollpunkte auf Objekten findet, die sich von einem Bild zum nächsten bewegt haben. Damit wird die gesamte Geometrie gestört, es kommt zu Stitchingfehlern. Dein Ziel ist es daher, die Einzelbilder zügig aufzunehmen.

### **Überlappung der Einzelbilder**

Die Überlappung ist wichtig, damit die Stitchingsoftware genügend gute Kontrollpunkte erzeugen kann. In einem Innenraum mit vielen formenreichen Oberflächen gibt es dabei weniger Probleme als in Räumen, die sehr schlicht sind. Denn die Software findet auf neutralen Flächen nur schwer Punkte, die sie auf mehreren Bildern eindeutig zuordnen kann. Beispiele dafür sind weiße Wände, Kacheln oder Fliesen. Dieses Problem tritt besonders häufig bei einer langen Brennweite auf, wenn also ein kleiner Bildausschnitt erzeugt wird. Deshalb ist es hilfreich, ein möglichst weitwinkliges Objektiv zu verwenden, das neben der weißen Wand auch noch andere Objekte mit mehr erkennbaren Bildinformationen für die Kontrollpunkterzeugung der Software aufnimmt. Ebenso kann es helfen, in solchen Räumen kleinere Schritte bei der Drehung zu wählen, um mehr Überlappung in den Einzelbildern zu haben.

## **2. Die Drehung der Kamera auf dem Stativ**

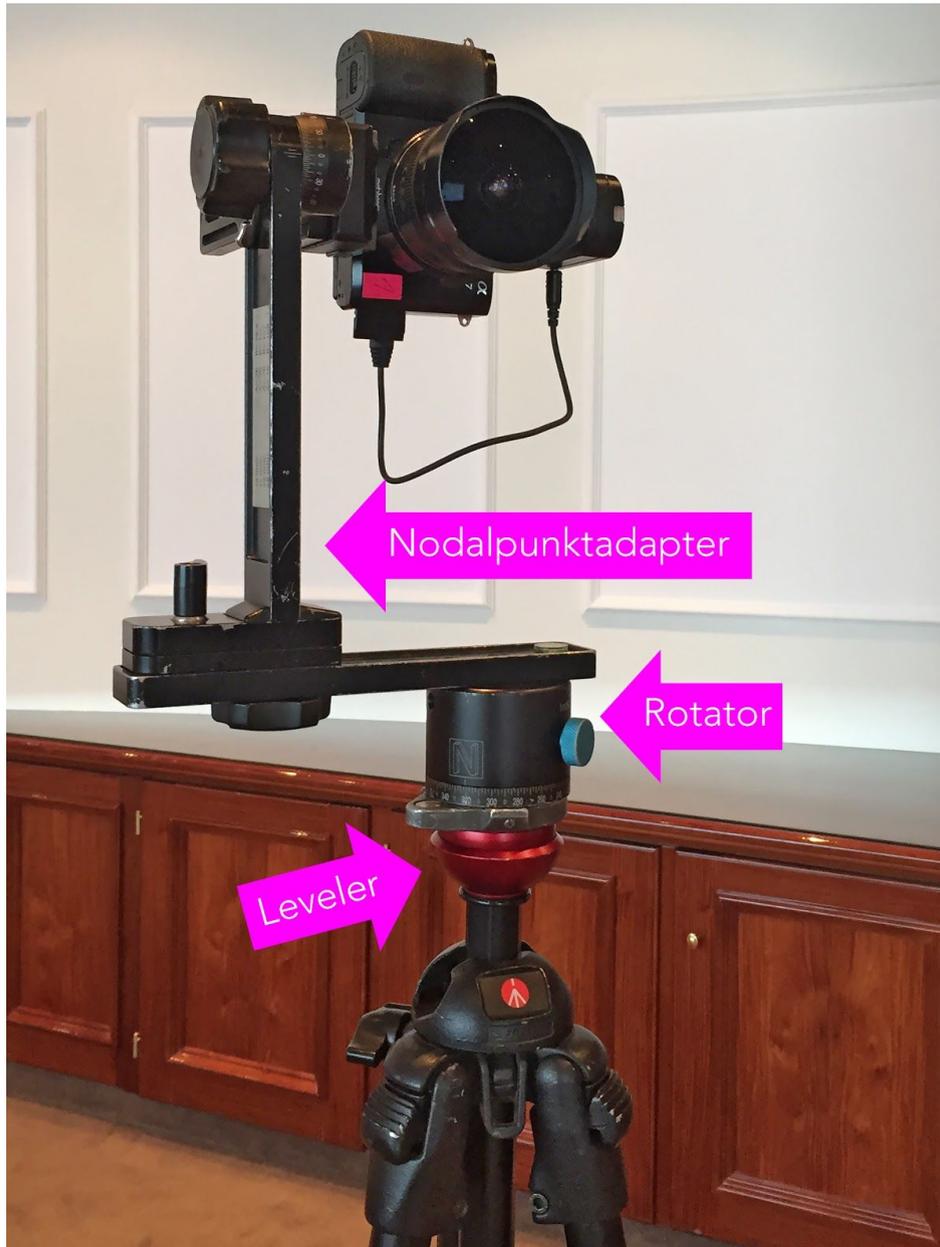
### **Den NPP finden**

Das Objektiv deiner Kamera soll sich also um den NPP drehen. Dazu musst du den NPP ermitteln. Dafür gibt es bereits viele Anleitungen. [Eine gute findest du hier.](https://de.wikipedia.org/wiki/Knotenpunkt_(Fotografie))  
[\[https://de.wikipedia.org/wiki/Knotenpunkt\\_\(Fotografie\)\]](https://de.wikipedia.org/wiki/Knotenpunkt_(Fotografie))

### **Die Kamera ausrichten**

Um die Kamera für die richtige Drehung entsprechend auszurichten, benötigst du außerdem die passende Hardware, nämlich einen Nodalpunktadapter. Das ist ein Stativkopf, der zum Einstellen der Kamera beziehungsweise der Linse auf den korrekten Drehpunkt genutzt wird.

Die Voraussetzungen dafür sind ein stabiles Stativ und die waagerechte Ausrichtung des Nodalpunktadapters mithilfe eines Levellers oder Kugelkopfs. Ein Hilfsmittel zum Ausrichten ist die oft eingebaute sogenannte Libelle, die nach dem Prinzip der Wasserwaage funktioniert. Nachjustieren kannst du später in der Software, die Ausrichtung sollte aber schon bei der Aufnahme so gerade wie möglich sein.



### **Lens Bracket**

Ein Lens Bracket ist eine Möglichkeit neben mehreren, das Objektiv zu justieren. Lens Brackets (engl. bracket – Klammer), zum Beispiel von Nodal Ninja, sind kompakte Köpfe, die direkt am Objektiv befestigt werden. Sie können nur so angebracht werden, dass das Objektiv direkt am NPP ausgerichtet ist, die Drehung erfolgt automatisch immer um den NPP. Damit unterlaufen dir beim Shooting weniger Fehler.

Da Lens Brackets meist nur in einer Achse geschwenkt werden können, müssen also Objektive verwendet werden, die mindestens 180 Grad in der Vertikalen auf dem Sensor der Kamera abbilden. Es sind viele hochwertige und dabei kostengünstige Fisheye-Objektive auf dem Markt, die sich bestens für diese Technik eignen. Einsteiger\*innen können mit dieser Art Panoramakopf eine von vielen möglichen Fehlerquellen minimieren – auch deshalb ist ein Lens Bracket für den Anfang meine klare Empfehlung.

Außerdem gibt es auch noch Panoramaköpfe, die nicht am Objektiv befestigt werden, sondern an der Kamera. Die deutsche Firma PT4Pano ist auf diese Art der Panoramaköpfe spezialisiert und produziert sehr hochwertige, aber durchdachte und einfache Produkte.



### Der Rotator

Der Rotator ermöglicht es, die Kamera in vordefinierten Schritten zu drehen. Dafür rastet die Vorrichtung beim Drehen in definierten Positionen ein, zum Beispiel bei 90 oder 60 Grad – je nachdem, was du für dein gewähltes Objektiv benötigst. Der Rotator befindet sich über dem Leveller und wird meist im Set mit dem Nodalpunktadapter verkauft.

### Option: Multirow-Panoramakopf

Wenn du mit unterschiedlichen Kameras und Objektiven arbeiten möchtest, kannst du mit einem Multirow-Panoramakopf alle möglichen Einstellungen vornehmen. Der Multirow-Panoramakopf kann in mehreren Achsen so justiert werden, dass sich die Kamera beziehungsweise die Linse immer um den NPP dreht. Solche Multirow-Köpfe haben Skalen, die es ermöglichen, einmal erfolgte Einstellungen zu wiederholen.



