



Thomas Bredenfeld

Panoramafotografie

Die große Fotoschule



Das Standardwerk für Einsteiger und Profis

Aufnahmetechniken, Produktion und Präsentation

Inkl. Drohnen-, Astro- und HDR-Panoramen sowie virtuellen Touren



Alle Beispielprojekte aus dem Buch zum Download



Rheinwerk
Fotografie

Impressum

Dieses E-Book ist ein Verlagsprodukt, an dem viele mitgewirkt haben, insbesondere:

Lektorat Simone Bechtold, Frank Paschen

Korrektur Annika Holtmannspötter, Münster

Typografie und Layout Vera Brauner, Christine Netzker

Herstellung E-Book Maxi Beithe

Covergestaltung Bastian Illerhaus

Coverfotos Thomas Bredenfeld

Satz E-Book weiss.design/zienke.design, Stefan Zienke

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-8362-9638-0

4., aktualisierte und erweiterte Auflage 2023

© Rheinwerk Verlag GmbH, Bonn 2023

Liebe Leserin, lieber Leser,

mit einem Panorama sind besonders weite Blickwinkel möglich: auf Berg- und Küstenlandschaften, von innerstädtischen Plätzen und in Innenräumen. Zahlreiche Smartphones und Systemkameras bieten Funktionen, um solche Panoramen *on the go* zu machen. Warum braucht es dann ein so umfassendes Buch wie dieses hier? Weil deutlich hochwertigere Ergebnisse möglich sind, wenn Sie selbst die Kontrolle übernehmen und bereit sind, sich mit spezieller Technik und den entsprechenden Aufnahmetechniken auseinanderzusetzen. Dann erhalten Sie Ergebnisse, die Sie auch großformatig präsentieren und sogar zu interaktiven virtuellen Touren verbinden können.

Thomas Bredenfeld hat über 25 Jahre Berufserfahrung in der Panoramafotografie und weiß, was Sie dazu wissen müssen. Und er versteht es, seine umfangreiche Expertise zu den verschiedenen Aspekten des Genres optimal zu vermitteln. Dieses Buch ist technisch und unterhaltsam, es ist detailliert und praktisch. Unabhängig davon, ob Sie gerade erst beginnen oder Ihre Fähigkeiten verbessern und ausbauen wollen: Thomas Bredenfeld begleitet Sie Schritt für Schritt. Von der bestmöglichen Aufnahme der Einzelbilder über die verschiedenen Phasen der Produktion bis zur Präsentation. Sie lernen Technik, Software und Vorgehensweisen im Detail kennen, sodass Sie schon bald selbst Panoramen erstellen, die sich sehen lassen können.

Ich wünsche Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre und viel Freude beim Fotografieren, Produzieren und Präsentieren! Bei Fragen oder Anregungen zum Buch stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung. Denn Ihre Erfahrung und Ihr Feedback bereichern unsere Publikationen.

Ihr Frank Paschen

Lektorat Rheinwerk Fotografie

frank.paschen@rheinwerk-verlag.de

www.rheinwerk-verlag.de

Rheinwerk Verlag · Rheinwerkallee 4 · 53227 Bonn



Inhalt

Vorwort	14
1 FASZINATION PANORAMA	18
1.1 Der weite Blick	18
1.2 Perspektivwechsel	19
1.3 Interaktive Welten	21
2 GESCHICHTE DER PANORAMEN	24
2.1 Panoramamalerei	24
2.2 Panorama für alle: Reiseführer	27
3 KAMERATECHNIK	30
3.1 Analoge Panoramafotografie	30
Schwinglinsen- und Schlitzkameras	30
Breitformate	32
3.2 Digitale Panoramafotografie	34
Rundscannerkameras	34
Sweep-Panoramen	35
One-Shot-Lösungen	35
Digitale Kompakt- und Systemkameras	37
4 BILDPROJEKTIONEN BEI PANORAMEN	40
4.1 Was ist eine Projektion?	40
4.2 Rektileare Projektion	40

4.3	Zylindrische Projektion	41
4.4	Sphärische Projektion	42
4.5	Kubische Projektion	42
4.6	Spezielle Projektionen	44
	Stereografische Projektion/Little Planets	44
	Vedutismo/Panini	44

5	AUFNAHME VON PANORAMEN	48
5.1	Drehung	48
5.2	Ausrichtung	48
5.3	Überlappung	50
5.4	Die Formatfrage	50
	Hoch- und Querformat	51
	Bildproportionen	52
5.5	Automatiken abschalten	53
5.6	Weißabgleich	54
5.7	Schärfe und Autofokus	55
5.8	Belichtungszeit	56
	Beste Belichtung finden	56
	Histogramm	58
5.9	Raw oder JPEG?	59
	JPEG	59
	Das Raw-Format	59
5.10	Blende und Schärfentiefe	60
	Schärfentiefe	60
	Hyperfokaldistanz	62
5.11	Sensorgröße	62
5.12	Bildbedarf	65





5.13	Grundlegende Aufnahmebeispiele	66
	Planare Panoramen/Teilpanoramen	66
	Zylindrische Panoramen	67
	Sphärische und kubische Panoramen	68
5.14	Zusammenfassung	70

6 AUSRÜSTUNG UND ZUBEHÖR 74

6.1	Kamera	74
	Kameratypen	74
	Smartphones	74
	Spiegellose Systemkameras	75
	Digitale Spiegelreflexkameras	76
6.2	Objektiv	77
	Standardzooms	77
	Normalbrennweiten	78
	Weitwinkel	79
6.3	Fischaugen	79
	Weitwinkel vs. Fischauge	80
	Fisheyezooms	81
	Pancake Fisheyes	81
	Fischaugentypen: Circular, Fullframe und Porträt	82
	Fischaugenobjektive »rasieren«	83
	Abbildungsgeometrie	84
	Projektionen	85
	Aufnahmemuster und Bildbedarf bei Fischaugen	86
	Teleobjektive	90
	Spezialfall Shift-Panoramen	91
	Fremdobjektive, Adapter und »Altglas«	94
	Zusammenfassung	96
6.4	Stativ	96
	Material	96
	Auszüge.....	97

6.5	Kugelkopf, Mehrwege-Neiger und Nivellierer	98
	Funktionsprinzip: Mehrwege-Neiger oder Kugelkopf	99
	Kugelkopf	99
	Eingebaute Neiger beim Stativ	99
	Nivellierkalotten	100
	Nivellierer	100
6.6	Der Panoramakopf	101
	Parallaxenfehler	102
	Einstellung des Panoramakopfes	103
	Querversatz ermitteln	103
	Der No-Parallax Point	106
	No-Parallax Point ermitteln	106
	Drehplatten und Indexer	109
	Kopftypen	111
	Köpfe für zylindrische Panoramen	111
	Köpfe für sphärische Panoramen	112
	Gekippte Köpfe	114
	Ringe für Fischaugenobjektive	115
	Technische Details und nützliches Zubehör	117
6.7	Ausrüstung für spezielle Aufnahmetechniken	121
	Einbeinstativ/Monopod	121
	Hochstativ	122
	Roboter und automatische Stativköpfe	124
	360°-One-Shot-Kameras	129
	Herstellerübersicht	132

7 AUFNAHMETECHNIKEN UND TIPPS **136**

7.1	Besonderheiten und Herausforderungen	136
	Motive	136
	Verzerrungen	137
	Ausschnitt	138
	Nähe und Ferne	139
	Symmetrie	140





7.2	Aufnahmeprobleme meistern	140
	Kontrastumfang bei Innen- und Außenaufnahmen	140
	Sonne im Bild	141
	Stativ- und Fotografenschatten	143
	Zeitprobleme	143
	Passanten und bewegte Objekte	145
	Bodenbild	146
7.3	Spezielle Aufnahmetechniken	148
	Freihandaufnahmen	148
	Panoramen mit Mehrfachbelichtungen	149
	Lineare Panoramen	150
	Vertikale Panoramen	150
	Gigapixel-Panoramen	152
	Drohnenpanoramen	153
	Astropanoramen	156
7.4	Tipps und Tricks	165
	Schwerpunkt vs. NPP	165
	Stativ beschweren	165
	Farb- und Graukarte	166
	Nützliche Programme für die Vorbereitung	166
8	PRE-PRODUCTION	174
8.1	Vorbereitung und Bildverwaltung	174
	Datenhaltung – Datenstruktur	176
	Import	176
	Strukturierung	178
	Sichten, Filtern und Sortieren	179
	Verschlagwortung	180
	Geodaten	181
8.2	Bildkorrekturen in der Pre-Production	182
	Synchronisation der Bearbeitung von Bildreihen	182
	Belichtung und Tonwertkorrektur	183
	Weißabgleich und Farbkorrektur	184
	Chromatische Aberration	187

