

Tutorial

Panoramafotografie

Verwendete Hardware (*auch andere Hardware möglich*):

<u>Canon EOS 5D Mark II</u>	(Kamera)
<u>Canon EF 8-15mm f/4L Fisheye USM</u>	(Objektiv)
<u>Roundabout-NP Deluxe 15R</u>	(Nodalpunktadapter)
<u>Cullmann Magnesit 40200</u>	(Kugelkopf)
<u>Giottos MTL 9251B</u>	(3-Bein-Stativ)
<u>Hähnel Giga T Pro II</u>	(Funk-Fernauslöser)

(Links führen zu identischen oder vergleichbaren Produkten auf Amazon)

Die Verwendung einer Vollformatkamera und eines Fisheye-Objektives (Fischauge) ist gerade in der Panoramafotografie von Vorteil, weil mit wenigen Aufnahmen die komplette Umgebung aufgenommen werden kann. Das ist gerade dann von Vorteil, wenn es in der Umgebung viel Bewegung gibt (z.B. Menschen, ziehende Wolken). Je weniger Bilder notwendig sind, desto schneller ist die Aufnahme im Kasten und die bewegten Objekte wandern nicht in die direkt anschließende Aufnahme, was bei der Bearbeitung (Stitchen) Probleme bereiten könnte.

Verwendung:

Die Aufnahmen sollen nach der Fertigstellung zu einem Kugelpanorama zusammengesetzt werden und am Ende im Internet als virtuelles Kugelpanorama zusehen sein. Das Stativ soll im Ergebnis nicht mehr zu sehen sein, was eine zusätzliche Bodenaufnahme, außerhalb des Nodalpunktes, bedeuten wird. Das Panorama wird mit einer Brennweite von 15mm am Fisheye-Objektiv und einer Bildüberdeckung von 30% und ca. 20% aufgenommen (Erklärung dazu unter „*Winkelschritte*“). Theoretisch wären mit der kleinst möglichen Brennweite von 8mm am verwendeten Objektiv noch weniger Aufnahmen möglich, wodurch sich aber die Qualität (Auflösung des zusammengesetzten Panoramas) spürbar verschlechtern würde.

Bei der Aufnahme wird die HDR-Technik angewendet, welche verlangt, dass in jeder Position drei Aufnahmen gemacht werden - eine normal belichtete, eine unterbelichtete und eine überbelichtete Aufnahme, mit je zwei Blendenstufen Unterschied (Bracketing/AEB -2; 0; +2). Fotografiert werden zwei Reihen mit je sechs Positionen, plus einer anschließenden Bodenbildaufnahme, also:
2 Reihen x 6 Aufnahmen + 1 Bodenaufnahme x 3 unterschiedlich belichtete Bilder pro Position = 39 Einzelbilder.

Bei dieser Anleitung beschreibe ich meinen eigenen Weg, den ich persönlich für am sinnvollsten halte. Die Vorgehensweise ist bei all meinen Panoramen identisch, wodurch sich das Fehlerrisiko minimiert. Mit gleichem Equipment sind natürlich auch andere Vorgehensweisen möglich.

Standortauswahl:

Als Aufnahmeort wurde der stillgelegte [Güterbahnhof in Osnabrück](#) gewählt. Beim Fotografieren generell, aber vorallem an verlassen Orten (Lost Places) wie diesem und in der Natur ist der folgende „Fotografenkodex“ zu achten und einzuhalten:

„Take Nothing but Pictures, Leave Nothing but Footprints, Kill Nothing but Time“
(Nehme nichts außer Bilder, hinterlasse nichts außer Fußabdrücke, schlage nichts tot außer die Zeit)

Winkelschritte:

Um die komplette Umgebung mit einer einheitlichen Überdeckung einfangen zu können sind feste Winkelschritte notwendig. Auf der [Traumflieger-Seite](#) von Stafan Gross findest du die notwendigen Winkelschritte in Tabellenform:

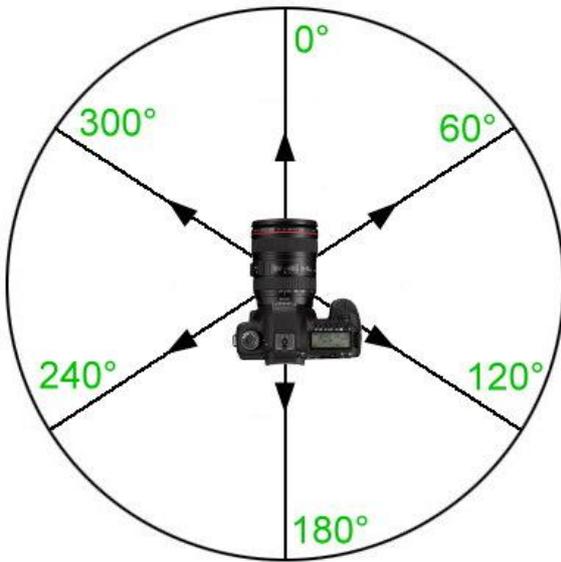
Überlappung 30%						
Objektiv	Kamera mit Vollformatsensor z.B. EOS 5D, <u>EOS 5D Mark II</u> , Mark III, EOS 1Ds, EOS 1Dx		Kamera mit APS-C-Sensor z.B. EOS 7D, 60D, 50D, 40D, 30D, 600D, 550D, 500D, 450D, 400D, 350D, 300D, 1100D, 1000D		Kamera mit APS-H-Sensor z.B. EOS 1D III, 1D IV	
	Rastschritte*	Winkel-Grad**	Rastschritte	Winkel-Grad	Rastschritte	Winkel-Grad
Fischaue 4,5mm	-	-	3	120	-	-
Fischaue 8mm	3	120	5	72	4	90
Fischaue 10mm	4	90	7	51	6	60
Fischaue 12mm	5	72	8	45	7	51
Fischaue <u>15mm</u>	<u>6</u>	<u>60</u>	10	36	8	45
12mm	6	60	10	36	8	45
14mm	7	51	12	30	10	36

Der Tabelle nach ergeben sich für meine Brennweite von 15mm am Vollformatsensor und 30% Überlappung sechs horizontale Winkelschritte (in der Tabelle als *Rastschritte* gekennzeichnet) von jeweils 60° ($360^\circ \div 6 = 60^\circ$) und vier vertikale Winkelschritte von jeweils 60° (90°; 30°; -30°; -90° -

in der Tabelle als *Winkel-Grad* gekennzeichnet). Bei den 90° vertikal wäre die Kamera direkt in den Himmel (Zenith) gerichtet, bei -90° grade nach unten auf den Boden(Nadir).

An dieser Stelle nehme ich eine kleine Änderung vor. Statt vier vertikale Winkelschritte von 60° mache ich nur zwei Winkelschritte von 45°, also 45° nach oben und -45° nach unten. Ich umgehe damit die Aufnahmen des Zenith (Himmel) und des Nadir (Boden).