### 3. Geeignete Objektive

Aus den Anforderungen an die Einzelbilder ergeben sich auch die Anforderungen an das passende Objektiv. Zwar werden Panoramafotos auch mit Objektiven mit einer langen Brennweite gemacht, hier ist aber der Aufwand höher und es gibt mehr Fehlerquellen. Für den Anfang empfehle ich deshalb sehr weitwinklige Objektive. Für Einsteiger\*innen eignen sich Fisheye-Objektive gut. Sie haben die folgenden Vorteile: Es ergibt sich viel Überschneidung der Einzelbilder, auf den Bildern viel Struktur für die Kontrollpunkterzeugung und du benötigst insgesamt weniger Aufnahmen. Die Auflösung des finalen Panoramas wird dann weniger über eine hohe Zahl an Einzelbildern generiert, sondern über die Auflösung der Kamera.

#### **Gut zu wissen: Verzerrung durch Fisheye**

Fisheye-Objektive produzieren zwar extrem verzerrte Bilder, das ist für dich aber kein Problem, weil die Einzelbilder in der Stitchingsoftware ohnehin entzerrt und für das finale Panorama in eine andere Projektion umgewandelt werden. Ein weiterer Vorteil von Fisheye-Objektiven ist die Schärfentiefe. Wenn du einmal eine funktionierende Einstellung für Blende und Fokus gefunden hast, musst du für die meisten Motive am Objektiv kaum noch Einstellungen vornehmen. So kannst du auch Objektive nutzen, die komplett manuell einzustellen sind. Der Autofokus spielt kaum eine Rolle.

#### **Abbildungsqualität**

Viel wichtiger als die Verzerrung ist die Bildschärfe. Einige Objektive tendieren dazu, zum Rand hin unscharf abzubilden. Das Problem: Ein einmal unscharf aufgenommenes Bild lässt sich nachträglich nicht mehr scharfrechnen. Wenn du ein Objektiv kaufst, solltest du außerdem darauf achten, ob Farbsäume an Hell-/Dunkel-Kanten entstehen. Diese sogenannten chromatischen Aberrationen lassen sich zwar im späteren Verlauf ganz gut entfernen, du kannst sie mit einer guten Linse aber auch von vornherein vermeiden. Grundsätzlich empfehle ich, das Objektiv sorgfältig auszuwählen und nicht zu sparen, weil dich das Objektiv vermutlich länger begleitet als die Kamera – die technische Entwicklung bei Kameras geht schneller als bei den Objektiven.

### **Der Bildkreis**

Je nach Bildwinkel und Größe des Sensors wird entweder der ganze Sensor belichtet oder nur ein Teil. Eine einfache und deshalb hier beste Lösung ist das Porträt-Fisheye, das bei der Aufnahme im Hochformat mindestens 180 Grad in der Vertikalen abbildet und dabei den Sensor in dieser Achse möglichst weit ausfüllt. Mit einem Porträt-Fisheye brauchst Du nur vier Aufnahmen, um ein vollsphärisches Panorama aufzunehmen.



### **Infobox: Fullframe Fisheye**

Wenn du eine etwas höhere Auflösung erreichen willst, kannst du auch ein Fullframe Fisheye verwenden. Diese Objektive bilden ebenfalls um die 180 Grad ab, allerdings in der Diagonalen. Das bedeutet, dass oben und unten im Bild Löcher bleiben, wenn du die Kamera im Hochformat nutzt, da hier nicht mit aufgenommen wird. Dazu später noch mehr.

## 4. Eigenschaften und Einstellungen der Kamera

### **Eine gute Kamera für deinen Zweck hat folgende Eigenschaften:**

- Es gibt passende Objektive für das gewählte System.
- Der Sensor ist nicht zu klein, am besten Vollformat (für weniger Bildrauschen auch in dunkleren Umgebungen).
- Es gibt passendes Zubehör, zum Beispiel Draht- oder Funkauslöser.
- Die Kamera kann vollständig manuell gesteuert werden.
- Die Kamera kann Bilder im RAW-Format aufnehmen.
- Die Kamera hat eine Bracketing-Funktion.

Gerade bei Innenaufnahmen in dunklen Gebäuden wie Kirchen, Ruinen und Ähnlichem ist es sinnvoll, einen Drahtauslöser zu nutzen, um die kleinen Erschütterungen beim Auslösen zu vermeiden. Wenn du mit einem größeren Stativ fotografieren oder aus der Entfernung auslösen möchtest, brauchst du einen Funkauslöser. Es kann aber nicht schaden, immer auch einen Drahtauslöser dabeizuhaben. Funkauslöser können auch mal defekt sein – oder eine leere Batterie haben.

### **Kameraeinstellungen**

Das Objektiv sollte auf den größtmöglichen Schärfebereich eingestellt sein. Um zwischen den Einzelbildern möglichst geringe Abweichungen in Farbe und Belichtung zu erhalten, stelle folgende Einstellungen manuell ein und behalte sie für alle Einzelbilder eines Panoramas bei:

- ISO (möglichst klein)
- Blende
- Belichtungszeit
- Weißabgleich

Der Weißabgleich kann bei der Aufnahme von RAW-Bildern auch vernachlässigt werden, weil alle Farbinformationen im Bild enthalten bleiben. Auch RAW-Bilder, die mit automatischem Weißabgleich aufgenommen wurden, können später noch korrekt eingestellt werden.

### **Belichtungsreihen**

Im Innenraum triffst du häufig extreme Lichtsituationen an: dunkle Schatten in den Ecken und helle Lichter in den Fenstern. RAW-Bilder sind ein guter Anfang, reichen aber häufig nicht aus. Hier kann die Funktion der automatischen Belichtungsreihe helfen. Dazu stellst du die Kamera auf eine gute mittlere Belichtung ein und nimmst dann mithilfe der Bracketing-Funktion automatisch auch über- und unterbelichtete Bilder auf. Im späteren Verlauf der Bildbearbeitung werden die unterschiedlichen Belichtungen zu HDR-Bildern verrechnet oder mit Exposure Fusion ineinandergeblendet. Auf diese Weise erhältst du in

allen Bildbereichen Zeichnung, wenn der Sensor mit krassen Hell-Dunkel-Unterschieden überfordert ist.

#### **Tipp: Ordnerstruktur**

Für jedes Bildset – also die Aufnahmen für jedes einzelne Panorama – erstelle ich über die Kamerafunktionen einen Ordner. Häufig nimmt man mehrere Panoramen in derselben Location auf und verschiebt den Standpunkt nur ein wenig. Dann hilft es beim späteren Sortieren, bereits Ordner angelegt zu haben, vor allem dann, wenn die Panoramen unterschiedlich viele Bilder haben. Das kommt vor, wenn eine Person durchs Bild läuft und man eine Aufnahme wiederholen muss, wenn man aus welchen Gründen auch immer einen Panoramashuss abbricht – oder weil man sich schlicht bei der Aufnahme verzählt hat.

#### **Ablauf der Belichtungen**

Der Standort ist gefunden, alle störenden Elemente sind entfernt, das Stativ ist an seinem Platz. Um einen möglichst kleinen „Footprint“ zu erhalten, also möglichst wenig vom Stativ zu sehen, kannst du die Stativbeine ein wenig enger aufstellen, als du es gewöhnlich tun würdest. Wichtig ist dabei, dass das Stativ immer noch so stabil steht, dass es nicht umfällt oder wackelt.

Die Kamera wird nun mithilfe des Levellers oder Kugelkopfs und der Libelle ausgerichtet. Alle Einstellungen an der Kamera und am Objektiv sind vorgenommen, das Objektiv ist frei von Staub und Fingerabdrücken? Dann geht es los!

- Mit dem Drahtauslöser nimmst du die erste Belichtungsreihe auf. Alternativ kannst du auch die Self-Timer-Funktion der Kamera nutzen. Je nach Kameramodell und Einstellungen musst du mehrfach auslösen oder hältst den Auslöser gedrückt, bis alle drei Belichtungen geschehen sind. Gerade in dunklen Räumen kann das auch länger dauern.
- Nun wird die Kamera mit dem Stativkopf im Uhrzeigersinn zur nächsten Position gedreht. Wenn du einen Rotator mit Gradeinteilung und Klickstop verwendest, rastet der Stativkopf automatisch ein. Nutzt du ein Fisheye-Objektiv mit 8 mm Brennweite an einer Kamera mit Vollformat-Sensor, wäre jeder Schritt 90 Grad. Im Uhrzeigersinn, also rechts herum drehst du, weil sich so das Gewinde zwischen Stativkopf und Stativ nicht lockert.
- Kontrolliere, ob niemand ins Bild gelaufen ist, und nimm dann die nächste Belichtungsreihe auf. So fährst du fort, bis die 360 Grad abgearbeitet sind.

#### **Das Nadir-Problem**

Der Nadir (arabisch – Gegenteil, Ebenbild) bezeichnet den Fußpunkt gegenüber dem Zenith. Bei deiner Aufnahme steht dort etwas, das im Bild nicht zu sehen sein soll: das Stativ. Dieses Problem kannst du lösen, indem du das Stativ entweder komplett in Photoshop per Retusche entfernst, oder du nimmst ein zusätzliches Bild auf, das die Stelle zeigt, an der zuvor das Stativ stand. Für manche Panoramaköpfe gibt es dafür einen Nadir-Adapter. Wenn alle anderen Aufnahmen gemacht sind, rückst du dafür das Stativ etwas zur Seite und schwenkst

die Kamera mithilfe des Adapters über die Stelle, an der zuvor das Stativ stand. Dieses zusätzliche Bild kann helfen, den Boden am Nadir im Panorama zu "flicken". Diesen Vorteil erkaufte man sich allerdings mit möglichen Problemen beim Stitching. Deshalb zahlt sich eine extra Aufnahme des Nadirs nur aus, wenn der Boden wirklich etwas zu bieten hat – ein Mosaik oder einen tollen Teppich zum Beispiel. Wenn der Boden homogen ist, ist es häufig leichter, das Stativ per Retusche zu entfernen.