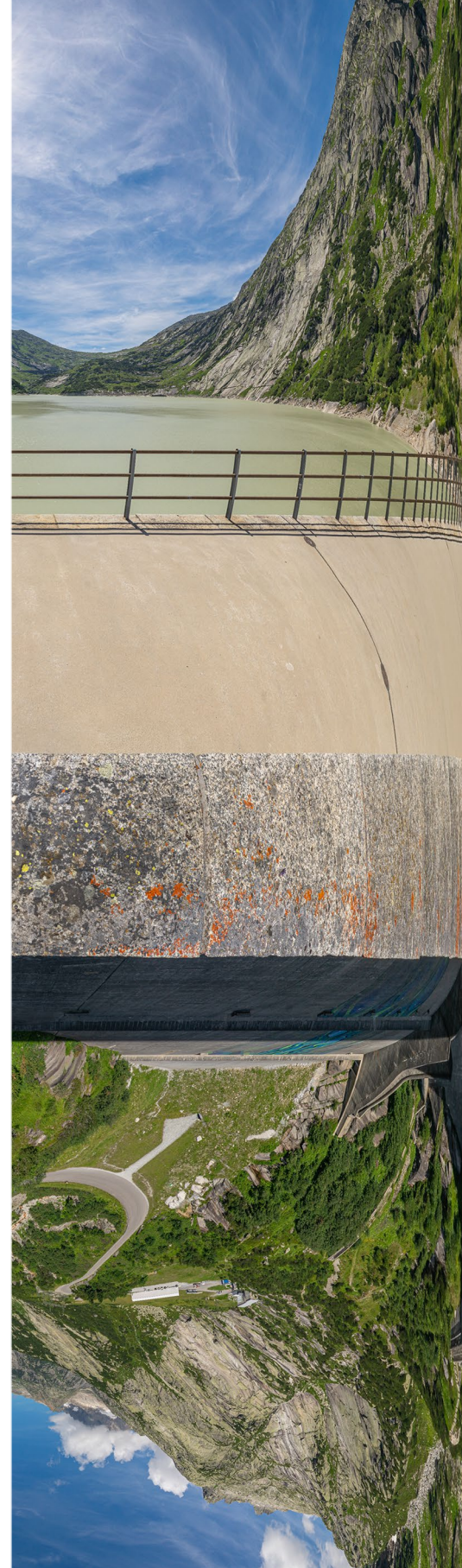
Schärfen	189
Rauschen	190
Vignettierung	192
8.3 Export der bearbeiteten Bilder	193
Export aus Lightroom	193
Anforderungen	196
 9 STITCHING	 200
9.1 Grundprinzipien	200
Entzerrungen	200
Mustererkennung und Kontrollpunkte	201
9.2 Software	202
Hugin	203
PTGui	204
PanoramaStudio	206
Die Adobe-Panorama-Engine: Photomerge	206
Fazit	208
 10 PRAKTISCHE ARBEITSBEISPIELE	 212
10.1 Panorama mit Adobe Photoshop Elements	212
10.2 Panorama direkt aus Lightroom	216
10.3 Teilpanorama mit Hugin	220
10.4 360°-Panorama mit Photoshop	228
10.5 Sphärisches Panorama mit PanoramaStudio Pro	234
10.6 Sphärisches Panorama mit PTGui	241
10.7 Sphärisches Panorama aus Fischaugenbildern mit PTGui.....	254





11	AUSGABEFORMATE UND KONVERTIERUNGEN	270
11.1	Ausgabeprojektionen	270
	Zylindrisches Panorama	270
	Kubisches Panorama	274
	Sphärisches Panorama	275
	Sonderformen	278
11.2	Konvertierungswerkzeuge	281
	Photoshop	281
	Flexify	281
	Hugin	282
	PTGui	283
	Pano2VR	283
11.3	Beispiele für Konvertierungen und	
	Perspektivkorrekturen	284
	Photoshop – Transformationsfunktionen	284
	Hugin	287
	Perspektivkorrektur in PTGui	291
	Transformationen mit Pano2VR	296
12	NACHBEARBEITUNG	302
12.1	Besondere Probleme bei Panoramen	302
12.2	Blending	304
12.3	Maskierung	308
	Vorsorge	308
	Maskierung in PTGui	309
	Maskieren in anderen Panoramaprogrammen	310
12.4	Retusche von Panoramen	311
	Bilder vor dem Stitchen retuschieren	311
	Kantenbrüche	312

Säume durch Vignettierung	313
Stativschatten	314
Retusche mit künstlicher Intelligenz	316
12.5 Stativkopf-Retusche	318
Spiegelkugel	319
Abdecken mit Plakette	322
Retusche	325
Stativkopf-Retusche mit Pano2VR und Photoshop	333
Stativretusche mit Pano2VR und Photoshop Generative Fill	335
Stativretusche mit Affinity Photo	338
12.6 Farb- und Tonwertkorrekturen	340
 13 AUSGABE FÜR DAS WEB	 344
13.1 Interaktive Darstellung von Panoramen	344
Technisches Prinzip	345
13.2 HTML5-Panoramen	346
Anforderungen und Eigenschaften	346
HTML5-Panoramaplayer	350
Weitere HTML5-Panoramaplayer	354
13.3 Praktisches Beispiel für die Webausgabe	355
HTML5-Panoramen mit Pano2VR	355
13.4 Gigapixel- und Zoomtechnologien	365
13.5 Interaktive Panoramen im Web präsentieren	368
Hosting, Server, Webspace, Provider und Domain	368
Panoramen beim Programmhersteller veröffentlichen	368
Panoramen im eigenen Webspace präsentieren	369
Speicherportale	372
Panorama-Portale	372
Lokaler Betrieb	373





14	VIRTUELLE TOUREN	376
14.1	Interaktive virtuelle Touren	376
14.2	Produktion von virtuellen Touren	378
	Virtuelle Tour mit 3DVista	378
	Virtuelle Tour mit Pano2VR	382
14.3	Weitere Programme und Plattformen	394
	Marzipano	394
	krpano	395
	CMS4VR	395
	Online-Plattformen	395
14.4	Google Street View	396
14.5	Interface-Design	398
	Icons und Buttons	398
	Responsive Design	400
14.6	Panorama-Communitys und Hilfe	401
15	AUSGABE FÜR DEN DRUCK	404
15.1	Bildgröße und Auflösung für den Druck	404
15.2	Farbmanagement	405
15.3	Welchen Drucker verwenden?	406
15.4	Ausbelichten	407
15.5	Präsentation	408
	Druck auf Leinwand oder Papier	408
	Kaschieren auf Aluminium oder Dibond	408
	Diasec	409
	Andere Druckverfahren	410

16

HDR-PANORAMEN

16.1

Aufnahme von HDR-Panoramen

Was ist HDR?

Bracketing

Belichtungsreihen

Kamera-Bracketing erweitern

Tipps für HDR-Aufnahmen

16.2

Produktion von HDR-Panoramen

Sichtung und Vorbereitung

Belichtungsreihen ausrichten

Die Grundverfahren

16.3

HDR-Software

HDR- und Fusing-fähige Panoramasoftware

Weitere Software für HDR und Fusion

16.4

Workflows

HDR-Bilder erstellen und Stitching in einem Durchgang

Erst HDR, dann Stitching

Erst Fusing, dann Stitching

Erst Stitching, dann HDR mit Tonemapping

Index

416

416

416

417

418

418

420

423

423

424

425

429

429

432

433

433

434

436

437

440



VORWORT

Seit über 100 Jahren gibt es die Panoramafotografie, und mittlerweile ist sie im Netz überall präsent – denken Sie nur an Google Street View und virtuelle Immobilienbesichtigungen. Dieses Handbuch hat das Ziel, Ihnen die Panoramafotografie als ein faszinierendes, weites Feld zu zeigen. Es spannt einen Bogen von der Ausrüstung, den diversen Aufnahmetechniken über die Bildbearbeitung bis hin zur Präsentation im Druck und im Netz. Es gibt wenige Fachgebiete in der Fotografie, bei denen Sie sich so vielseitig mit Hardware und Software, mit Planung, mit handwerklichem Tun bei der Aufnahme und mit Gestaltung und Aufbereitung Ihrer Bilder bis hin zu Webtechnologien beschäftigen können.

Dieses bewährte Handbuch bietet Ihnen in der nunmehr vierten, aktualisierten Auflage ein solides Fundament für alle diese Felder und ist für Einsteiger ebenso geeignet wie für Profis. Nach weit mehr als zwanzig Jahren Panoramafotografie bin ich noch immer begeistert bei dieser Arbeit, und ich bin sicher, es wird mir gelingen, Sie an meiner Erfahrung teilhaben zu lassen und mit meiner Begeisterung anzustecken. Die Bilder, die ich für Sie aus meiner beruflichen und freien Arbeit der vergangenen Jahre für dieses Buch ausgewählt habe, bringen Ihnen die Faszination für dieses Thema näher und werden Sie sicher neugierig auf die Welt des Rundumblicks machen.