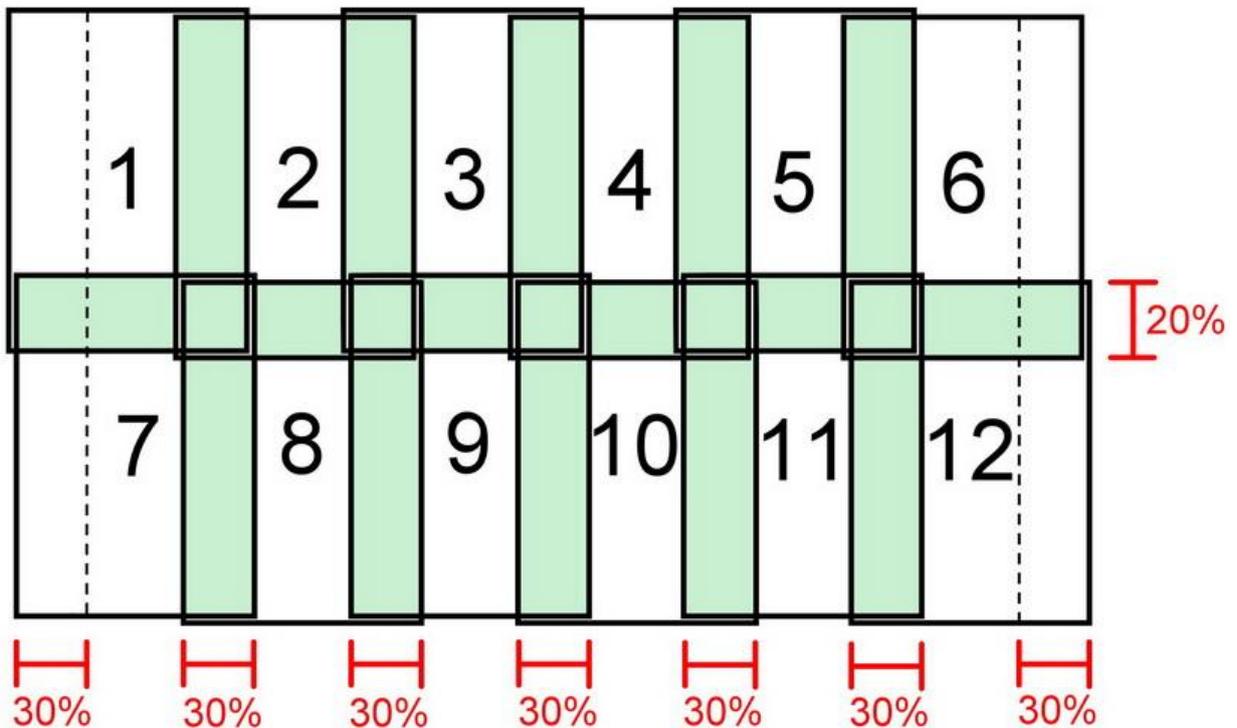
Blickwinkel Horizontal



Blickwinkel Vertikal



Damit erhalte ich zwar eine etwas geringere Überlappung an der Ober- und Unterseite des Bildes im Hochformat, welche aber bei der anschließenden Bearbeitung keinerlei Nachteile mit sich bringen wird, da die daraus resultierende Überlappung von ca. 20% völlig ausreichend ist.



Mit diesen vertikalen Winkelschritten von $+45^\circ$ und -45° nehme ich also 2 Reihen auf, ohne ein zusätzliches Zenith- (Himmel) und Nadirbild (Boden). In der kompletten $+45^\circ$ nach oben gerichteten Aufnahmereihe befindet sich somit der Zenith in allen sechs Aufnahmen, was später ein Vorteil bei der Bearbeitung sein wird.

Direkte Zenith-Bilder werden sonst theoretisch grade gen Himmel aufgenommen. Da bei Outdoor-Panoramen im Himmel aber selten feste Bezugspunkte zum zusammenfügen zu finden sind, wäre bei der späteren Bearbeitung (Stitchen) die Einbindung dieses Zenith-Bildes recht aufwendig und stellt eine Fehlerquelle dar, die man so vermeiden kann.

Blende & Fokus (Hyperfocale Distanz)

Damit auch in allen Aufnahmen alle nahen und fernen Gegenstände gleich scharf abgebildet werden, ohne zwischendurch die Blende oder den Fokus ändern zu müssen, was wiederum zu Fehlern führen würde, müssen vorher ermittelt werden. Ein leicht zu bedienender Rechner zur Ermittlung findest du auf <http://www.dofmaster.com/dofjs.html>:

Depth of Field Calculator

Camera, film format, or circle of confusion		Subject distance	1 m
Canon 5D (Mark II, Mark III)		Depth of field	
Focal length (mm)	15	Near limit	0.43 m
Selected f-stop	f/10	Far limit	Infinity
Subject distance	1 meters	Total	Infinite
<input type="button" value="Calculate"/>		In front of subject	0.6 m
		Behind subject	Infinite
		Hyperfocal distance	0.76 m
		Circle of confusion	0.03 mm