### **Motiv und Bildgestaltung**

Grundsätzlich kann von jedem Motiv ein Panoramafoto aufgenommen werden. Wegen der sequentiellen Aufnahmetechnik ist es natürlich am einfachsten, wenn es sich um ein unbelebtes Motiv handelt. Innenräume lassen sich oft am besten zu Tageszeiten aufnehmen, an denen keine Besucher anwesend sind – diese Zeiten sind natürlich vorzuziehen.

### **Sonne ja oder nein?**

Tageslicht spielt in Innenräumen eine untergeordnete Rolle, ist aber nicht völlig zu vernachlässigen: Wenn sehr starkes Sonnenlicht durchs Fenster fällt, können unschöne harte Schatten entstehen, die noch dazu ein Problem für den Dynamikumfang darstellen können. Das ist vor allem eine Frage der Bildgestaltung: Sonne ja oder nein? Ich halte mir gerne vor Augen, dass ein Fotograf früher auch "Lichtbildner" (<https://de.wikipedia.org/wiki/Fotograf>) hieß. Das Licht ist das Medium, mit dem wir arbeiten, das wir formen und darstellen. Für ein gelungenes Bild sollte am Ende der Gestaltungswille erkennbar sein: Fenster dürfen natürlich ein wenig überstrahlen; Schatten darf natürlich in Teilen tiefschwarz sein. Aber es muss klar sein, dass dem nicht eine technische Limitierung oder Unvermögen zugrunde liegen. Ziel ist es in den meisten Fällen daher, wenigstens ein bisschen Zeichnung in allen Bildbereichen zu erhalten.

Wenn du mit einer guten Kamera im RAW-Format Belichtungsreihen aufgenommen hast, lassen sich viele Entscheidungen zur Bildgestaltung auch noch später in Photoshop treffen. Anders ist es mit der Standortauswahl.

### **Der Standort**

Die Auswahl des besten Standortes für ein Panoramafoto ist nicht immer leicht. Genau wie bei einem normalen Foto gelten Regeln des Bildaufbaus – aber eben in alle Richtungen. Ein Standpunkt in der Mitte eines Raumes ist häufig langweilig, kann aber zum Beispiel in einer Architektur, die wie bei Renaissance-Gebäuden stark auf ein Zentrum ausgerichtet ist, auch sehr reizvoll sein und dem Motiv besonders gerecht werden.

Wenn du für eine interaktive Darstellung fotografierst, ist es auch gut, wenn du dir schon bei der Aufnahme überlegst, mit welcher Ansicht das Panorama später im Player starten soll und in welche Richtung eine automatische Rotation erfolgen kann.

Probiere aus, auf welcher Höhe die Kamera stehen sollte. Oft ist der ideale Standpunkt niedriger, als du zunächst vielleicht denkst, gerade in kleinen Räumen.

### **Infobox: Die Sache mit der Augenhöhe**

Vielleicht überraschend: Die Kamerahöhe muss keinesfalls immer der Augenhöhe entsprechen. Für Virtual Reality-Anwendungen ist das zwar oft richtig, für kleine Innenräume und einer Darstellung am Screen ist Augenhöhe aber häufig schon zu hoch. Brust- oder Kinnhöhe passen hier meist besser. Je größer der Raum ist, desto besser ist es häufig, für

eine gute Übersicht einen etwas höheren Standpunkt zu wählen. Die Faustregel „kleiner Raum gleich niedriger Standpunkt, großer Raum gleich höherer Standpunkt“ funktioniert häufig, aber ums Ausprobieren kommst du trotzdem nicht herum.

## 5. Bilder übertragen, entwickeln und exportieren

Nun sind die Bilder im Kasten – zumindest im kleinen. Im nächsten Schritt überträgst du die Aufnahmen auf den Computer. Genauso, wie du bei der Aufnahme bereits ein Ordner für jedes Panorama erstellt hast, ist es auch jetzt sinnvoll, sich die Zeit zu nehmen und eine Struktur zu entwickeln. Erstelle und benenne Ordner mit Sorgfalt. Eine mögliche Struktur kann sein, einen Projektordner zu erstellen, der alle Panoramen eines Motivs enthält. Darunter sind Ordner enthalten, die den einzelnen Schritten der Bearbeitung entsprechen.

Zum Beispiel so:

180815-Leipzig-StDingskirche > 01-RAW, 02-TIF-STITCH, 03-COMPOSING, 04-FINALS ->



Die Ordnerstruktur musst du natürlich selbst für dich entwickeln – ich halte es aber für wirklich hilfreich, eine immer wiederkehrende Struktur mit logischen und in sich schlüssigen Benennungen zu etablieren. Das mag nach einem Zeitfresser klingen, ist aber wirklich hilfreich. Umso mehr übrigens, wenn du im Team arbeitest.

### Die RAW-Entwicklung

Ich zeige dir hier Schritt für Schritt, wie ich vorgehe:

Ich lade die Bilder in Adobe Photoshop Lightroom und wende zunächst ein Preset an, das ich zuvor erstellt habe. Dieses Preset beinhaltet Korrekturen für chromatische Aberrationen und leichte Detailverbesserungen durch Einstellungen für Schärfe und Bildrauschen. Dann stelle ich für jedes Panorama die Farben so ein, dass sie mir relativ realistisch erscheinen – also nicht zu knallig, sondern eher neutral sind. Eine Graukarte in einem der Fotos kann beim Weißabgleich helfen. Die Bildeinstellungen nehme ich nur zurückhaltend vor. Der Grund ist, dass es sonst beim Tonemapping beziehungsweise der Exposure Fusion, also dem Zusammenfügen der unterschiedlichen Belichtungen, später zu schwer kontrollierbarem Verhalten kommen kann. So stelle ich also die Einzelbilder eines Panoramas ein und synchronisiere die Einstellungen, damit alle Bilder gleich sind.

Für den Export nutze ich ebenfalls eines von mehreren Presets. Die beste Bildqualität ist mit einem Export als TIF-16bit und Adobe-RGB-Farbraum zu erzielen (der Adobe-RGB-Farbraum ist größer als s-RGB). In der Praxis genügt aber meist auch 8-bit und s-RGB. Den 16 bit-Workflow nutze ich nur, wenn die Lichtverhältnisse wirklich sehr schwierig sind und ich

alle Bildinformationen zwingend bis zum Ende behalten muss. Wenn das nicht so ist, sind die 16bit TIF-Dateien unnötiger Ballast.

Das Ziel der RAW-Entwicklung ist also, am Ende einen neuen Ordner (den ich zum Beispiel "Export" nenne) zu erstellen, der alle für das Panoramafoto nötigen Bilder im TIF-Format enthält.

## 6. Stitching

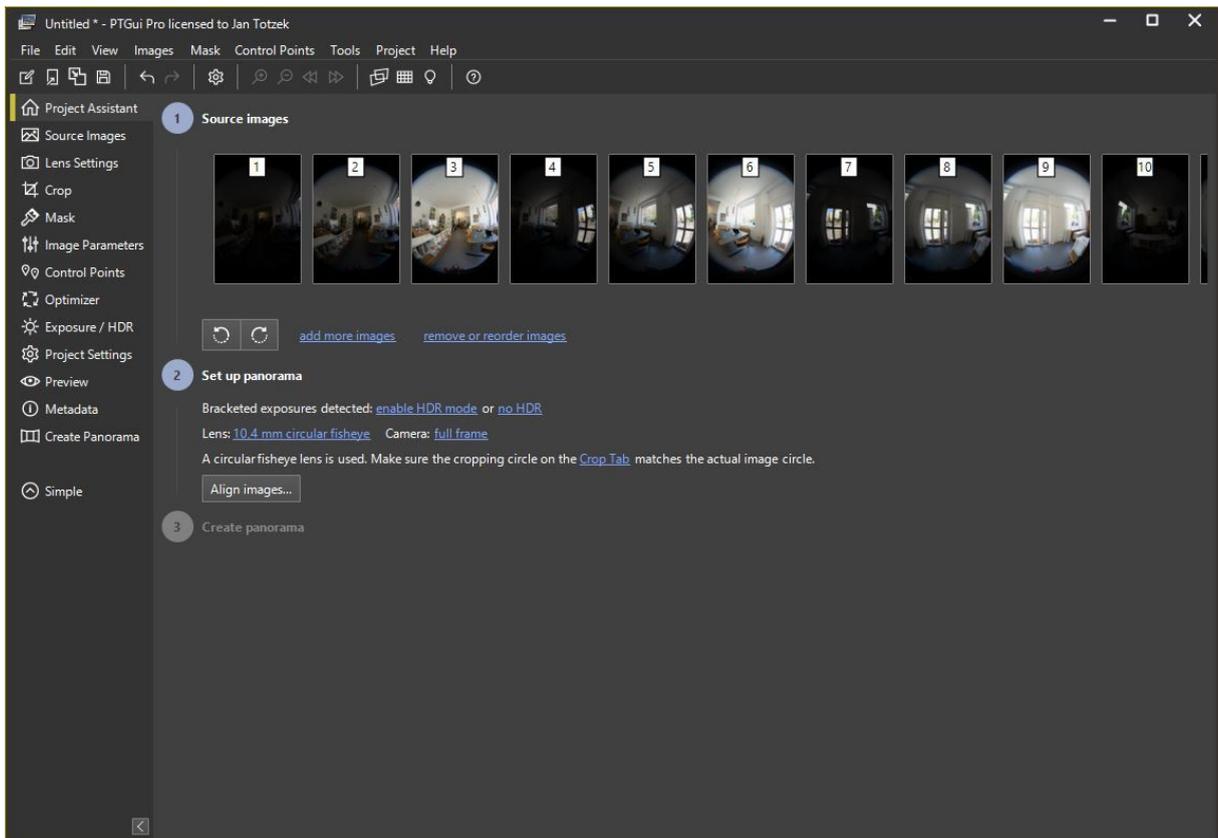
### **Stitching am Beispiel eines einzeiligen Setups mit Porträt-Fisheye**

