



Klaus Kindermann

# Digitale Fotoschule

# Panoramafotografie



- ▶ Panoramen perfekt fotografieren
- ▶ Die Teilbilder am Computer präzise zusammenbauen
- ▶ Bildfehler erkennen und beseitigen

FRANZIS

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
----------------	----------

<b>Panoramafotografie</b>	<b>8</b>
---------------------------	----------

Projektionsverfahren für die Stitching-Methode	10
Aufnahmen im Hoch- und Querformat	17
Gigapanos mit enormer Auflösung	18
Belebte Panoramen	20
Vor dem Panorama-Shooting	24
Aufnahmesituation und Objektiv	26
Aufnahmetipps für Panoramabilder	27

<b>Nodalpunktjustierung</b>	<b>34</b>
-----------------------------	-----------

Zentralen Knotenpunkt ermitteln	34
So ermitteln Sie die Anzahl der Teilbilder	41
Teilbilder bei 360-Grad-Panoramen ermitteln	42

<b>Perspektive und Kameraneigung</b>	<b>44</b>
--------------------------------------	-----------

Stürzende Linien	44
Optische Abbildungsfehler	46

<b>Panoramabilder montieren</b>	<b>50</b>
---------------------------------	-----------

Vorbereitung	50
Stitchen mit Adobe Photoshop	51
Stitchen mit AutoStitch	58
Stitchen mit Autopano Pro	60
Stitchen mit PanoramaStudio	64
Stitchen mit Hugin	66
Bildfehler und die Ursachen	68

## **Multi-Viewpoint-Panoramen** **72**

Bildmontage mit versetzter Aufnahmeposition	72
---	----

## **Drucken und präsentieren** **76**

Ausdruck großformatiger Bilder	76
Ausgabe für Web und Bildschirm	76
Welcher Viewer ist der richtige?	77
Bildaufbereitung für das Web	80
3-D-Objektmovies erstellen	84
Bilder optimal präsentieren	85

## **Tipps für perfekte Panormen** **88**

Bildmontage im Hochformat	88
Bildmontage mit Shift-Aufnahmen	97
Bildmontage sphärischer Panoramen	101
Little Planets – Kleine Welten	107
Ausgabekorrekturen mit Adobe Photoshop	113

## **Index** **116**

Bildnachweis	119
--------------	-----

# Panoramafotografie

*Jede Einzelaufnahme eines Panoramas ist ein Bildausschnitt des Ganzen. Durch das Zusammensetzen sich teilweise überlappender Einzelbilder werden die Bildausschnitte zu einem Panoramabild vergrößert. Man spricht dabei von Stitching, dem Zusammennähen der Teilbilder. Dabei können Sie Bilder mit einer 360-Grad-Rundumsicht und einer Bildhöhe bis zu 180 Grad erstellen. Die Abbildung entspricht dabei einer Betrachtungsweise, als ob Sie aus dem Zentrum einer Kugel schauen.*

Solche kugelförmigen Panoramen werden auch gerne zur Darstellung im Internet verwendet. Der Betrachter sieht jeweils nur einen Ausschnitt des gesamten Bilds durch einen speziellen Viewer (Programm zur Bildbetrachtung). Mittels der Animation des dahinter liegenden Gesamtbilds oder durch die Bewegung mit dem Mauszeiger, können Sie

den jeweiligen Bildausschnitt verschieben. Durch diesen Bildausschnitt wird die auf eine Fläche projizierte und für das menschliche Auge verzerrt wirkende Gesamtdarstellung des Bilds erkennbar.

Panoramen, die Sie in einem Foto oder Druck wiedergeben möchten, müssen Sie auf einen bestimmten Bereich begrenzen, um eine vergleichsweise realistische Darstellung zu erzielen. Üblich sind Bildwinkel in der Breite bis zu 200 Grad und in der Höhe bis ca. 120 Grad. Für ein klassisches Panorama, entsprechend einer Rundumsicht, müssen Sie zumeist nur eine Aufnahmereihe auf einer Ebene erstellen. Die üblicherweise horizontal oder nur leicht geneigt aufgenommenen Teilbilder fügen Sie dann in einer Reihe bis zu einem Bereich von 360 Grad aneinander.