Sie können für die Panoramafotografie einiges Geld ausgeben und sollten das sinnvoll tun. Deswegen habe ich auch in dieser Ausgabe mit großer Sorgfalt Hard- und Software ausgewählt, die am besten für Ihr jeweiliges Vorhaben passt. Ich habe die entsprechenden Kapitel gründlich überarbeitet und aktualisiert und die Spanne vom günstigen Einstieg bis in den Bereich professioneller Budgets berücksichtigt.

In dieser Neuauflage des Buches habe ich der Präsentation von Panoramabildern im Web mehr Platz gewidmet, weil dieser Bereich oft eine Hürde darstellt. Die interaktive Darstellung von 360°-Panoramen im Netz ist jedoch mittlerweile für viele der Einstieg in die Panoramafotografie und auch jener Teil, der am meisten nachgefragt wird, wenn es um die kommerzielle Beschäftigung mit diesem Thema geht.

Mit dem Abschnitt zu Nachtpanoramen können Sie einen Ausflug in das Grenzgebiet zwischen Panorama- und Astrofotografie machen und mit jenem zu Drohnenpanoramen einen Einblick in eine andere spannende Technik bekommen. Auch das aktuelle Thema künstliche Intelligenz kommt in einigen Bereichen dieses Buches mit durchaus spannenden Techniken zur Sprache.

Es gibt in der Panoramafotografie keine Standardsoftware, mit der sich der komplette Workflow für eine Produktion erledigen lässt, sondern oft verschiedene Wege, die zum Ziel führen. Zur Auswahl der besten Möglichkeiten möchte ich mit Ihnen meine Erfahrung und das Wissen aus zahlreichen Kontakten zu Herstellern und Entwicklern und dem Austausch mit Kolleginnen und Kollegen teilen.

Theorie behandle ich in diesem Buch so knapp wie möglich und führe Sie mit zahlreichen praktischen Beispielen in steigenden Schwierigkeitsgraden durch die Vielfalt der Methoden. In jenen Kapiteln, in denen dies sinnvoll und möglich ist, können Sie anhand von Schritt-für-Schritt-Anleitungen und mit den Beispielbildern, die ich Ihnen online zur Verfügung stelle, die verschiedenen Verfahren der Produktion von Panoramabildern praktisch durchspielen.

Hier noch einige Hinweise für das Arbeiten mit diesem Buch: Die meisten behandelten Programme sind sowohl für macOS als auch für Microsoft Windows verfügbar, manche auch für Linux. Die meisten Screenshots sind auf der Mac-Plattform entstanden – die Unterschiede zu Windows sind in der Regel vernachlässigbar. Für eine bessere Lesbarkeit ist bei Screenshots, wo möglich, die helle Version der Benutzeroberfläche verwendet worden. Und auch wenn in diesem Buch z. B. viel mit den Standardprogrammen von Adobe wie Photoshop oder Lightroom demonstriert wird, können Sie die meisten Beispiele auch mit Alternativen nachvollziehen.

Angaben zu Preisen, Demo-Versionen usw. bei Software oder Dienstleistern habe ich bewusst weitgehend weggelassen, weil diese Angaben erfahrungsgemäß während der Lebensdauer eines Buches veralten.

Bei den im Text erwähnten Tastenbefehlen habe ich die Windows-Schreibweise bevorzugt. Wenn im Text die `Strg`-Taste vorkommt, ist beim Mac grundsätzlich die `cmd`-Taste gemeint. Die `Alt`-Taste entspricht beim Mac der `Option`-Taste. Sollten sich einmal Tastenbefehle zwischen Mac und Windows unterscheiden, erwähne ich das.

Für die bessere Lesbarkeit von Internetadressen (URLs) ist das Prefix `http(s)://` weggelassen worden. Wo eine URL ohne `www.` beginnt, ist dies entweder nicht nötig oder es handelt sich um eine Subdomain (z. B. bei `wiki.panotools.org`), bei der kein `www.` vorangestellt werden darf. Webadressen werden im Buch grundsätzlich nie getrennt, sondern nur bei Punkten oder Schrägstrichen umbrochen. Steht in einer Adresse ein Bindestrich, ist er kein Trennstrich, sondern gehört zur URL.

Bei langen Webadressen und solchen, die sich möglicherweise einmal ändern könnten, habe ich für Sie eine Abkürzung eingebaut und schicke Sie gern über meine Kurz-URL `panobu.ch/...` (ohne `www.`) ans Ziel, ohne dass Sie viel abtippen müssen. Sollten Sie bemerken, dass eine Adresse nicht mehr funktioniert, lassen Sie mich das bitte über `panobu.ch/kontakt` wissen. So kann ich diese Umleitung aktualisieren. Auch sonstige Fragen, Wünsche und Anregungen können Sie mir dort gern mitteilen, an den Verlag senden oder an `feedback@panoramabuch.com` schreiben.

Besonders kugelförmige Panoramen wirken in gedruckter Form vollkommen anders als in der interaktiven Darstellung, die Ihnen einen Rundblick von $360 \times 180^\circ$ erlaubt. Hierzu finden Sie immer wieder Weblinks zur Online-Ansicht. Weitere Informationen (z. B. Neuheiten, Tipps, Bildbeispiele) finden Sie auf meiner Website zum Buch (`panoramabuch.com`), auf meiner Facebook-Seite (`facebook.com/panoramabuch`) und auf meinem Instagram-Account (`instagram.com/thomas_bredenfeld`).

Am Schluss möchte ich mich für die Hilfe und Unterstützung bei folgenden Menschen bedanken: Zuerst möchte ich der Lektorin Simone Bechtold und dem Lektor Frank Paschen vom Rheinwerk Verlag danken, die mich engagiert und professionell beim Schreiben meines mittlerweile siebten Buches begleitet haben.

Den zahllosen Panoramafotografen, Entwicklerinnen und Enthusiasten, die als hilfsbereite Community z. B. in der Gruppe »Panoramic Photographers on Facebook« ihr Wissen und ihre Erfahrung geteilt haben, sei an dieser Stelle ebenso gedankt, wie meinen Kollegen bei den Adobe Community Experts. Besonders herausheben möchte ich folgende Personen und Firmen: Thomas Raucher (Pano2VR), Michael Hiesinger (Novoflex), Joost Nieuwenhuijse (PTGui), Klaus Reinfeld (krpano), Urs Krebs (Seitz Phototechnik) und Nick Fan (Nodal Ninja) sowie den Firmen PT4Pano, Dr. Clauss, pocketPANO, Rollei, das Kamera-Auktionshaus »Westlicht« und die Parlamentsdirektion in Wien. Weiterer Dank geht an die zahlreichen Software- und Hardwarehersteller, die mir ihre Produkte, ihre Kenntnisse und Bildmaterial für dieses Buch zur Verfügung gestellt haben. Ein ganz besonderer Dank geht an meinen Berufsfotografenkollegen Michael Jeuter, mit dem zusammen ich die Aufnahmen zum Thema »Drohenpanoramen« machen konnte.

Für das viele und wertvolle Feedback danke ich Ihnen, meinen Leserinnen und Lesern, ebenso wie den zahlreichen Workshopteilnehmern, Coachingkunden und -kundinnen für all ihre Fragen.

Last, but not least möchte ich meiner Frau, Sonja Bettel, danken, die mit ihrer Geduld und Unterstützung sehr viel zu diesem Buch beigetragen hat.

Thomas Bredenfeld



Sony α7R | Canon EF 15 mm f2,8 Fisheye

Location: Rifugio Puez, Grödnertal, IT



KAPITEL 1

FASZINATION PANORAMA

Die Panoramafotografie hat seit vielen Jahren ihren festen Platz unter den verschiedenen Genres der Fotografie. Die stetig mit dem technischen Fortschritt ausgebauten Möglichkeiten machen es leicht und komplex zugleich, dieser Faszination selbst nachzuspüren.

Was macht Panoramafotografie eigentlich aus?

FASZINATION PANORAMA

1.1 Der weite Blick

Generell lebt die Fotografie vom Ausschnitt, in den wir bei der Aufnahme all das ins Format einpassen, was uns in diesem Moment gestalterisch, ideell oder aus anderen Gründen wichtig erscheint. Dieser Rahmen ist es, den man bei einem Panorama sprengt oder mindestens deutlich weitet. Der »entgrenzte« Blick kommt unseren menschlichen Sehgewohnheiten entgegen.

So haben wir bei der Fotografie in der Regel die klassischen Rahmenproportionen von 1:1, 2:3 oder 3:4, die unseren Blick auf einen Ausschnitt fokussieren. Bereits

etwas breitere Formate wie 16:9 oder das verbreitete Format der Kinoleinwand von 1:2,35 (Cinemascope) empfinden wir als angenehmer als die Standardformate der Fotografie. Das hat seinen Grund im von Natur aus breitformatigen Gesichtsfeld des Menschen.