Nun hast du die Einzelbilder vorbereitet. Im nächsten Schritt willst du sie zu einem Panorama zusammenfügen. Dafür gibt es unterschiedliche Tools. PTGui ist nicht kostenfrei, bietet dafür alle Möglichkeiten, die man braucht oder jemals brauchen könnte und wird ständig weiterentwickelt. Der Entwickler Joost Nieuwenhuijse ist ein netter Mensch und seit ewigen Zeiten engagierter Teil der Panorama Community. Eine kostenfreie Alternative ist zum Beispiel die Software Hugin. Beide Programme basieren auf den Panorama Tools (PT) von Prof. Helmut Dersch von der Hochschule in Furtwangen.

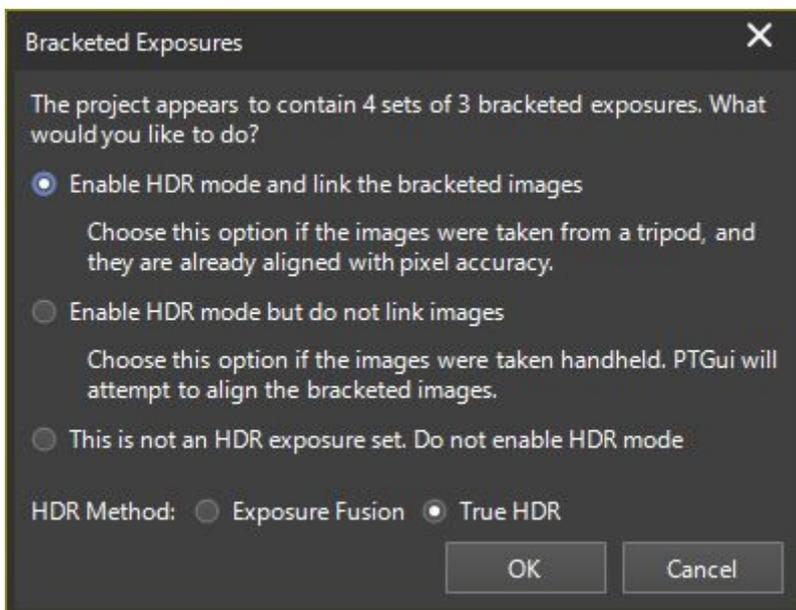
Der Ablauf des Stitchings ist stark vereinfacht gesagt so:

- die Bilder in PTGui laden
- dem Programm Details zu Kamera und Objektiv mitteilen (PTGui kann anhand der EXIF-Daten diese Infos auch selbst ermitteln)
- das Programm erkennt gleiche Bildbestandteile und erzeugt dort Kontrollpunkte
- eine Vorschau des fertigen Panoramas wird angezeigt
- Stitchingqualität überprüfen und ggf. verbessern
- Farben und Dynamik im Editor einstellen (HDR/Fusion)
- das Panorama als Photoshop Datei exportieren

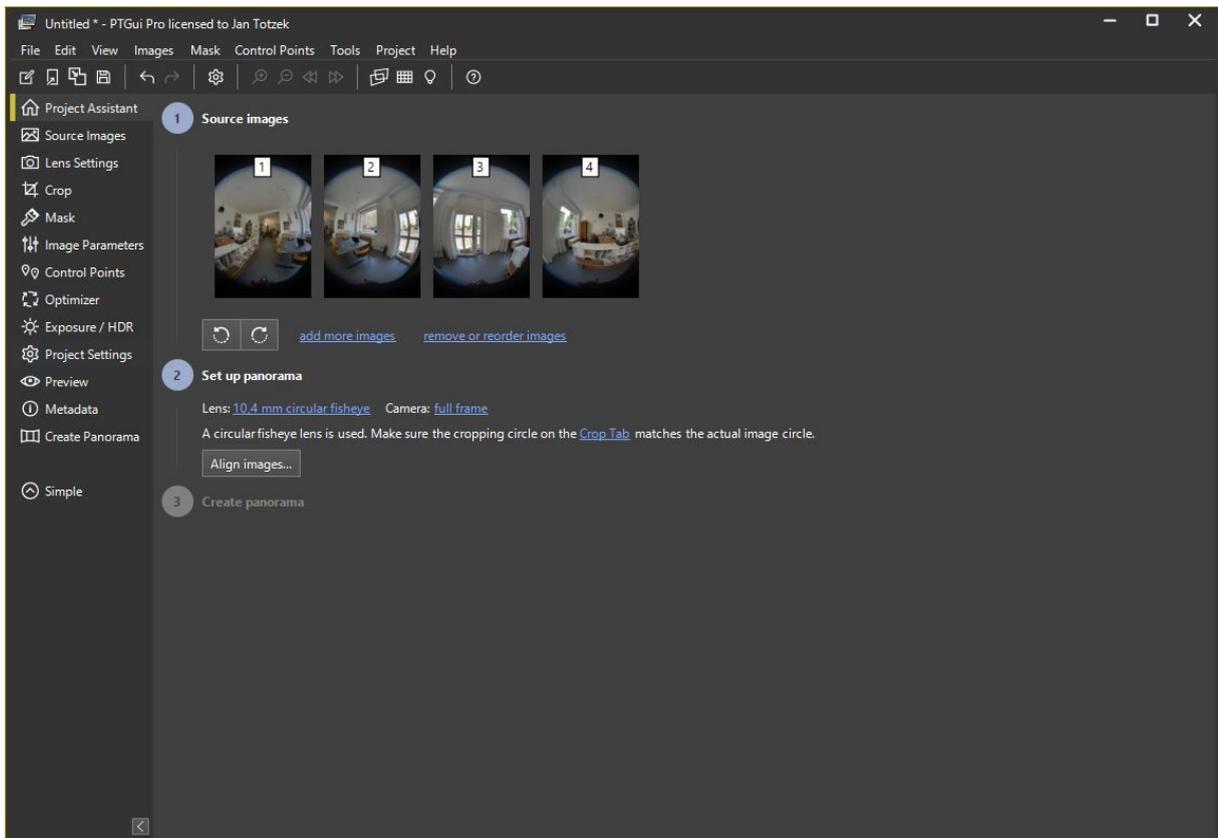
Für die folgenden Schritte benötigst du einen guten Rechner, am besten mit einer leistungsfähigen Grafikkarte. Wenn dein Computer gut genug ist, um moderne Spiele damit zu spielen, ist er vermutlich auch perfekt für das Stitching geeignet. Mit einem älteren Rechner kannst du natürlich ebenfalls arbeiten, benötigst aber für die einzelnen Schritte unter Umständen sehr lange.