Nikon D700, Brennweite 50 mm, Querformat, Bildwinkel 200 Grad.

---

Um eine natürliche wirkende Darstellung zu erzielen, sollte das jeweilige Motiv als gedrucktes Einzelbild einen Blickwinkel von ca. 200 Grad nicht überschreiten. Dieses Panoramabild wurde aus vier Teilaufnahmen zusammengesetzt.

---



Sphärische Projektion eines 360° x 180°-Panoramas auf eine Fläche. Diese Form der Darstellung wird auch als Equirectangular bezeichnet.

Bei Landschaftsbildern ist diese Form des Panoramas üblich, da der obere Bereich (Himmel) und zumeist auch ein Großteil des unteren Bildbereichs (Boden) oftmals nicht bildwichtig sind. Die Bildansicht entspricht einer Zylinderform. Der Betrachter befindet sich dabei im Zentrum des Zylinders. In der flächigen Bildansicht ist dieser Zylinder dann aufgeschnitten und ausgerollt. Mithilfe eines Viewers kann dabei auch nur ein Ausschnitt des Bilds betrachtet werden, um einen realistischeren Eindruck zu ermöglichen. Eine besonders realistische Bildwiedergabe erzielen Sie daher auf einem Hintergrund, der wie die Aufnahme gekrümmt ist und bei der sich der Betrachter tatsächlich im Zentrum aufhalten kann.

Diese Art der Darstellung, bei der sich der Betrachter im Mittelpunkt eines Bilds befindet, wurde bereits im 17. Jahrhundert bei der kunstvollen Bemalung von Innenräumen angewendet. Anfang des 19. Jahrhunderts waren solche begehbaren, teilweise extrem großen Panorama-Malereien sehr modern und zogen Menschenmassen zur Besichtigung an. Die großformatigen Bilder waren dazu oft auch in speziellen Bauten und Konstruktionen untergebracht. Einige dieser Panoramen sind heute noch erhalten und können in Museen bewundert werden. Die Bezeichnung „Panorama“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet Rundgemälde.

### Tipp

#### Panoramamuseen

Im Panoramamuseum Bad Frankenhausen ist das Monumentalbild „Frühbürgerliche Revolution in Deutschland“ des Malers Werner Tübke zu sehen, entstanden 1983 bis 1987 und damit noch neueren Datums. Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.panorama-museum.de](http://www.panorama-museum.de).

Das Panoramamuseum in Salzburg zeigt die Stadt Salzburg und ihr Umland um 1829. Eine Detailbetrachtung ist mittels Fernrohren von der Besucherplattform aus möglich. Gemalt wurde das Bild von Johann Michael Sattler (1786 – 1847). Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.salzburg-museum.at/143.html](http://www.salzburg-museum.at/143.html).

Bei sphärischen Aufnahmen in der Panoramafotografie, die durch mehrere Aufnahmeebenen (mehrzeilig) entstehen und daher bis zu einer Kugelform (360 x 180 Grad) möglich sind, erfolgt die Bildwiedergabe zumeist ebenfalls auf einer Fläche. Dies geschieht durch die Projektion eines Teils oder des ganzen kugelförmigen Bilds. Zu den bekanntesten Darstellungsformen zählt die zylindrische Projektion, bei der ein Bild mit einer Rundumsicht bis zu 360 Grad in zweidimensionaler Form wiedergegeben werden kann. Das kugelförmige Bild wird dazu in Zylinderform ausgerollt dargestellt. Dabei werden die Bildteile am oberen und am unteren Bildrand jedoch stark verzerrt und abgeschnitten. Nur die Darstellung mit einem speziellen Viewer, wie bereits beschrieben, ermöglicht eine entzerrte Abbildung. Innerhalb eines solchen virtuell begehbaren Bilds können auch Hotspots (anklickbare Markierungen) angebracht werden, die den Zugang zu weiteren Panoramen eröffnen.