Im ersten Feld „Camera, film format, or circle of confusion“ wird die verwendete Kamera eingetragen. Im zweiten Feld „Focale lengt (mm)“ wird die verwendete Brennweite des Objektivs eingetragen. Im dritten Feld „Selected f-stop“ wird die verwendete Blende eingetragen. Im viertel Feld sollte theoretisch die Motiventfernung eingetragen werden. Da in der Panoramafotografie aber kein bestimmtes Motiv existiert, sondern die komplette Umgebung das Motiv ist, ist der letzte Parameter unwichtig. Die hyperfocale Distanz bzw. der ideale Fokus ergibt sich bereits aus den Parametern „Focal length“ (Brennweite) und „Selected f-stop“ (Blende).

Die Blende ermitteln wir nun, indem wir feststellen wie groß der Bereich der Schärfe sein muss. In meinem Fall (Blende f10) wird der Bereich ab 0,43m (Distanz von der Kamera) bis Unendlich (Infinity) scharf dargestellt. Wir könnten jetzt die Blende immer weiter öffnen (Blendenwert wird kleiner), so lange der Schärfebereich groß genug ist. Ich wähle allerdings bei recht heller Umgebung gern eine etwas höhere Blende um kein Risiko einzugehen, für den Fall, dass der Fokus nicht optimal eingestellt ist.

In meinem Fall ergibt sich also eine „Hyperfocal Distance“ von 0,76 m. Das bedeutet, dass der Fokus am Objektiv ungefähr auf diesen Wert eingestellt werden muss.

Eine gute Möglichkeit, auch unterwegs die hyperfocale Distanz berechnen zu können, bieten Handy-Apps wie z.B. „HyperFocal Pro“ für Android oder „Simple DoF Calculator“ für iOS.

Los gehts:

1. Passenden Standort auswählen

Info: Bei der Standortauswahl sollte eine Location ausgewählt werden, die möglichst in alle Richtungen interessante Motive bietet.

2. Stativ aufstellen



- Kugelkopf montieren
- Nodelpunktadapter montieren
- Kamera montieren
- Funkfernauslöser aufstecken

Info: Ich persönlich trage mein Equipment lieber vormontiert zum Aufnahmeort. Mit einem Stativgurt ist man flexibler und schneller, als bei jeder Panoramaaufnahme alles erst auf- und abbauen zu müssen. Für kleineres Equipment, wie Zusatzakku, Funkfernbedienung und Microfasertuch nutze ich einen Schultergurt der mit einer Hand leicht und schnell zugänglich ist.

3. Kugelkopf ausrichten



- Nodalpunktadapter auf 0°-Marke stellen



- Kugelkopf so einstellen, dass die Kamera bei der ersten Aufnahme (0°-Marke am Nodalpunktadapter) mittig auf die hellste Lichtquelle gerichtet ist.

Info: Das Ausrichten der 0°-Marke des Nodalpunktadapter, mittig auf die hellste Lichtquelle, ist notwendig um Blendeffekte zu vermeiden. Helle Lichtquellen (in meinem Fall die Sonne, die durch das transparente Dach scheint) erzeugen vor allem am Bildrand unschöne Blendeffekte, die auch in der anknüpfenden Aufnahme Probleme bereiten können. Deshalb ist es immer von Vorteil die Lichtquelle mittig im Bild zu haben.



- Nivellierlibelle (Wasserwage) des Nodelpunktadapters grade ausrichten

4. Objektiv säubern



Info: Staub und Verunreinigungen führen vor allem bei Nachtaufnahmen und Aufnahmen mit stärkerem Lichteinfall zu unschönen Lichtflecken welche die anschließende Bearbeitung erschwert.