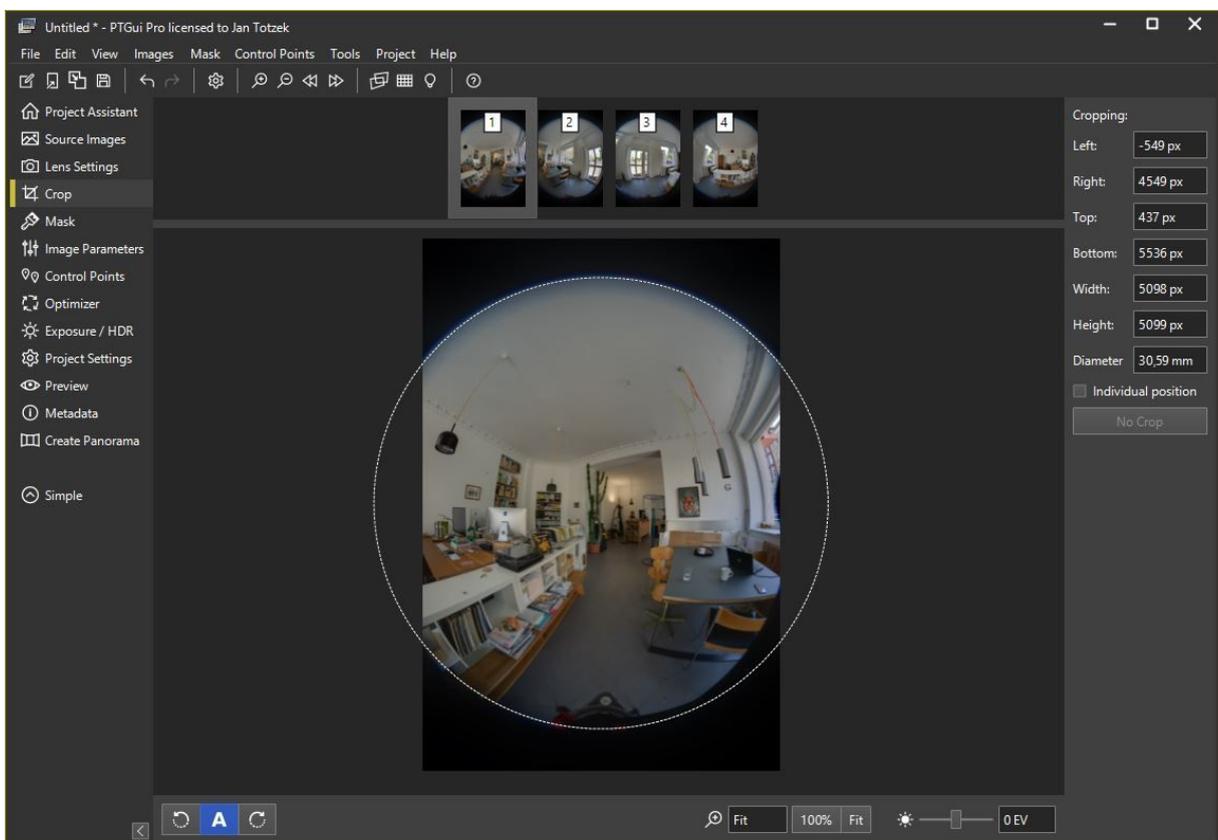
Die Bilder wurden per Drag-and-drop in das PTGui-Programmfenster gezogen. Die Fragen zur Kamera und zum Objektiv, die möglicherweise in einem Pop-up-Fenster erscheinen, wurden beantwortet.



Hier wurde eine Belichtungsreihe aufgenommen, daher fragt PTGui, wie es mit den Bildern umgehen soll. Die Bilder wurden von einem Stativ aufgenommen, daher wählst du die Option "Enable HDR Mode and link the bracketed images". Für die HDR-Methode (siehe unten) bleibst du zunächst bei HDR.

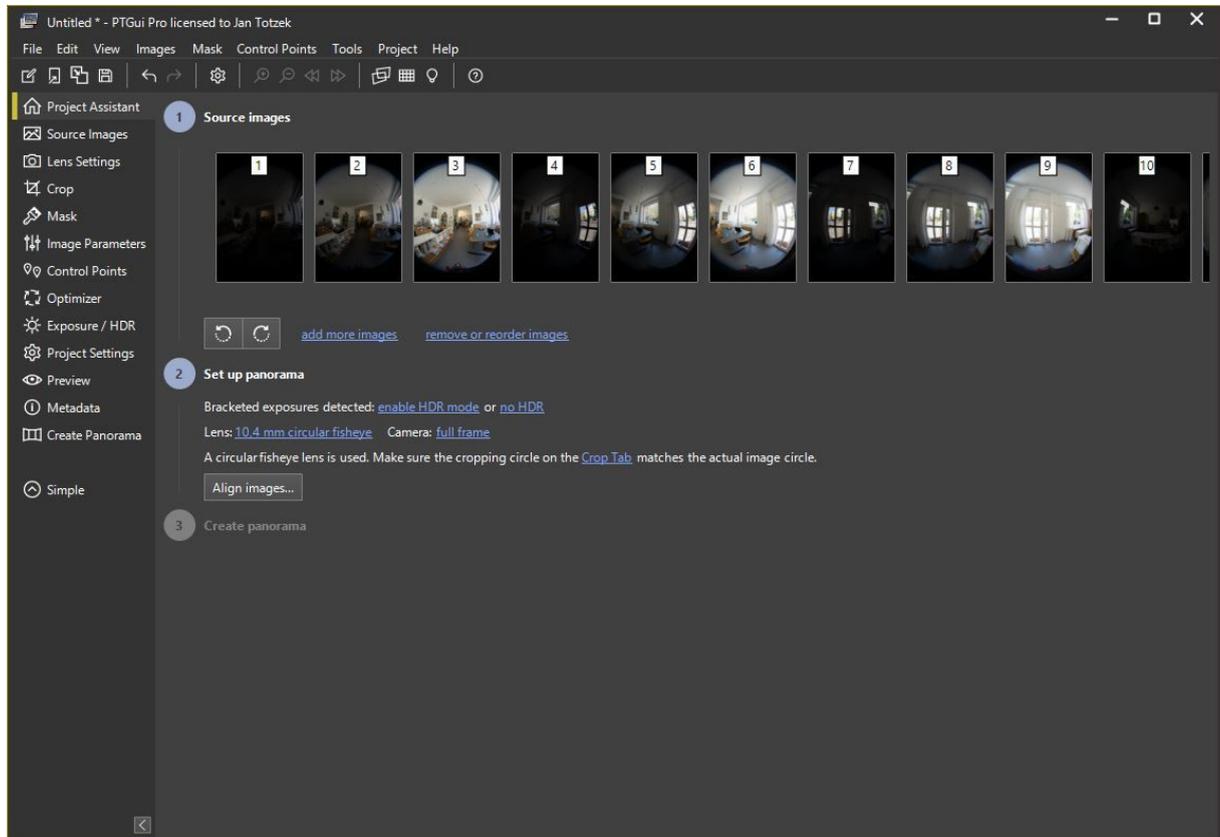


Die Bilder werden nun gestapelt angezeigt. Es sind nicht mehr zwölf, sondern nur noch vier bereits zusammengerechnete Bilder zu sehen.