Zudem hat sich die senkrechte Drehachse der Halswirbelsäule in der Evolution für das Umherschauen entwickelt. Diese Rundumsicht ist eines der wichtigsten Merkmale unserer Wahrnehmung, und Panoramen kommen dem in ihrer Darstellung entgegen.



⤴ Abbildung 1.1

Links der begrenzte 2:3-Ausschnitt bei einem Blick aus dem Fenster.

Rechts die komplette Rundumsicht im gleichen Zimmer bei einem Panorama.



⚡ Abbildung 1.2

Nur ein Panoramabild kann die grenzenlose Aussicht von einem erhöhten Punkt aus präsentieren – hier der komplette 360°-Rundblick von einem Berggipfel. (Location: Pilatus, CH)

GESICHTSFELD

Unser physiologisches Gesichtsfeld (nicht zu verwechseln mit dem Blickfeld, in dem wir scharf sehen) wird meist mit etwa 180° horizontal angegeben, in der Vertikalen sind es etwa 60° nach oben und 70° nach unten, wobei vor allem der obere Winkel stark von der Form der Augenhöhlen abhängt und oft kleiner ist.

1.2 Perspektivwechsel

Indem Sie Szenen in einer Rundumsicht abbilden, entstehen neue Perspektiven. Motive, die an sich eher unspektakulär wären, werden plötzlich interessant. Das hat insbesondere mit den Verzerrungen zu tun, die zwangsläufig entstehen, wenn man den Blick rundherum auf eine Fläche bannen will. Diese werden hier zu eigenständigen Gestaltungsmitteln. Das kommt vor allem bei architektonischen Motiven mit vielen geraden Linien oft sehr schön zum Tragen.

Sie können die mathematisch-geometrischen Gesetzmäßigkeiten, die hinter der flächigen Darstellung



⚡ Abbildung 1.3

Dieser Rundblick von $360 \times 180^\circ$ bekommt durch die Projektion auf eine rechteckige Fläche mit extremen Verzerrungen einen eigenen Reiz. Alle horizontalen Linien sind verbogen. (Location: Judenplatz, Wien, AT)

von Panoramen stehen, und diverse Projektionen dazu verwenden, das Abbild der Realität buchstäblich auf den Kopf zu stellen. Hierbei entstehen je nach Motiv interessant verzerrte Panoramen, die manchmal kaum noch die ursprüngliche Szenerie erkennen lassen. Dieses so-



⌘ **Abbildung 1.4**

Vertikales sphärisches Panorama mit dem Punkt über dem Fotografen in der Bildmitte. Der Blick nach vorn befindet sich in der unteren Bildhälfte, der Blick nach hinten in der oberen.

(Location: Frauenkirchen, Burgenland, AT)

genannte *Remapping* ist für viele Panoramafotografinnen und -fotografen ein eigenständiger Bereich der Bildgestaltung.

Die Darstellung eines Kirchenschiffs in Abbildung 1.4 entspricht einem Blickwinkel von 360° in der Vertikalen – als würden Sie beim Betrachten Ihren Kopf um die Querachse drehen und nicht um die Hochachse des Halses.

Eine weitere Variante von solchen geometrischen Verzerrungen sind die sogenannten *Little Planets*. Bei dieser sehr beliebten Projektion geht man von einem Kugelpanorama ($360 \times 180^\circ$) aus, setzt allerdings den Punkt unter den Füßen in die Bildmitte, während der Punkt über Kopf sich jenseits des Bildrandes befindet. Freie Flächen z. B. in Parks oder Waldlichtungen, die an sich eher langweilig sind, werden so zu spannenden Gebilden. Auch Plätze oder kleine Freiräume in Städten, wie in Abbildung 1.5, eignen sich hervorragend für diese Form von Panoramen.



⌘ **Abbildung 1.5**

Little Planet (Location: Karlsplatz, Wien, AT)

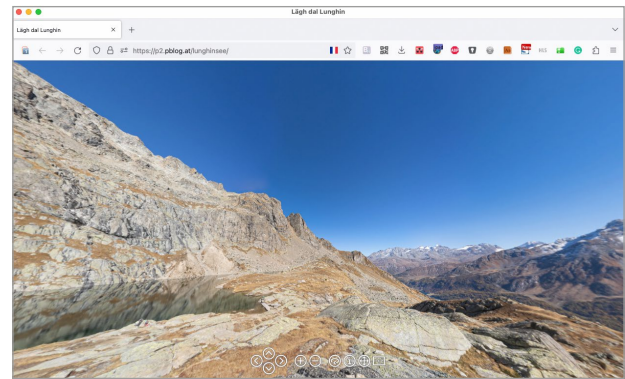
1.3 Interaktive Welten

Neben der Präsentation von Panoramen in der Fläche, sei es als Druck oder als Bild auf dem Computermonitor, erlauben diverse Medientechnologien die räumliche Darstellung von Panoramabildern, bei der Sie sich interaktiv in jenem Raum oder an jener Stelle umschaun können, an der die Aufnahme entstanden ist.

Mit einem Klick ins Bild und dem Ziehen mit der Maus kann man die Blickrichtung ändern und mit dem Mausrad zoomen. Dabei kommt es weniger auf eine eigenwillige Bildgestaltung an, sondern auf das Panorama an sich als Medium, mit dem möglichst realistisch der räumliche Eindruck des Aufnahmeortes wiedergegeben werden kann. Es geht um das Teilen des Raumerlebnisses. Deswegen wird in diesem Zusammenhang auch immer wieder der Begriff *Virtual Reality* verwendet.

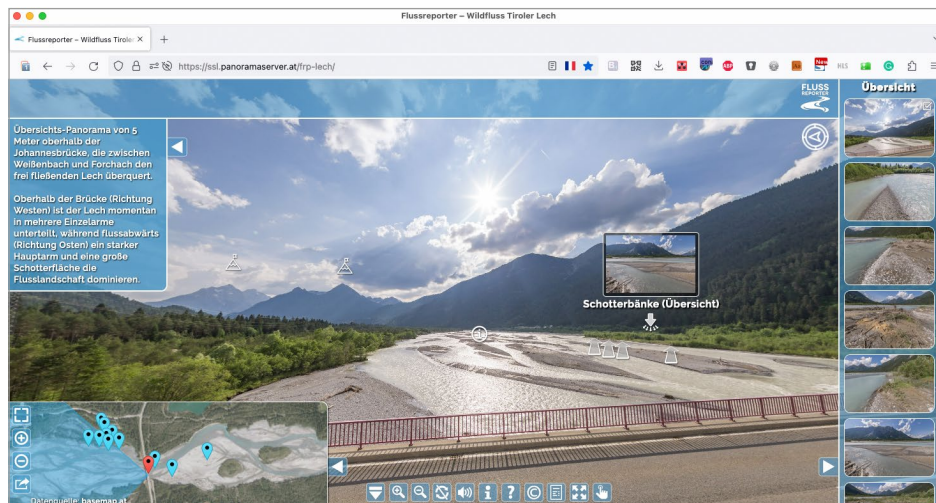
Dieses räumliche Erleben ist ein attraktives Ausstattungsmerkmal für eine Website, das an den Spieltrieb der Benutzer ebenso appelliert wie an ihre Entdeckerfreude. Hängt man mehrere solcher interaktiven Panoramen zu sogenannten *virtuellen Touren* zusammen, lassen sich interessante und komplexe multimediale Anwendungen für das Web entwickeln und gestalten, die die Besucher an Plätze entführen, an die sie vielleicht nie kommen.

Gleichzeitig kann man damit Werbung gestalten, deren Wirksamkeit weit über das hinausgeht, was »flache« Bilder präsentieren können. Denken Sie nur an die Website eines Hotels, auf der dessen Räume auf diese Weise begehbar gemacht werden und Sie sich im Zimmer umschaun können, statt nur selektive Ausschnitte zu sehen. Dieser Aspekt ist es auch, der die Panoramaproduktion kommerziell interessant machen kann, weil eine Reihe von Branchen hier werbliches Potenzial sehen.



➤ **Abbildung 1.6**

Interaktives Panorama im Webbrowser



« **Abbildung 1.7**

Virtuelle Touren bestehen aus mehreren Panoramen, die mit klickbaren Links im Bild verbunden sind und mit multimedialen Features wie hier z. B. mit Textboxen, Bildergalerien oder interaktiven Landkarten erweitert werden können.



Sony α7R | Voigtländer Super Wide Heliar 15 mm $f4,5$

Location: Landschaftspark Duisburg-Nord, DE



KAPITEL 2

GESCHICHTE DER PANORAMEN

Das Wort Panorama stammt aus dem Griechischen und leitet sich von »pan« (alles) und »horao« (sehen) ab, bedeutet also: »alles sehen«. Die Erweiterung des Blickwinkels, um mehr als das zu sehen, was dem beschränkten menschlichen Sichtfeld entspricht, ist seit jeher ein Thema in der Kunst. Daher lohnt sich ein kurzer Blick in die Kunstgeschichte, auf die Wurzeln der Panoramafotografie.