Die Bilddarstellung wird dabei zu einer Benutzeroberfläche, in die der Betrachter wie bei einem Computerspiel eintauchen kann. Solche virtuellen Besichtigungen zur Anwendung auf einem Computer sind für Außenbereiche und für Innenräume möglich. Die Größe der Räume kann variieren und so können sowohl Kirchen, Museen oder Hotels sowie auch der Innenraum von Jachten, Autos oder Flugzeugcockpits virtuell begehbar gemacht werden. Weitere Darstellungsformen oder Projektionsverfahren, wie eine würfelförmige Darstellung, bei der die Seiten eines Rundumblicks auf einer Fläche in Würfel form dargestellt werden, sind mit einigen Programmen ebenfalls herstellbar.

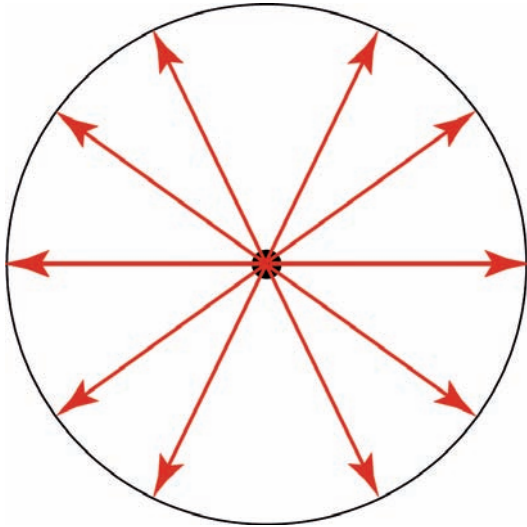
## Projektionsverfahren für die Stitching-Methode

Bei einer Panoramaaufnahme erstellen Sie immer von einem bestimmten Punkt aus eine Rundumsicht, sei es aus Teilbildern oder mit einer anderen Aufzeichnungsmethode. Die Bildwiedergabe erfolgt dann aber üblicherweise in Form einer Fläche. Daher müssen Sie eine bestimmte Darstellungsform, auch als Projektionsverfahren bezeichnet, wählen. Für die von uns angewandte Methode der Zusammensetzung von Teilbildern, dem Stitching, werden die wichtigsten Projektionen nachfolgend beschrieben.

### Zylindrische Projektion

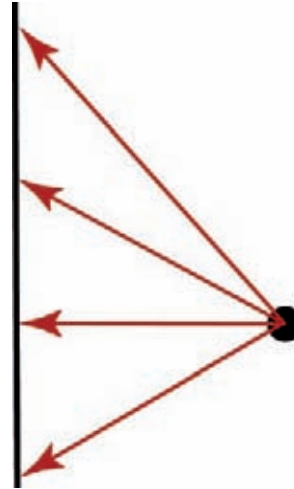
Bei der zylindrischen Projektion werden die aufgenommenen Teilbilder auf einen Zylinder projiziert, der anschließend aufgeschnitten und ausgerollt wird. Auf der x-Achse des Bilds (waagerechte Achse) werden die Teilbilder immer im gleichen Abstand zum Bildmittelpunkt übertragen. Durch

die Übertragung der rechtwinklig (rectilinear) aufgenommenen Bilder auf diesen Zylinder entstehen an den Bildrändern Abrundungen, die je nach Brennweite unterschiedlich stark ausfallen. Dabei ist die Abrundung umso stärker, je geringer die Brennweite des Objektivs (zunehmend weitwinkliger) ist.

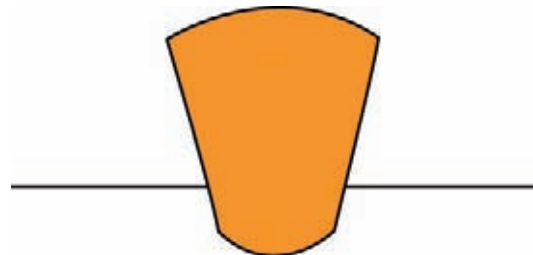
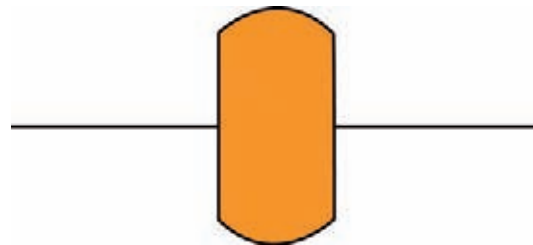


Schematische Darstellung einer zylindrischen Projektion mit einer Abbildung bis zu 360 Grad.