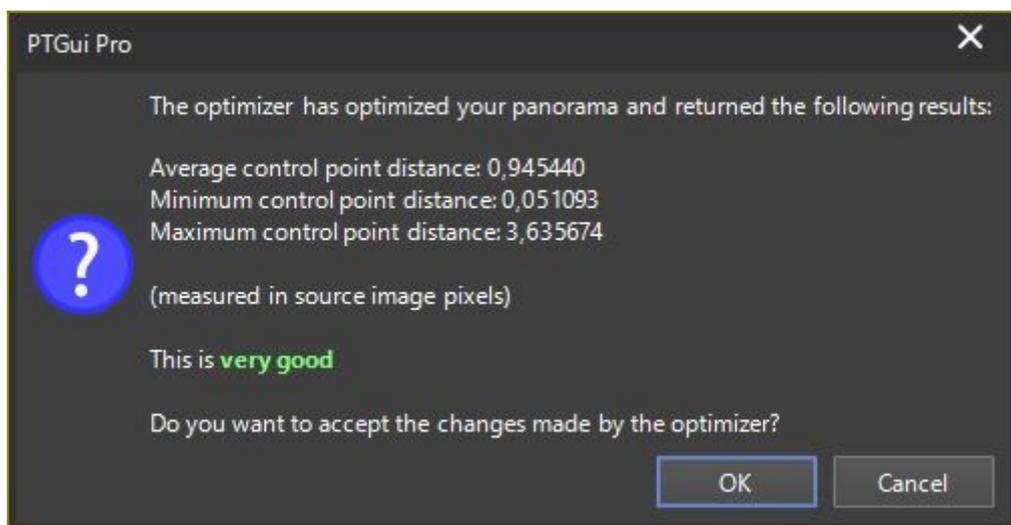


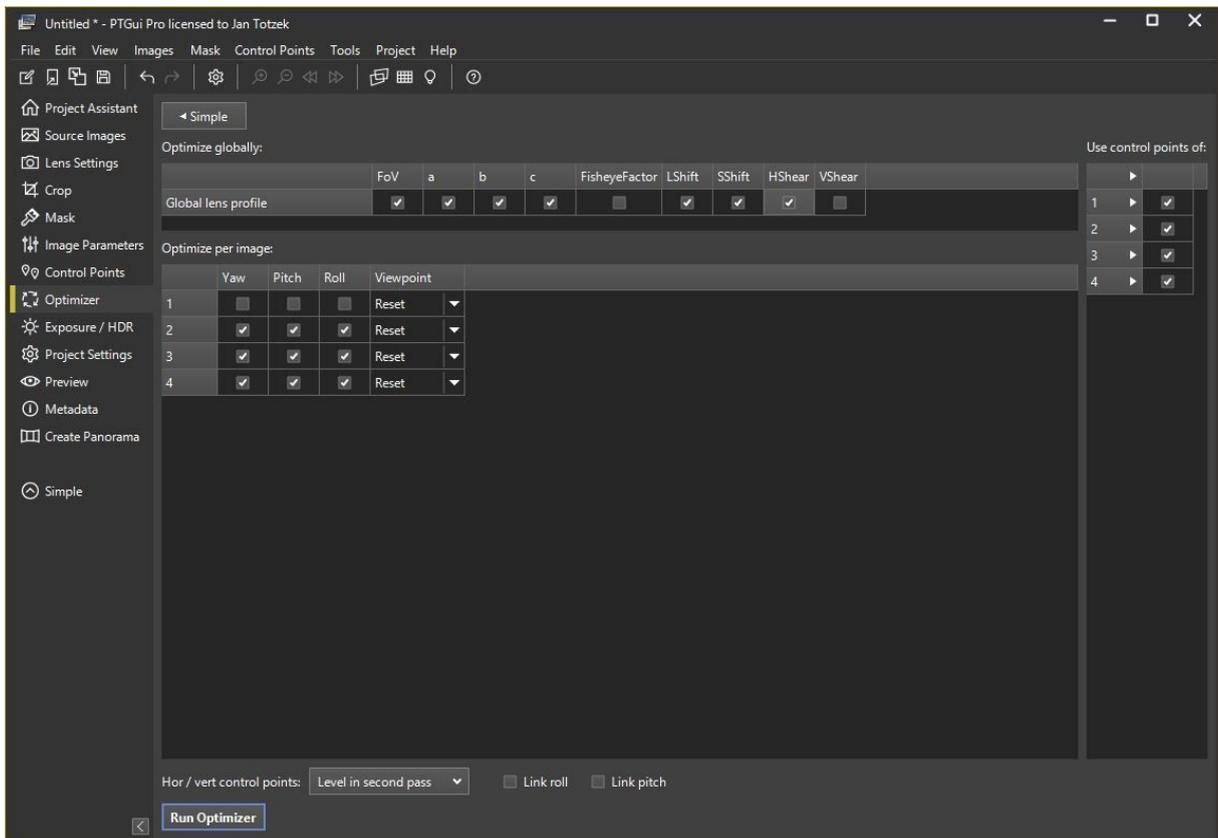
Nun kontrollierst du den "Crop"-Tab. Entspricht der markierte Kreis dem belichteten Teil des Sensors? Wenn nicht, muss hier die Größe angepasst werden. Sollte PTGui nicht erkannt

haben, dass du hier mit einem Fisheye arbeitest, korrigierst du diese Einstellung im Tab “Lens Settings”.

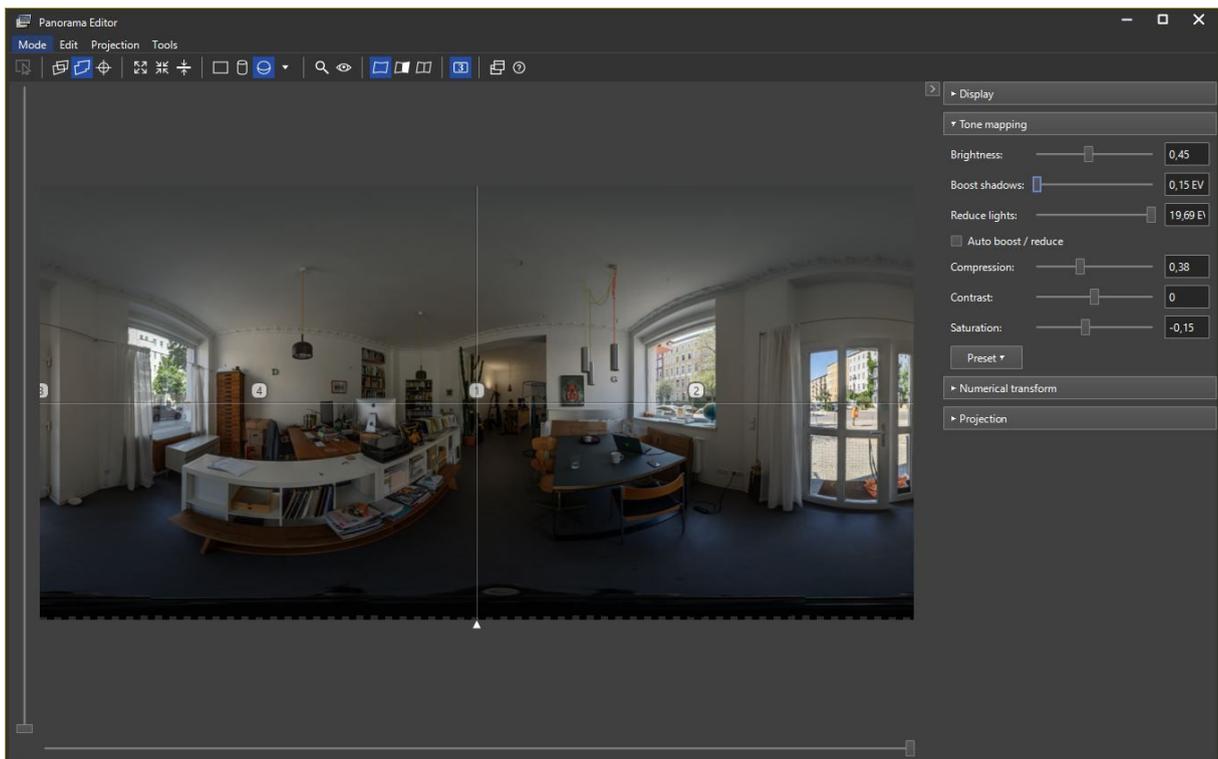


Zurück zum “Project Assistant” und hier auf “Align Images” klicken. PTGui erzeugt nun Kontrollpunkte für die einzelnen Bilder und berechnet Details zum Objektiv.



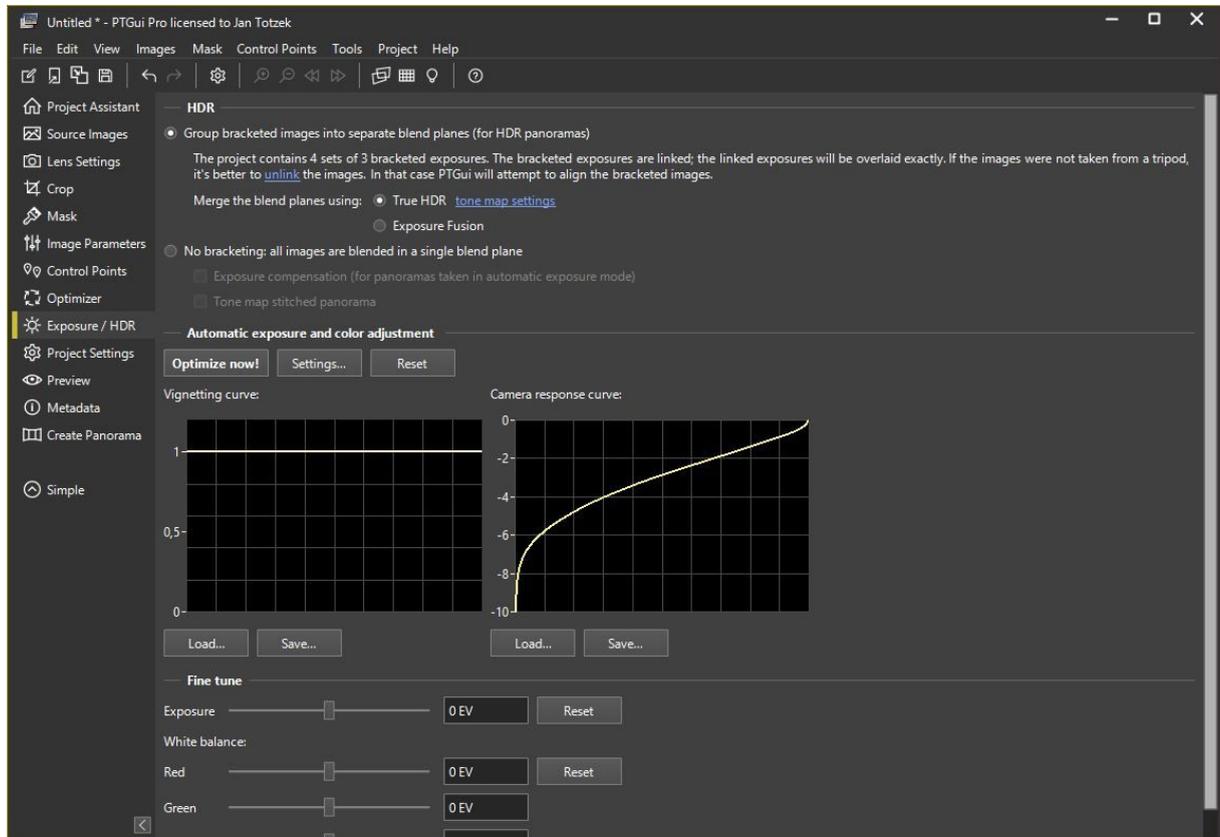


Mit F5 oder dem Button "Run Optimizer" im "Optimizer Tab" kannst du die erneute Optimierung starten. Wenn diese fertig ist, erscheint ein Fenster und teilt mit, wie gut oder schlecht das Ergebnis des Stitchingvorgangs war. Du benötigst ein "Very Good" oder wenigstens ein "Good".