5. Fokus einstellen



- Der ideale Fokus, der mittels einem Schärfentiefe-Rechner (Hyperfocale Distanz) errechnet wird, sichert ab, dass später alle nahen und fernen Gegenstände gleich scharf abgebildet werden.

Info: Da ich mein Fisheye Objektiv ausschließlich für die Panoramafotografie nutze, ist mein Fokus eingestellt und mit Klebeband fixiert. Das verhindert das versehentliche Verstellen, welches die ganze Aufnahme ruinieren könnte.

6. Autofokus abschalten (Manueller Fokus)



Info: Wichtig, um das automatische Fokussieren zu verhindern.

7. Brennweite einstellen



Info: Ich nutze eine Brennweite von 15 mm, da ich damit im fertig bearbeiteten Panorama eine ausgezeichnete Auflösung von ca. 14.000 x 7.000 Pixeln erziele. Kleinere Brennweiten bedeuten eine kleinere Auflösungen im Ergebnis, was mit einer sinkenden Qualität verbunden ist. Bei größeren Brennweiten sind mehr Aufnahmen in einem Kugelpanorama notwendig, um die Kugel vollständig abzubilden. Mehr Aufnahmen, bedeuten zwar eine höhere Qualität bzw. End-Auflösung, diese ist aber in der Webdarstellung nicht notwendig. Probleme beim anschließenden Bearbeiten können dann aber z.B. bei ziehenden Wolken entstehen, wenn zwischen der ersten Aufnahme und der letzten Aufnahme einer Reihe zu viel Zeit vergeht. Die nötige Anzahl der zu fertigenden Aufnahmen bzw. der nötigen Winkelschritte ergeben sich aus der verwendeten Brennweite und der gewünschten Überlappung. Mehr Informationen dazu, findest unter „Winkelschritte“ (Einleitung).

8. Kamera einschalten und einstellen (bzw. Benutzer-Profil auswählen)



- Modus-Wahlrad auf M (bzw. voreingestelltes Kamera-Profil)

Die Kamera sollte im Modus M (Manuell) wie folgt eingestellt werden:

- Belichtungsreihe aktivieren (Exposure Bracketing; Canon - AEB; Nikon - BKT)
vorzugsweise mit je zwei Blendenstufen Unterschied (-2; 0; +2)
- f10 (Blende; siehe „Ideale Blende & Fokus“ in der Einleitung)
- ISO 100 (Lichtempfindlichkeit des Sensors)
- RAW (Dateiformat)
- Selbstauslöser 2 Sek. (auch andere Auslösemethoden möglich)
- Mehrfeldmessung
- Weißabgleich (z.B. Schatten)



Erklärung zu den Einstellungen

Die **Belichtungsreihe** ist notwendig um sogenannte HDR-Bilder zu entwickeln. Diese ermöglichen einen größeren dynamischen Umfang der Lichter und Schatten im fertig bearbeiteten Panorama. Das bedeutet, dass helle Bereiche am Ende nicht überstrahlen und dunkle Bereiche nicht zu dunkel werden. Der bekannte HDR-Effekt wird später aber nicht zu sehen sein, da man diese Aufnahmemethode auch für natürlich wirkende Bilder nutzen.

Die **Blende f10** ermöglicht einen relativ großen Schärfebereich. Eine höhere Blendenzahl (kleinere Blende) verlängert zwar die Belichtungszeit, welche hier aber durch das Stativ kein Problem sein sollte.

Die Sensorempfindlichkeit von **ISO 100** sollte nicht erhöht werden, da jede Erhöhung mehr Bildrauschen verursacht, welches die Bildqualität mindert. Da sowieso in jedem Fall ein Stativ benutzt wird, und man dadurch auch mit sehr langen Belichtungszeiten scharfe Bilder aufnehmen kann, ist sogar bei Nachtaufnahmen selten ein höherer ISO-Wert notwendig.