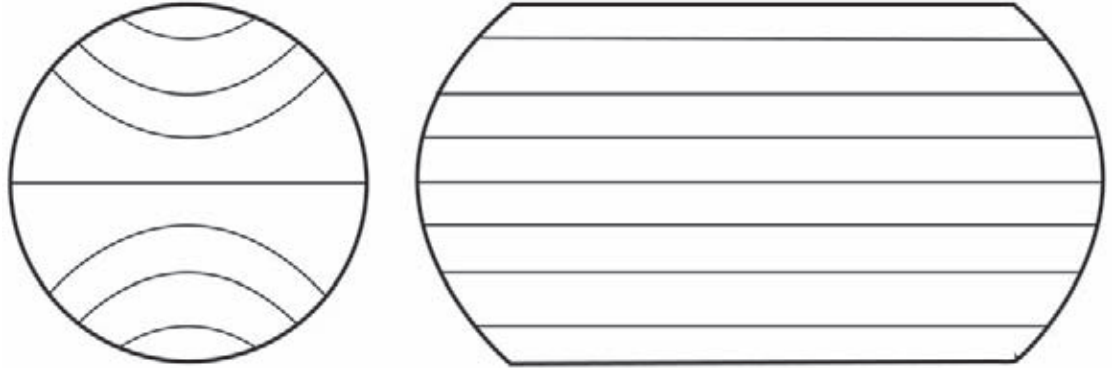
Auf der y-Achse (senkrechten Achse) der Projektion muss der abzubildende Bereich umso stärker gedehnt werden, je weiter er von der Bildmitte, dem Horizont, entfernt ist. Dadurch können im oberen und unteren Bildbereich extreme Verzerrungen an Bilddetails auftreten. Gerade Bildlinien treten als Rundungen in Erscheinung. Der in der Praxis maximal akzeptable Wiedergabebereich, von der Bildmitte aus, sollte ca. 60 Grad jeweils nach oben und nach unten, also ungefähr 120 Grad insgesamt, nicht überschreiten, da ansonsten die Verzerrungen im Randbereich möglicherweise zu unrealistisch werden.



Schematische Darstellung des Aufnahmepunkts bei nach unten versetztem Horizont.



Schematische Darstellung der Verzerrungen bei einer zylindrischen Projektion; **oben**: Bildhorizont mittig, **unten**: Bildhorizont im unteren Bilddrittel.



Schematische Darstellung der Mercator-Projektion. Die Linien der Kugelform werden in gerade Linien auf den Plan übertragen.

### Mercator-Projektion

Die Mercator-Projektion wurde nach ihrem Erfinder, dem Kartografen Gerhard Mercator (1512-1594), benannt. Diese Projektionsart ist eine besondere Form der zylindrischen Projektion und wird bevorzugt bei Kartendarstellungen der Erdoberfläche verwendet, speziell bei See- und Luftkarten. Die künstliche Verzerrung entlang der Zylinderachse, also in Nordsüd-Richtung ermöglicht eine Darstellung mit einer winkelgetreuen Abbildung, die zugleich aber auch eine starke Flächenverzerrung der Polarregionen mit sich bringt. Eine längentreue Darstellung ist daher, bei Abbildung einer Kugel, nur am Äquator möglich. In der Praxis ergibt diese Projektionsart gegenüber der reinen zylindrischen Projektion gelegentlich eine verbesserte Bildwiedergabe. Je nach Aufnahme, Bildwinkel und verwendetem Objektiv sind die Unterschiede jedoch oftmals auch nur sehr gering.