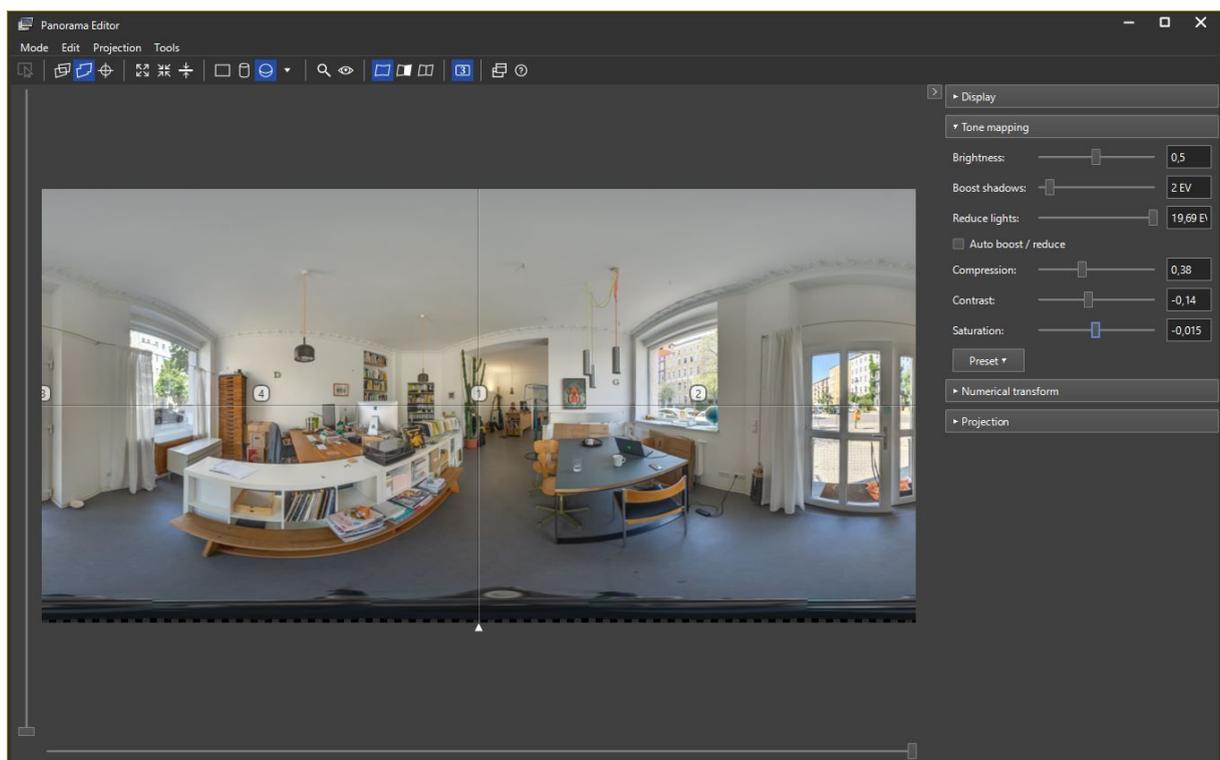


Im "Panorama Editor" (Tastenkombination Strg & E) ist nun das bereits gestitchte Panorama in einer Voransicht zu sehen. Hier kannst du auch die Horizontlinie einstellen. Dazu klickst du

mit dem Mauszeiger in das Bild und ziehst in die entsprechende Richtung. Mit Rechtsklick in das Bild lässt sich das Panorama um den Mittelpunkt herumdrehen.

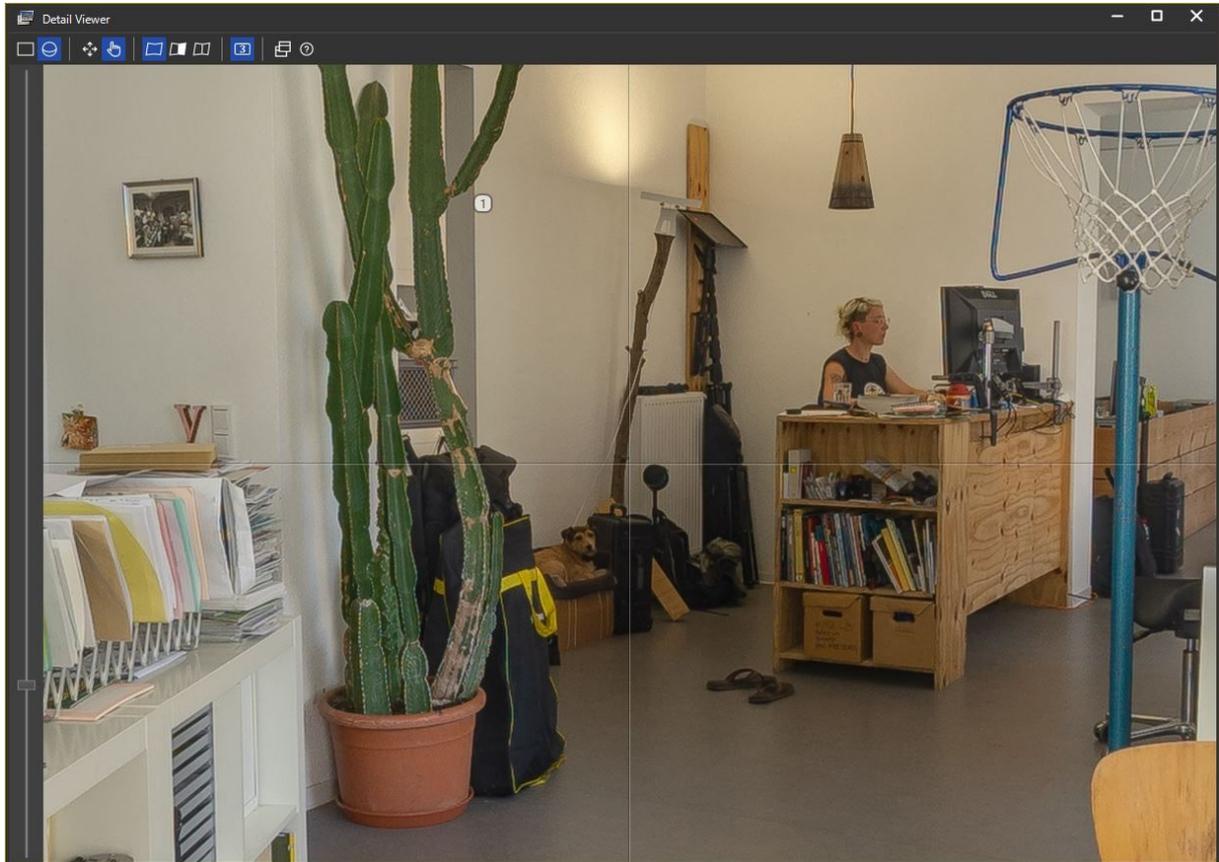


Optional, aber fast immer eine gute Idee: Im Tab "Exposure / HDR" kannst du mit dem Button "Optimize Now!" eine automatische Angleichung der Einzelbilder vornehmen.