GESCHICHTE DER PANORAMEN

2.1 Panoramamalerei

Bereits in der chinesischen Malerei des 12. Jahrhunderts finden sich meterlange Rollen mit Panoramen. Auch in der europäischen Kunstgeschichte gibt es eine Reihe von exemplarischen Panoramabildern. Viele von ihnen widmen sich der Schlachtenmalerei oder Stadtansichten.

Eines der ältesten erhaltenen großen Rundgemälde ist das sogenannte *Sattler-Panorama*, das in Salzburg zu sehen ist. Auf $25,53 \times 4,86$ Metern hat der Maler Johann Michael Sattler im Jahr 1825 in einem sehr naturgetreuen 360°-Panorama die Stadt Salzburg und ihre Umgebung in einem Ölgemälde festgehalten. Dieser Ausblick von der Festung Hohensalzburg ist eines der wenigen noch erhaltenen historischen Stadtpanoramen.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts, der Zeit vor dem Kino, waren gemalte Panoramen mit historischen oder

geografischen Sujets eine große Publikumsattraktion und im Grunde die ersten wirklichen Massenmedien. Sie wurden in Standardgrößen gemalt, damit sie in verschiedenen Städten in etwa gleich großen Gebäuden, den sogenannten *Rotunden*, gezeigt werden konnten. Später bekamen Panoramen teilweise ihre eigenen, dauerhaften Gebäude.

Das älteste Panorama, das Sie noch in seinem Originalgebäude anschauen können, ist das Mesdag-Panorama im niederländischen Scheveningen. Es zeigt auf $14,7 \times 114$ Metern den Rundblick über die Dünen, das Meer und diesen Vorort von Den Haag. Das 1881 fertig gestellte Gemälde wird in seiner Rotunde mit natürlichem Licht beleuchtet, das durch die Oberlichter einfällt und mit einem Schirm (Velum) über der Besucher-



⤴ **Abbildung 2.1**

Das Sattler-Panorama in Salzburg (Quelle: Wikimedia Commons)



⤴ Abbildung 2.2

Die Ansicht von Wien, gemalt von Bernardo Bellotto (Canaletto) um 1760 (Quelle: Wikimedia Commons)

HISTORISCHE PANORAMEN

Von den ehemals vielen historischen Rundgemälden sind einige erhalten geblieben:

- Mesdag-Panorama, Scheveningen, NL, panobu.ch/mesdag
- Bourbaki-Panorama, Luzern, CH, panobu.ch/bourbaki
- Sattler-Panorama, Salzburg, AT, panobu.ch/sattler
- Woche-Panorama, Thun, CH, panobu.ch/thunpano
- Berg-Isel-Panorama, Innsbruck, AT, panobu.ch/tirolpano
- Panorama von Raclawice, Breslau, PL, panobu.ch/raclawice
- Kreuzigungspanorama, Altötting, DE, panobu.ch/altoetting

plattform vor dem Betrachter verborgen wird. Dadurch scheint das Bild aus sich heraus zu leuchten, weil keine Lichtquelle zu sehen ist.

Durch eine zunehmende Verzerrung der Geometrie zu den Bildrändern hin wurde der Eindruck einer zylindrischen Bildfläche vermieden. Außerdem verhindert das Velum den Blick auf die obere Bildkante. Die untere Bildkante geht möglichst unauffällig in das sogenannte *Faux Terrain* über, das hier mit Sand und Strandgut das Panorama am unteren Rand optisch nahtlos mit einer dreidimensionalen Umgebung weiterführt, die bis zum Fuß der Besucherplattform reicht.

Besonders eindrucksvoll ist dieses *Faux Terrain* beim Bourbaki-Panorama in Luzern in der Schweiz, wo sich auf diesem Vordergrund figurative Szenen aus dem Deutsch-Französischen Krieg im Winter 1871 mit le-

bensecht gestalteten Soldaten und Verwundeten abspielen. Diese optischen Tricks ergeben zusammen eine glaubhafte Illusion für die Betrachter. Wenn Sie sich selbst einen besseren Eindruck verschaffen wollen, müssen Sie nicht sofort nach Luzern reisen, sondern können auf dieser Website das Panorama erkunden: panobu.ch/bourbaki

Bei einem gigantischen Panorama, das Vertreter der Schweizer Tourismusbranche um 1900 für die Pariser Weltausstellung planten, gab es Ideen zu Geruchs- und Geräuschgeneratoren, die solche Illusionen noch weiter-treiben sollten. Dies sind Dinge, die wir heute in ähnlicher Form z. B. als *Directional Sound* in interaktiven Panoramen wiederfinden.



⤴ Abbildung 2.3

Das Panorama von Scheveningen von Hendrik Willem Mesdag mit dem Faux Terrain im unteren Teil
(Quelle: Wikimedia Commons)



⤴ Abbildung 2.4

Im Inneren des Mesdag-Panoramas
(Foto: Aldo Hoeber)

2.2 Panorama für alle: Reiseführer

Mit dem Aufkommen des Kinos setzte der Niedergang der beliebten großen Panoramagemälde ein. Etwa gleichzeitig kam das Panorama in einem anderen Bereich wieder zu Ehren. Mit der ersten Hochblüte des Tourismus um die Wende des 20. Jahrhunderts setzte der Bedarf nach Reiseführern ein.

Die Fotografie war damals mangels geeigneter Reproduktionsmethoden noch weit davon entfernt, in massenhaft produzierten Büchern eingesetzt zu werden. So fanden sich in diesen Reiseführern hauptsächlich Text und einige Übersichtskarten und Stadtpläne – überwiegend als Stiche ausgeführt.

Besonders in den noch heute bekannten Reiseführern des deutschen Autors Karl Baedeker wurden äußerst loh-

nende Aussichten in detailliert gestochenen Panoramen festgehalten, vor allem in den Alpen und dort von Gipfeln, die bereits mit den ersten Bergbahnen zu erreichen waren. Für wissbegierige Touristen waren diese Panoramen als Ausklappseiten in die Führer eingebunden und bis zum Horizont mit Namen und Höhenangaben versehen. Diese historischen Panoramen erstaunen heute noch durch ihre detaillierte und genaue Ausführung und sind zur Bestimmung der Gipfel immer noch sehr brauchbar. Mit diesen Reiseführern, für die der Name Baedeker bis heute als Synonym steht, haben Panoramen das erste Mal eine wirkliche Verbreitung im Publikum gefunden. Panoramen selbst herzustellen, wurde dann erst mit der Popularisierung der Fotografie möglich.



⚡ **Abbildung 2.5**

Baedeker-Reiseführer der Schweiz von 1905 mit einem Ausklapppanorama



Sony α7R | Nikon 18 mm f4

Location: Burgtheater, Wien, AT



KAPITEL 3

KAMERATECHNIK

Schon in der Frühzeit der Fotografiegeschichte hat es Versuche und Entwicklungen gegeben, besonders breite Formate oder gar komplette Rundblicke auf Film zu bannen. Deshalb ist die Palette historischer Panoramakameras relativ groß. In diesem Kapitel dient ein kurzer Abriss dieses Stücks Technikgeschichte dazu, die wichtigsten Entwicklungen nachzuzeichnen, die zum heutigen Stand der Technik geführt haben.

KAMERATECHNIK

3.1 Analoge Panoramafotografie

In der Geschichte der Panoramakameras, die natürlich analog auf Film begonnen hat, haben sich recht bald jene grundlegenden technischen Prinzipien entwickelt, auf denen auch die digitalen Nachfolger dieser Kameras basieren.

Schwinglinsen- und Schlitzkameras

Bei Schwinglinsen- und Schlitzkameras wird das Bild nicht auf einmal belichtet, wie dies beim normalen Verschluss geschieht, der immer die gesamte Bildfläche belichtet. Vielmehr wird hier eine drehbare Trommel verwendet, in der sich vorn, meist hinter einem Schlitz, das Objektiv befindet. Gegenüber, auf der Rückseite der Trommel, lässt ein weiterer feiner Schlitz das Licht zum Film durch. Da sich die Trommel beim Auslösen dreht, wird jede Stelle auf dem Film nur sehr kurz belichtet. Der Winkel, mit dem sich die Trommel dreht, ist zugleich der erreichbare Bildwinkel des Panoramas. Der Film wird in einer Schlaufe um einen Teil der Trommel herumgeführt. Diese Mechanik sorgt für das charakteristische Aussehen solcher Kameras mit der typischen Rundung auf der Frontseite des Gehäuses.