Das **RAW-Format** (Rohdaten-Format) ist in jeden Fall zu empfehlen. Es bietet einen größtmöglichen Informationsgehalt und besitzt weitere Vorteile wie, dass bei falsch eingestellten Weißabgleich dieser nachträglich ohne Qualitätsverlust korrigiert werden kann. Das ist besonders bei Nachtaufnahmen und künstlichen Lichtquellen von Vorteil.

Den **Selbstauslöser** mit einer Verzögerung von 2 Sekunden nutze ich persönlich am liebsten, weil damit alle drei Bilder der Belichtungsreihe automatisch aufgenommen werden, und ich nicht jede einzelne Aufnahme „mitzählen“ muss. Natürlich sind hier auch andere Auslösemethoden möglich. Jedoch sollte in jedem Fall ein Fernauslöser verwendet werden, um Vibrationen der Kamera kurz vor der Auslösung zu vermeiden, was Verwackelungen und Unschärfe bedeuten würde.

Die **Mehrfeldmessung** ist die beste Lichtmessmethode in der Panoramafotografie.

Der **Weißabgleich**, ist bei der Aufnahme im RAW-Format theoretisch nicht wirklich wichtig, da dieser nachträglich ohne Probleme korrigiert werden kann. Um aber nacher die Aufnahmen an der Kamera besser einschätzen und bewerten zu können, sollte schon ungefähr der richtige Weißabgleich gewählt werden.

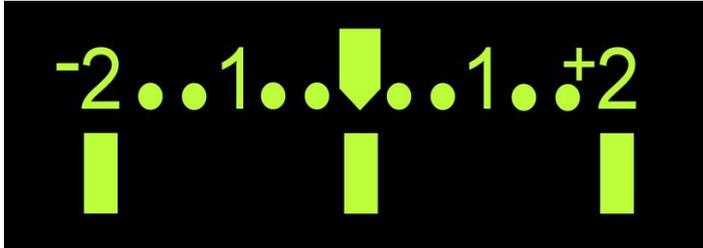
Hinweis: Um auch noch die kleinste Verwackelung zu vermeiden, kann auch die „Spiegelvorauslösung“ verwendet werden.

Info: Ich habe alle notwendigen Einstellungen auf einem Benutzer-Profil gespeichert, um diese nicht immer wieder neu einstellen zu müssen. Diese Funktion bieten jedoch nicht alle Kameras an. Ich persönlich nutze die Spiegelvorauslösung bei Kugelpanoramen nicht, weil diese Funktion die automatische Aufnahme aller drei Bilder in der Belichtungsreihe (HDR) unterbrechen würde, und ich so alle einzelnen Auslösungen „mitzählen“ müsste. Zudem ist die Verwackelung durch das Auf- und Zuklappen des Spiegels so gering, dass man diese später im fertigen Panorama nicht sehen wird.

9. Belichtungsmessung auf mittlere Helligkeit



- Kamera auf einen Bereich schwenken, der in etwa der mittleren Helligkeit der Umgebung entspricht, um die Belichtungsmessung durchzuführen. Darauf machen, dass nur der Nodalpunktadapter geschwenkt wird, nicht der Kugelkopf.
- Belichtungszeit so einstellen, dass sich der mittlere Belichtungsbalken auf der 0-Marke der Belichtungsskala befindet Kamera auf einen Bereich schwenken der in etwa der mittleren Helligkeit der Umgebung entspricht um die Belichtungsmessung durchzuführen:



10. Probeaufnahme



- Testaufnahme von hellen und dunklen Bereichen und wenn notwendig entsprechende Anpassung der Belichtungszeit (Bild 1 = normale Belichtung; Bild 2 = Unterbelichtung; Bild 3 = Überbelichtung)

Info: In diesem Schritt kontrolliere ich, ob die dunklen Bereiche in der überbelichteten Aufnahme ausreichend hell und die hellen Bereiche in der unterbelichteten Aufnahme ausreichend dunkel sind. Ist dies nicht der Fall, korrigiere ich die Belichtungszeit so lange, bis ein zufriedenstellendes Ergebnis gefunden ist. Da das fertige Panorama möglichst natürlich wirken soll, ist es auch nicht weiter problematisch wenn sehr helle Bereiche (z.B. Sonne) auch in der unterbelichteten Version leicht überstrahlen.