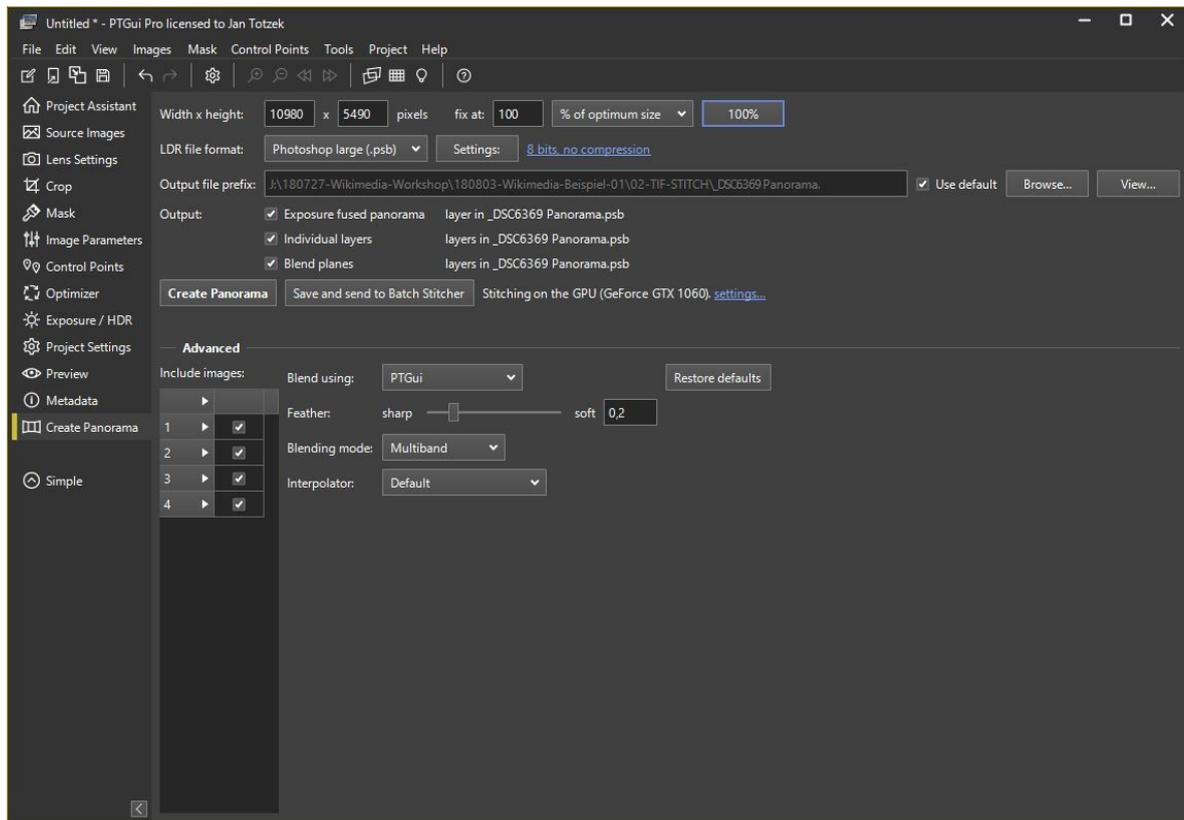


Im Editor gibt es den Tab "Tone Mapping" (oder Exposure Fusion" – je nachdem, was zu

Beginn ausgewählt wurde.) Hier stellst du nun das Bild so ein, dass es dir gefällt. Wichtig ist es, nicht zu extreme Werte zu nutzen, weil sie dem Bild eine unnatürliche Anmutung geben können.



Mit dem kleinen Lupensymbol im Editor öffnest du den "Detail Viewer". Alternativ geht das mit der Tastenkombination Strg & Shift & D oder über das "Tools"-Menü. Im Detail Viewer kannst du bereits im Panorama hin- und herschwenken, was super ist, um kleine Fehler zu entdecken.



“Create Panorama” ist der Tab, in dem die Einstellungen für die Ausgabe des Panoramas vorgenommen werden. Wichtig: Wähle hier die Ausgabegröße 100 %. Dann wählst du mit dem “Browse”-Button, wo das Panorama gespeichert werden soll. Als Ausgabeformat nutze ich meist das PSB-Format. Das ist eine Photoshop-Datei mit Ebenen, die über 2 GB groß sein darf.

Nun aktivierst du die Optionen für “Tone Mapped Panorama / Exposure fused Panorama” und die “Blend planes”, indem du die entsprechenden Häkchen setzt. Mit Klick auf “Create Panorama” wird das Rendering gestartet. Der Prozess kann je nach Prozessor, Bildgröße, Geschwindigkeit der Festplatte und weiteren Faktoren zwischen ein paar Sekunden und einigen Stunden dauern.

## 7. Bildbearbeitung

Nun öffnest du das fertig gerenderte Panorama in Photoshop. Viele Aspekte bei der Bildbearbeitung sind die gewohnten, die meisten Schritte zur Bildoptimierung kannst du wie gewohnt ausführen. Auf zwei Punkte gehe ich hier etwas genauer ein: die Retusche des Nadirs und die immer wieder auftauchende Frage nach “Kanten” im Bild.

### Kanten im Bild

Da du es mit einem 360-Grad-Bild zu tun hast, das später im Viewer rundherum geschwenkt wird, darf es keine Bearbeitungsschritte geben, die über die Kanten des Bildes hinausgehen. Wenigstens dann nicht, wenn sie nicht an beiden gegenüberliegenden Kanten exakt gleich ausgeführt werden. Globale Einstellungen sind möglich, lokale können hingegen zu Fehlern führen. Um zu überprüfen, ob aus Versehen ein Bearbeitungsschritt doch eine Kante im Bild erzeugt hat, kannst du den Filter „Verschieben“ von Photoshop nutzen. Dafür wird der Filter einfach auf das komplette Bild angewendet:

Filter > Sonstige Filter > Verschiebungseffekt > Horizontal (z.B. 3.000 px) > durch verschobenen Teil ersetzen aktivieren > vertikale Verschiebung auf 0 belassen > Ok

Nun verschiebt sich der Mittelpunkt des Bildes um 3.000 Pixel nach rechts. Wenn kein Fehler zu sehen ist, kannst du wieder um dieselbe Pixelzahl nach links verschieben. Ich habe dafür zwei Photoshop-Actions erstellt, die diesen Test einfacher machen. Die eine Action verschiebt um 3.000 Pixel nach rechts und die andere nach links. Ich habe diese Action in meinem Action Panel, das Panel ist im Schaltflächenmodus. So kann ich diese Funktionen mit nur einem Klick aufrufen.

### **Retusche des Nadirs**

Den Nadir bearbeite ich ebenfalls mit einer Action. Mit dem kostenpflichtigen Plugin flexify kann man sehr viele Projektionsarten aus einem equirektangularen Panorama erzeugen. Meine Aktion "equi > zenith & nadir" kopiert die aktive Ebene und konvertiert sie mit Hilfe des Plugins flexify so, dass Zenith und Nadir unverzerrt dargestellt werden. Damit kannst du die üblichen Bildbearbeitungsschritte anwenden, um das Stativ zu entfernen oder andere Bildfehler in den Polbereichen des Panoramas unverzerrt zu entfernen. Danach kannst du einfach die zweite Aktion nutzen: "nadir & zenith > equi" – Zenith und Nadir sind wieder equirektangular. Beide Aktionen kannst du [hier runterladen](https://panographer.de/360-photoshop/).

[\[https://panographer.de/360-photoshop/\]](https://panographer.de/360-photoshop/)

### **Nun kann's losgehen**

Die Panoramafotografie stellt einen starken Bezug zu Raum und Räumlichkeit her. Das ist immer auch bei den Shootings zu spüren. In dieser Anleitung hast du ein einfaches Setup kennengelernt, das funktioniert. Alles Weitere steckt in dir und deiner Offenheit zum Ausprobieren – und natürlich den Räumen, die du dir und den Menschen, die deine Panoramen betrachten, auf ganz neue Weise erschließt. Viel Spaß dabei!

## **8. Hochladen**

### **Hintergründe**

Diese Broschüre ist entstanden, um das Hochladen von 360°-Panoramen im Rahmen des Projektes „Wiki Loves Monuments im Europäischen Kulturerbejahr“ in den Wikimedia-Projekte zu vereinfachen.



## Projekte

Wikipedia ist die umfangreichste gemeinschaftlich und ehrenamtlich erstellte Sammlung Freien Wissens in annähernd 300 Sprachen. Allein die deutschsprachige Ausgabe umfasst weit über zwei Millionen Artikel. Wikipedia ist eine der fünf populärsten Websites der Welt und wird allein in Deutschland monatlich von über 25 Millionen Menschen gelesen.

Wikimedia Commons ist eine schnell wachsende Mediensammlung von derzeit 45 Millionen gemeinfreien bzw. frei lizenzierten Medieninhalten, die u. a. für Wikipedia genutzt werden. Die Inhalte von Wikipedia und Wikimedia Commons werden ausschließlich von Ehrenamtlichen zusammengetragen, aufbereitet und zur Verfügung gestellt – jede Person kann mitmachen. Sie können von allen frei genutzt werden. So auch die Fotos, die jedes Jahr bei einem der weltweit größten Fotowettbewerbe Wiki Loves Monuments eingereicht werden. Bei diesem internationalen Event dreht sich alles um Kulturdenkmäler und deren Dokumentation für Wikipedia und Wikimedia Commons.

## Mitmachen

Das Mitmachen am Fotowettbewerb ist einfach auf folgender Seite in der deutschsprachigen Wikipedia erklärt: [wmde.org/WLM18](http://wmde.org/WLM18). Folgende Schritte werden dort näher erläutert:

### 1. Regeln

Mache dich mit den [Wettbewerbsregeln](#) vertraut.

### 2. Objekte

Wähle aus den [Denkmallisten](#) die Objekte aus, die du für den Wettbewerb fotografieren möchtest.

### 3. Fotos

Schaue dir die [Tipps](#) zum Fotografieren von Denkmalen an und erstelle dann deine Fotos.

### 4. Hochladen

Lade nun im Wettbewerbsmonat September deine Bilder in die passenden [Kategorien](#) in unser Medienarchiv Wikimedia Commons [hoch](#).

### 5. Nutzen

Binde deine hochgeladenen Bilder in die Denkmallisten oder in [Artikel](#) ein.

Nützlich könnten auch die Broschüren zur Benutzung von Wikipedia sowie Wikimedia Commons sein: zu [Wikipedia](#), zu [Wikimedia Commons](#) (PDFs).

Fragen zum Projekt werden über [info@wikilovesmonuments.de](mailto:info@wikilovesmonuments.de) gern beantwortet.