### Planare Projektion

Bei dieser geradlinigen, auch rectilinear oder Flächenprojektion genannten Projektionsmethode wird auch das kugelförmige oder zylinderförmige Bild möglichst rechtwinklig auf einer Ebene dargestellt. Dadurch kommt es bei starken Bildwinkeln im Randbereich zu extremen Verzerrungen und auch zu

extremen Beschneidungen. Bei nicht kugelförmigen Aufnahmen und bei zylinderförmigen Aufnahmen mit geringerem Bildwinkel, die also nur geringfügig gebogen sind, sowie bei Aufnahmen mit starken Bildausschnitten ist diese Projektionsmethode jedoch oftmals sehr realistisch in der Wiedergabe.

Diese Art der Bildwiedergabe entspricht auch üblichen fotografischen Aufnahmen, die als Einzelbild wiedergegeben werden. Bei erhöhten Bildwinkeln, mit Weitwinkel- oder Fisheye-Objektiven, kommt es bei der Aufnahme im Randbereich ebenfalls zu stärkeren Verkrümmungen. Der gesamte Bildwinkel sollte in der planaren Projektion für eine optimale Wiedergabe kleiner als 200 Grad ausfallen.

Diese Projektionsart sollten Sie bevorzugen, wenn Sie größere Objekte, z. B. große Gebäude, die nicht mehr in einem Bild erfasst werden können, darstellen möchten. Sie haben dabei die Möglichkeit, eine Gesamtansicht durch mehrere Teilaufnahmen zusammenzusetzen. Dabei können Sie z. B. in der Architekturfotografie das so erstellte Panorama auch zur späteren perspektivischen Entzerrung nutzen. Ein weiterer Vorteil ist die daraus entstehende erhöhte Auflösung des Gesamtbilds, die auch extreme Vergrößerungen ermöglicht.



# Index

## Symbole

3-D-Modelle 84

## A

Adobe Photoshop 26, 51, 76  
 Arbeitsspeicher 54  
 Auswahlwerkzeuge 54  
 Deckkraft 74  
 Ebenen 54  
 halbautomatische Montage 92  
 Kopierstempel 57  
 manuelle Montage 88  
 Montage 74, 103  
 Radiergummi 54, 75  
 RAW-Dateien 56  
 Reparaturpinsel 57  
 Scripten 54  
 Skalieren 74  
 Smart-Objekte 55  
 Transformieren 74  
 Überlappung 54  
 Verzerren 74  
 Animation 84  
 Architekturaufnahmen 45  
 Aufnahmesituation 26  
 Aufnahmetipps 27  
 Autopano Pro 26, 60  
 Montage 94  
 AutoStitch 58

## B

Begehbare Panoramen 16  
 Belebte Panoramen 20  
 Beleuchtung 29  
 Belichtung 29, 69  
 Belichtungseinstellungen 29  
 Belichtungsreihen 29  
 Belichtungssteuerung 70  
 Bewegliche Objekte 20

Bewertung 23  
 Bildboden 16  
 Bildbrüche 71  
 Bildfehler 68  
 Bildfeldwölbung 17  
 Bildhimmel 16  
 Bildmontage 25, 57, 88  
 Shift-Aufnahmen 97  
 Bildpräsentation 85  
 Bildretusche 20  
 Bildschärfe 30  
 Bildseitiger Knotenpunkt 34  
 Bildübergänge 25  
 Bildüberlappung 41, 69  
 Bildwinkel 8, 41, 42  
 Blendenreflexe 28  
 Brennweite 11, 18, 24, 34, 41

## C

Chromatische Aberration 46  
 Clauss Nodalpunktadapter 40  
 Copyright 103

## D

Dersch, Helmut 66, 81  
 DevalVR 79  
 Distorsion 46  
 Drehpunkt 34  
 Drehteller 84  
 Drucken 76

## E

Einzelaufnahme 8  
 Entzerren 45, 97  
 Equirectangulare Projektion 16  
 EXIF-Daten 65, 106

**F**

Farbtiefe 29  
 Farbverschiebung 30  
 Fisheye 12, 32, 42, 44  
 Flächendarstellung 25  
 Flash-Player 80, 83  
 Frich, Arnaud 18  
 FSP-Viewer 78

**G**

Gegenlichtsituation 32  
 Geisterbilder 27, 70  
 Gigapan 19  
 Gigapanos 18  
 Gigapixelpanoramen 19