11. Startposition



- Nodalpunktadapter zurück auf 0°-Marke (horizontal) schwenken
- vertikalen Winkel einstellen (+45°)

Info: Da ich im Punkt 3 „Kugelpopf ausrichten“ die Kamera bereits auf die hellste Lichtquelle ausgerichtet habe, wird die Sonne im ersten Bild horizontal mittig im Bild zu sehen sein.

12. Fernauslöser einschalten



- Empfänger an der Kamera und Sender (Funkfernbedienung) einschalten

13. Aufnahme starten

- Bei der Aufnahme auf die richtigen Winkelschritte achten (siehe „Winkelschritte“ - Einführung)



Info: Ich beginne mit der oberen Aufnahmereihe und ende mit der unteren so, dass ich direkt im Anschluss das Bodenbild aufnehmen kann ohne den vertikalen Winkel am Nodalpunktadapter nochmal neu einstellen zu müssen.



- Bei der unteren Aufnahmereihe (Bodenbereich) sollte darauf geachtet werden, dass der eigene Schatten nicht im Bild zu sehen ist.

14. Aufnahme des Bodenbildes (Stativ versetzen)



- Um den Bereich aufzunehmen, der vom Stativ verdeckt wurde, wird das Stativ ca. 1,5 m verrückt. Am besten in die Richtung, in die der Schatten des Stativs den aufzunehmenden Bereich nicht verdeckt. Die Kamera ist dabei auf den Punkt gerichtet auf dem das Stativ zuvor gestanden hat.

Info: Da dieses Bodenbild nicht im Nodalpunkt“ aufgenommen wird, gibt es bei der anschließenden Bearbeitung eine kleine Besonderheit. Für diese Bodenbild-Aufnahme wird im Stitching-Programm (PTGui) die sogenannte „Viewpoint-Korrektur“ eingesetzt. Dabei wird mittels exakt manuell gesetzten Kontrollpunkten das Bild entsprechend verzerrt und so richtig eingebunden.

15. Einpacken



- Kamera & Fernauslöser ausschalten
- Objektivdeckel aufsetzen
- ggf. alles abbauen und einpacken
- ...den Weg nach Hause findest du selbst ;-)

FERTIG!

Hier nochmal ein kurzer Überblick über die einzelnen Schritte:

1. Standortauswahl
2. Stativ aufstellen
3. Kugelkopf ausrichten
4. Objektiv säubern
5. Fokus einstellen
6. Autofokus abschalten
7. Brennweite einstellen
8. Kamera einschalten und einstellen
9. Belichtungsmessung
10. Probeaufnahme und Kontrolle
11. Startposition
12. Fernauslöser einschalten
13. Aufnahme starten
14. Bodenbild aufnehmen
15. Ausschalten, Abbauen und Einpacken

Tutorials zur Panoramabearbeitung und Konvertierung für das Internet findest du hier:

[Komplette Panorama-Bearbeitung](#)
[Konvertierung für das Internet \(Flash & HTML5\)](#)

Das fertige Panorama findest du hier auch als virtuelles Kugelpanorama.

Ich hoffe meine Anleitung war übersichtlich und verständlich.

Vielen Dank an die Panorama-Community(.net) für die professionelle Unterstützung in allen Fragen.

Wenn diese Anleitung hilfreich für dich war, würde ich mich freuen wenn du auf unserer Facebook-Seite "pixelliebe" mit "Gefällt-mir" markierst oder uns einen kleinen Eintrag im Gästebuch hinterlassen würdest. Bei weiteren Fragen kannst du uns gern über das Kontakt-Formular kontaktieren.

Facebook: [pixel-liebe](#)

Vielen Dank
Gruß Thomas