Noblex

Eine aktuell am Markt befindliche analoge Schwinglinsenkamera ist die Noblex, die vom Traditionsunternehmen Kamera Werk Dresden GmbH gebaut wird. Sie wird in verschiedenen Varianten angeboten, die

sowohl mit 135er-Kleinbildfilm (Noblex 135) als auch mit 120er-Rollfilm arbeiten (Noblex 150 und 175). Die Noblex 135 erreicht auf dem 35-mm-Kleinbildfilm ein Bildformat von 24×66 mm, die Noblex 150 produziert ein 50×120 mm und die Noblex 175 ein 50×170 mm großes Panoramabild. Von diesen Formaten können Sie mit einem guten Dia-Scanner hervorragende Bilddateien auch für anspruchsvolle Drucke erstellen.



➤ **Abbildung 3.1**

Die Noblex 150 (Foto: westlicht.com)

Seitz Roundshot 28–220 und Roundshot 220 VR

Nicht mehr im Handel – aber nach wie vor im Gebrauch – sind Schlitzkameras der Schweizer Firma Seitz. Bei ihnen rotiert nicht wie bei den Schwinglinsenkameras das Objektiv in einer Trommel, sondern die gesamte Kamera auf einem fixen Unterteil. Auf diese Weise sind komplette 360°-Panoramen möglich. Das mechanische Aufnahme-

prinzip ähnelt dem der Schwinglinsenkameras. Auch hier wird ein Schlitz, der die Verschlussfunktion übernimmt, an einer Filmschleife vorbeigeführt. Die Rotationsgeschwindigkeit bestimmt die Belichtungszeit. Die Kameras arbeiten mit dem 120er- und mit dem längeren 220er-Rollfilm. Die Höhe des Panoramabildes ist konstant (50 mm), die Breite hängt vom Bildwinkel ab und geht bis zu 224 mm bei einem Winkel von 450°.



« **Abbildung 3.2**
Seitz Roundshot 28-220
(Foto: Seitz Phototechnik AG)

Die Kameras werden elektronisch gesteuert. Bei der Roundshot 28-220 ist die Steuerung in einem kompakten Unterteil untergebracht, das Sie auch als Handgriff benutzen können. Deshalb ist sie bei entsprechend kurzer Belichtungszeit sogar mit freier Hand einsetzbar.

Lomo

Die Wiener »Lomographische Gesellschaft« kümmert sich unter dem Markennamen »Lomo« intensiv um das Weiterleben der Analogfotografie und gibt diesem Bemühen einen relativ unkonventionellen Anstrich, der besonders auf eine junge Zielgruppe ausgerichtet ist. Unter den teilweise grellbunten Kameras finden sich auch

Modelle, die speziell für die analoge Panoramafotografie entwickelt wurden. Hier arbeitet Lomo mit der russischen Firma Zenit zusammen, von der auch die Horizon-Kamera stammt. Sie nimmt als Schwinglinsenkamera auf 35-mm-Kleinbildfilm auf und zeigt 120° auf 24 × 58 mm.



⤴ **Abbildung 3.3**
Die Schwinglinsenkamera Lomo Horizon (links) und die Lomo Spinner 360 (rechts) (Foto: lomography.com)

Eine neuere Panoramakamera, die ähnlich wie die zuvor genannten Seitz-Roundshot-Modelle funktioniert, ist die Spinner 360°. Hier dreht sich ebenfalls das Gehäuse, und der Film wird gleichzeitig transportiert. Das geschieht rein mechanisch per Handaufzug. Je weiter man die Aufzugsschnur auszieht, desto größer wird der Bildwinkel, der dabei 360° auch überschreiten kann. Hierbei wird auch der perforierte Transportrand des Kleinbildfilms mitbelichtet, was einen eigenen, markanten Bildlook ergibt.

⤵ **Abbildung 3.4**
Typische Aufnahme der Lomo Spinner 360° mit einem Bildwinkel von mehr als 360° (Quelle: lomography.com)



Breitformate

Mechanisch einfacher aufgebaut und einer herkömmlichen Kamera deutlich ähnlicher sind jene Panoramakameras, die eine plane Filmebene haben. Hier ist nur das Bild breiter als bei den üblichen Proportionen von 1:1, 2:3 oder 3:4.

Der Vergleich der Größen in Abbildung 3.6 macht deutlich, wie viel größer ein 6-x-17-Format gegenüber einem normalen Kleinbildfoto ist. Deswegen hat die analoge Panoramafotografie auch in Zeiten digitaler Spiegelreflexkameras mit vollformatigem Chip (24×36 mm) und mit weit mehr als 30 Megapixeln Bildgröße durchaus noch ihre Berechtigung.

Bei solchen Kameras werden Gehäuse und Optik so erweitert, dass auf herkömmlichen Filmen ein größerer horizontaler Bildwinkel abgebildet werden kann. Daraus

ergibt sich ein größerer notwendiger Bildkreis, in dem das Objektiv hochwertig abbilden muss, was zu teilweise wesentlich teureren Optiken bei solchen Kameras führt.

Frühe Plattenkameras

Vor der Entwicklung des Films wurde auf Glasplatten belichtet, von denen je eine in einem Magazin für eine einzige Belichtung an das Gehäuse angesetzt wurde. Diese Vorfahren der heutigen Fachkameras mit ihren Planfilmmagazinen wurden für erhebliche Bildgrößen gebaut.

Das in Abbildung 3.7 gezeigte Exemplar einer französischen Panoramakamera aus den 1920er-Jahren veranschaulicht mit der davorliegenden, belichteten Glasnegativplatte im Format von 15×40 cm die Abmessungen eines solchen Gerätes. Auch wenn die Objektive von damals lange nicht die Bildschärfe bieten konnten



⚡ **Abbildung 3.6**

Maßstabsgetreuer Größenvergleich der Bildformate bei Filmen in Panoramakameras: 35-mm-Kleinbildfilm mit Standardformat 24×36 mm ❶; Breitformat auf Kleinbildfilm ❷, meist 58 bis 66 mm breit; 120er- oder 220er-Rollfilm für Mittelformat ❸; Panoramaformat 6×12 cm ❹ und 6×17 cm ❺

wie die von heute, sind solche Aufnahmen allein durch ihre Größe derart detailliert, dass sie auch heutigen Ansprüchen z. B. für Reproduktionen genügen. Natürlich waren die Panoramen aus solchen Kameras alle in Schwarzweiß.



⌘ **Abbildung 3.7**

Alte französische Plattenkamera im Panoramaformat
(Foto: westlicht.com)



⌘ **Abbildung 3.8**

Fuji GX617 (Foto: westlicht.com)

Fuji GX617

Eine der am weitesten verbreiteten analogen Panoramakameras ist die Fuji GX617. Sie nimmt auf 120er-Rollfilm Panoramen im Format 6 × 17 cm auf. Bis heute ist sie das »Arbeitspferd« vieler Panoramafotografinnen und -fotografen, die für Bildbände und Kalender arbeiten. Sie ist sehr robust und lässt sich mit verschiedenen Wechselobjektiven bestücken.

Linhof Technorama 617

Einer Fuji-GX617-Kamera sehr ähnlich ist die Technorama des bayerischen Herstellers Linhof, der sonst großformatige Fachkameras baut. Neue Versionen der Technorama können mit Shift-Objektiven arbeiten, um bei Architekturaufnahmen die stürzenden Linien zu vermeiden. Es gibt eine kleinere Version mit einem Bildformat von 6 × 12 cm, die auch mit einem digitalen Rückteil versehen werden kann. Auch bei der Technorama kann das Objektiv gewechselt werden.

Hasselblad XPan

Eine sehr handliche analoge Panoramakamera ist die Hasselblad XPan. Sie nimmt auf herkömmlichem Kleinbildfilm (35 mm) ein Bildformat von 24 × 65 mm auf. Der Bildwinkel, den sie dabei erreicht, beträgt 94° mit einem



⌘ **Abbildung 3.9**

Linhof Technorama 617 (Foto: westlicht.com)

35-mm-Objektiv. Sie wurde von Hasselblad gemeinsam mit Fuji entwickelt und von 1998 bis 2006 gebaut. Optisch unterscheidet sie sich kaum von normalen analogen Sucherkameras. Gerade wegen dieser Unauffälligkeit wird sie noch immer verwendet.



⤴ **Abbildung 3.10**

Die Hasselblad XPan (Foto: westlicht.com)

3.2 Digitale Panoramafotografie

Mit der Entwicklung von Sensorchips für die Bildaufnahme und der Einführung von Digitalkameras hat sich auch im Bereich der speziell für die Panoramafotografie entwickelten Geräte einiges getan. Beide Typen, sowohl die Schwinglinsen- und Schlitzkameras als auch die breitformatigen Kameras mit planer Bildebene, sind in digitaler Richtung weiterentwickelt worden.

Rundscannerkameras

Dieser Kameratyp funktioniert prinzipiell wie eine analoge Schlitzkamera. Statt des Schlitzes, der den Film beleuchtet, sitzt hier eine Sensorzeile, ähnlich wie bei einem Flachbettscanner, den viele im Büro stehen haben. Nur dreht sich diese Scanzeile und ist natürlich mit einer Optik versehen.