**H**

HDR-Bilder 29  
 HDR-Format 76  
 HDR-Panorama 29  
 Helligkeitsumfang 29  
 Hochformat 17, 34, 88  
 Horizont 24, 33, 68  
 HTML-Format 83  
 Hugin 26, 66

**I**

Internet 76

**J**

Java-Applet 81  
 JPEG-Format 29, 30, 50, 76, 106

**K**

Knotenpunkt 34  
 Kolor 18  
 Kreuzlibelle 35  
 Kreuzschlitten 34, 36  
 Kugelhöpfe 35  
 Künstliches Licht 30

**L**

Langzeitbelichtungen 30  
 Lichtwert 29  
 Lichtzelt 84  
 Little Planets 86, 107  
 Luftkarten 12

**M**

Maynard, Gerald 18  
 Mercator, Gerhard 12  
 Mercator-Projektion 12  
 MK-Pano-System 40  
 Montage 50, 74, 88  
 Multirow 34  
 Multirow-Modus 41  
 Multi-Viewpoint-Panoramen 72

**N**

Nachtaufnahmen 30  
 Nadir 16, 42, 101  
 Nivellierplatte 35  
 Nodal-Ninja mit Panoramamotor 40  
 Nodalpunkt 24, 34  
 Nodalpunktadapter 24, 34  
   Eigenbau 41  
 Nodalpunktjustierung 34  
 Nodalpunktmontageeinrichtung 36  
 Novoflex-Nodalpunktadapter 40

**O**

Object2VR 84  
 Objektiv 26  
 Objektmovies 84  
 Online-Druckdienst 76  
 Optische Abbildungsfehler 46

**P**

Pano2VR 82, 86  
 Panorado 79  
 Panoramabildkonverter 82  
 Panoramakopf 35

Panorama-Malerei 9  
Panoramamuseen 10  
PanoramaStudio 64  
Parallaxenfehler 24  
Personen 20  
Perspektive 23, 44  
Photomatrix Pro 76  
Photomerge 26, 51, 55  
    Layout-Vorgaben 52  
Planare Projektion 12  
Polarkoordinatenfilter 86  
Präsentieren 76, 85  
Projektion 25  
PSD-Format 76  
Ptgui 26  
PT-Viewer 81

## Q

Querformat 17, 34  
QuickTime VR 79, 80, 83

## R

Randbeschnitt 17  
RAW-Format 29, 30, 50, 106  
RAW-Konverter 50  
Rectlineare Projektion 44  
RMS 62, 70  
Rundumsicht 8, 26

## S

Schärfeebene 30  
Schärfentiefebereich 30  
Schatten  
    wandernde 28, 70  
Seekarten 12  
Senkrechte Linien 45  
Shift-Objektive 45  
Singlerow 34  
Sonnenstand 32

Sphärische Panoramen 10, 31, 101, 107  
Standortwahl 32  
Stativ 35  
Stativadapter 36  
Stativteller 35  
Stitchen 25  
Stitching 10, 19, 51, 86  
Stitching-Software 57  
    Autopano Pro 60  
    AutoStitch 58  
    Hugin 66  
    PanoramaStudio 64  
Stürzende Linien 44, 97  
Sunex 40

## T

Teilaufnahmen 18  
Teilbilder 8, 29, 41  
    bewerten 23  
TIFF-Format 30, 50, 106  
Tipps 88  
Tonwertanpassung 26

## U

Überlappung 19, 24  
Unschärfen 69

## V

Verreißen 30  
Verwackeln 30  
Verzeichnung 46  
Viewer 26, 77  
    DevalVR 79  
    FSP-Viewer 78  
    Panorado 79  
    PT-Viewer 81  
Vignettierung 46  
Vorbereitungen 24

**W**

Wasserwaage 35  
Web 76, 80  
Weißabgleich 30, 70  
Weitwinkel 12, 32, 44  
Würfelförmige Projektion 16

**Z**

Zenit 16, 42  
Zentraler Knotenpunkt 34, 37  
Zubehörschuh 35  
Zylindrische Projektion 10, 44

**Bildnachweis**

Klaus Kindermann S. 8-44  
Nikon S. 45  
Klaus Kindermann S. 46-115