Seitz Roundshot D3 und D2x

Basierend auf ihren schon zuvor erwähnten Schlitzkameras hat die Schweizer Seitz Phototechnik AG auch digitale Rundscannerkameras entwickelt. Neben der Roundshot D2x in Abbildung 3.11, die mit Kleinbildobjektiven von Nikon arbeitet, gibt es noch eine größere und teurere Version D3 mit einem flachen Scanback, die 500-Megapixel-Bilder in drei Sekunden aufnehmen kann (Flachscannerkamera). Beide werden nicht mehr angeboten. Basierend auf der D2x wurde eine Webcam in einem wetterfesten und beheizbaren Gehäuse entwickelt, die noch in zahlreichen Installationen genutzt wird.

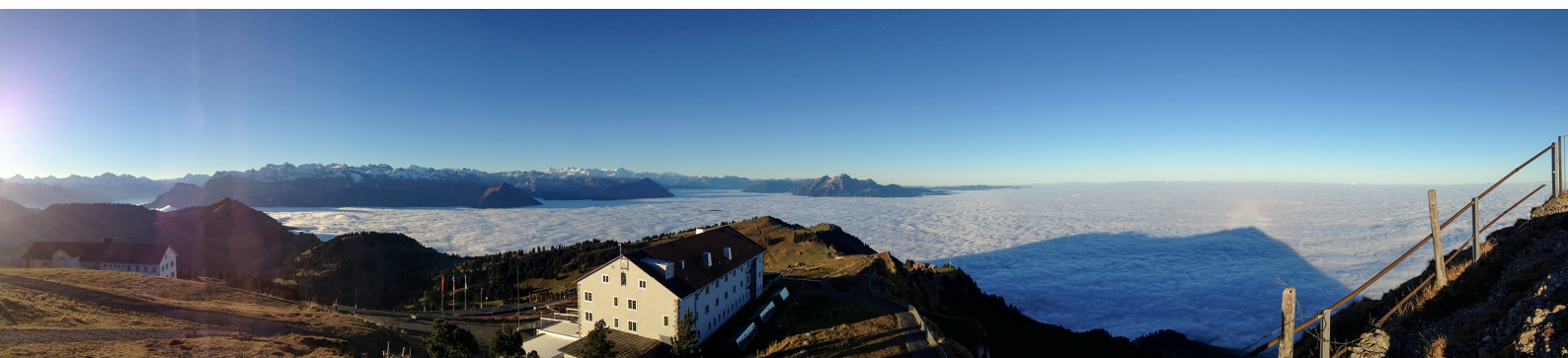


⤵ **Abbildung 3.11**

Rundscannerkamera Seitz
Roundshot D2x

(Foto: Seitz Phototechnik AG)

Ansonsten werden Rundscannerkameras mittlerweile nur noch wenig in der Panoramafotografie an sich eingesetzt. Mit spiegellosen Kameras oder Spiegelreflexkameras erreichen Sie hier mit wesentlich weniger Budget oft viel höhere Bildgrößen, und dabei sind Sie wesentlich flexibler. Rundscannerkameras werden heutzutage fast nur noch mit Software zusammen im Rahmen von Komplettlösungen für den Forensikbereich und für die Baudokumentation angeboten sowie bei der Gewinnung von 3D-Raumdaten eingesetzt und dabei oft mit einem Laserscanner ergänzt.



⚡ **Abbildung 3.12**

Sweep-Panorama mit einem iPhone (Location: Rigi, Zentralschweiz, CH)

Sweep-Panoramen

Eine immer schnellere Bildverarbeitung in der Kamera und immer größere Kapazitäten bei den Speicherkarten haben es ermöglicht, mit spiegellosen Kameras und Spiegelreflexkameras auch Videos aufzunehmen. Meist liegt hier das Full-HD-Format zugrunde. Es liefert in der sogenannten *1080p-Größe* Videos im Format 1920×1080 Pixel.

Eine Reihe von Kameras verschiedener Hersteller (u. a. Sony, Olympus, Fuji) kann auf Basis dieser Videofunktion einen Schwenk per Hand mit der Kamera als kurze Filmsequenz aufzeichnen. Aus den Einzelbildern dieses Videoclips sucht die kamerainterne Software nun jeweils schmale Streifen aus der Bildmitte von passenden Aufnahmen heraus und setzt diese Bildstreifen, die sich leicht überlappen, sofort zu einem Panorama zusammen. Ein solches Panorama hat wegen seiner Entstehung als Video bei vielen Kameras 1080 Pixel Bildhöhe. Neuere, leistungsfähigere Modelle, die z. B. 4K-Videos aufnehmen können, liefern auch größere Panoramen. Auch mit den meisten Smartphones lassen sich Schwenkpanoramen mit dieser Methode aufnehmen.

Ähnlich wie bei den vom Funktionsprinzip her artverwandten Scannerkameras produzieren hier bewegte Bildteile wie z. B. gehende Personen typische Verzerrungen. Bei Feinstrukturen wie z. B. Wellen auf einer Wasseroberfläche verrät ein erkennbares Streifenmuster die Herkunft als Videosequenz.

One-Shot-Lösungen

Vor allem auf dem Gebiet der Panoramavideos, das sich nicht mit dem Erzeugen von Standbildern mit großem Bildwinkel zufriedengibt, sondern das Gleiche auch für bewegte Bilder erreichen möchte, sind in den vergangenen Jahren viele Fortschritte gemacht worden. Der Anspruch, mit nur einem einzigen Auslösen eine Aufnahme mit bis zu 360° Blickwinkel zu bekommen, hat zu den sogenannten *One-Shot-Kameras* geführt. Hier wird nicht gescannt oder – wie in den meisten Beispielen später in diesem Buch – mit Bildmontagen gearbeitet, sondern entweder mit einer Kamera, die einen extrem großen Bildwinkel aufnimmt, oder mit mehreren, die sich diese Aufgabe teilen.

Ricoh Theta

Weitverbreitet im Bereich der One-Shot-Panoramakameras ist die Theta-Reihe von Ricoh. Allen Kameras dieser Baureihe ist neben einer sehr ähnlichen Bauform das Funktionsprinzip mit zwei gegenüberliegenden Fischaugenobjektiven gemeinsam.



» **Abbildung 3.13**

Ricoh Theta S

Nach der Evolution der beiden ersten Modelle Theta M13 und M15 im Jahr 2013, die mit einer Foto-Auflösung von 3584×1792 Pixel eine noch bescheidene Bildgröße erreicht haben, über die Modelle Theta S, SC, R und V, jeweils mit 5376×2688 Pixel, liefern nun die beiden aktuellen Modelle Theta Z1 üppige 7296×3648 Pixel und Theta X als Spitzenmodell 11008×5504 Pixel. Entsprechend sind auch die Fähigkeiten der Kameras, 360°-Video aufzunehmen, deutlich verbessert worden (siehe www.theta360.com).

Insta360

Mit einem Aufsatz für Apple iPhones, der 360°-Aufnahmen mit diesem Smartphone erlaubte, fing Insta360 im Jahr 2016 an, sich zu einem bedeutenden Player auf dem Markt der 360°-One-Shot-Lösungen zu etablieren und deckt mittlerweile sowohl den Consumer- als auch den Profi-Markt ab.

Die Insta360 One-X-Reihe erfreut sich großer Beliebtheit. Zu einem Consumer-tauglichen Preis wird hier eine sehr passable Bildqualität geboten (von 6080×3040 Pixel bei der Insta360 One X bis 11968×5984 Pixel bei der X3). Die Unterschiede finden sich in den unterschiedlichen Displays und den Video-Fähigkeiten. Die teureren Insta360-Produkte arbeiten im Gegensatz zu den Consu-

mer-Modellen nicht mit zwei, sondern mit sechs oder acht Fischaugenobjektiven sowie mit größeren Sensoren und sind vorwiegend für professionelle 360°-Videos gedacht. Die drei Modelle dieser Reihe liefern 360°-Video zwischen 7680 Pixel (8 K) und 10560 Pixel (11 K) Bildbreite. Sie können dabei bis zu 4 K Bildgröße in Echtzeit in der Kamera stitchen, also direkt zu einem fertigen Panorama zusammensetzen, und dieses auch live als Stream ausgeben (siehe insta360.com/de).

GoPro

Ausgehend von ersten Bastellösungen bildeten die bekannten kleinen GoPro-Action-Kameras, zusammengebaut zu je sechs Kameras in Würfelform, die ersten 360°-One-Shot-Kameras für Panoramabilder und 360°-Videos. Mittlerweile sind diese Konstruktionen, deren Bilder und Videos noch extern weiterbearbeitet werden mussten, obsolet. Die Leistung der Mini-Rechner, die man heute in solch kleine Kameras einbauen kann, ist so groß, dass fast alle Modelle auf dem Markt die Panoramabilder bereits im Gerät zusammenmontieren können. Auch GoPro selbst hat schließlich begonnen, 360°-One-Shot-Kameras zu entwickeln. Das aktuelle Modell GoPro Max liefert für Standbilder eine Größe von 5760×2880 Pixel sowie 360°-Video in gleicher Größe.



⤴ **Abbildung 3.14**

Ausschnitt aus der Produktpalette von Insta360 (von links nach rechts): Insta360 X3, Insta360 One RS 1-inch, Insta360 Titan und Insta360 Pro2 (Fotos: Insta360)



⚡ **Abbildung 3.15**

GoPro Max (Fotos: GoPro)

Digitale Kompakt- und Systemkameras

Die bis hierher im Überblick dargestellten modernen Geräte sind zum Teil teure Spezialgeräte, deren Anschaffung sich wirtschaftlich lohnen muss. Bei älteren analogen Panoramakameras, die mit einem guten Dia- oder Negativ-Scanner auch heute noch sinnvoll sind, kommen neben dem Zeitaufwand auch Kosten für Filme und Entwicklung hinzu.

In diesem Buch wird es deshalb in erster Linie um eine Methode gehen, die Ihnen bei vernünftigen Kosten eine sehr große Bandbreite an Möglichkeiten bietet. Damit können Sie auch als Anfänger oder Amateur mit wenig Aufwand und Geld mit ansehnlichen Erfolgen beginnen. Aber auch Berufsfotografinnen und -fotografen am anderen Ende der Skala kommen zu absolut professionellen Ergebnissen. Vor allem sollen Sie auch Möglichkeiten kennenlernen, wie Sie durchaus mit Ihrem schon vorhandenen Equipment einsteigen können.

Dieses Verfahren beruht auf dem Prinzip, aus Einzelbildern Panoramen zusammenzumontieren, zu *stitchen* (engl. nähen), und funktioniert mit Bildern von kamerabestückten Mobiltelefonen über Kompaktkameras (Point and Shoot), (semi-)professionellen Spiegelreflexkameras bis hin zu spiegellosen Systemkameras. Durch sinnvolle Kombinationen von Kamera, Stativkopf und Software lassen sich mittels Stitching Panoramen für jeden Anspruch zusammensetzen. Speziell der Siegeszug der spiegellosen Systemkameras hat die Auswahl hochwertiger Komponenten aufseiten der Kameras und Objektive in den letzten Jahren nochmals massiv vergrößert.



⚡ **Abbildung 3.16**

Verschiedene Panorama-Konfigurationen vom Smartphone bis zur DSLR



Sony α7R | Samyang 12 mm f2,8 Fisheye

Location: Rigi, Innerschweiz, CH

KAPITEL 4

BILDPROJEKTIONEN BEI PANORAMEN

Bevor Sie sich mit den verschiedenen Typen von Panoramen beschäftigen, sollten Sie sich die Grundlagen näher anschauen, auf denen diese beruhen. Hier kreist alles um den Begriff der »Projektion«, die jene optisch-geometrisch-mathematischen Grundlagen umfasst, auf denen das basiert, was unser Auge bzw. die Kamera sieht. Die verschiedenen Projektionen machen einerseits den Reiz der Panoramafotografie aus, ermöglichen aber auf der anderen Seite auch, Darstellungsaufgaben zu lösen, die mit herkömmlicher Fotografie nicht möglich sind.

BILDPROJEKTIONEN BEI PANORAMEN

4.1 Was ist eine Projektion?

Eine Projektion beschreibt, wie sich die Geometrie eines Gegenstandes oder einer Szenerie, die wir mit einem optischen System aufnehmen wollen, zur Geometrie der Abbildung verhält. Verantwortlich für die Abbildung sind die Linsen des Objektivs, deren optische Eigenschaften quasi die »Übersetzung« dieser beiden Geometrien vornehmen.



4.2 Rektile Projektion

Eine rektile Projektion entspricht unserem normalen Sehen und bildet gleiche Streckenverhältnisse in der Natur auf proportional gleiche Strecken in der Abbildung ab. Haben wir in einer Szenerie zwei Abstände von z. B. vier Metern und zehn Metern, bildet die rektile Projektion diese in den Proportionen 4:10 ab. Dabei werden alle geraden Linien auch gerade abgebildet. Gleiches gilt für rechte Winkel (davon ist auch der Name hergeleitet). Alle Größenverhältnisse und Bildproportionen der Abbildung erscheinen uns realistisch und natürlich. Die meisten fotografischen Objektive versuchen, diese Projektion möglichst perfekt zu erreichen.

Für die Panoramafotografie, die ja oft einen möglichst großen Blickwinkel abbilden soll, hat die rektile Projektion aus mathematisch-physikalischen Gründen den Nachteil, dass dieser Winkel mit etwa 120° begrenzt ist. Bei einem Objektiv entspricht dieser Winkel einer theoretischen Brennweite von etwas über 10 mm (bezogen auf das Kleinbildformat). Auch wenn es tatsächlich Objektive mit so kurzen Brennweiten gibt, sind die kürzesten sinnvollen Brennweiten eher größer, wenn Sie zum Bildrand hin noch eine qualitativ hochwertige und nicht allzu verzerrte Abbildung haben möchten.

« Abbildung 4.1

*Rektile Projektion: Gerade Linien werden gerade abgebildet.
(Location: Altenberger Dom, DE)*



⤴ **Abbildung 4.2**

120°-Bildwinkel in der rektilinearen Projektion: Alle geraden Linien werden gerade abgebildet. Das Bild ist zum rechten und linken Bildrand hin deutlich gestreckt.



⤴ **Abbildung 4.3**

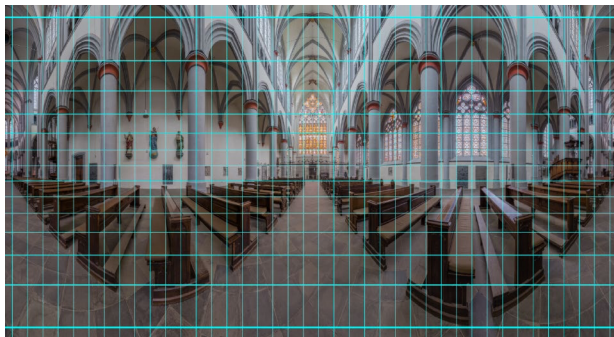
120°-Bildwinkel in zylindrischer Projektion. Nur noch die Senkrechten werden gerade abgebildet. Die Waagerechten am oberen und unteren Bildrand sind gebogen, das Bild rechts und links weniger gestreckt.

4.3 Zylindrische Projektion

Um diese Grenze von etwa 120° zu überwinden und einen größeren Blickwinkel abbilden zu können, der bis zur kompletten Rundumsicht von 360° reicht, brauchen Sie eine andere Projektion. Die zylindrische Projektion stellt einen Blickwinkel von 360° als Bildstreifen dar. Das bedeutet, dass nicht mehr alle Linien im Bild, die in der Natur gerade sind, auch gerade dargestellt werden können. Das ist nur noch bei den Senkrechten möglich, während alle Linien, die waagerecht oder schräg verlaufen, mehr oder weniger gebogen dargestellt werden. Die

daraus resultierende Geometrie macht für die meisten Betrachter auch das Typische eines Panoramas aus.

Die zylindrische Projektion ist gewissermaßen »zweiterhand«: Da ein Zylinder in der Senkrechten eine gerade Erstreckung hat, wird dort gleich abgebildet wie bei der rektilinearen Projektion, also mit den gleichen Längenverhältnissen in Natur und Abbild. Im Gegensatz dazu werden in Richtung des Zylinderumfangs gleich große Blickwinkel in der Natur in gleiche Bildstrecken in der Horizontalen des Abbildes übersetzt. Die zylindrische Projektion umfasst also zwei verschiedenartige Projektionen entlang der beiden Bildachsen.



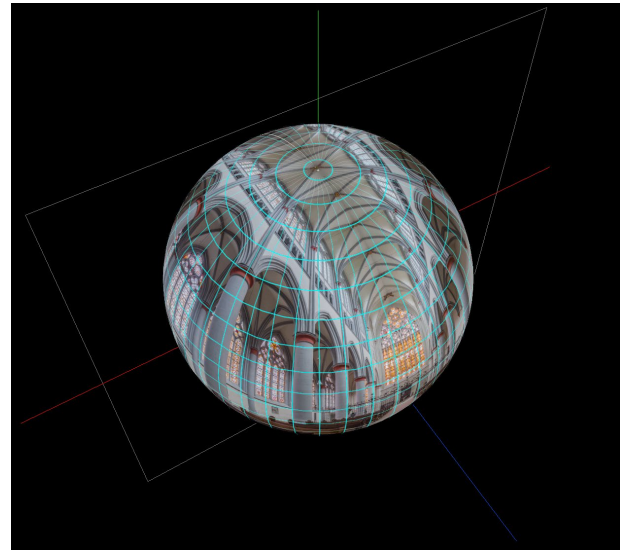
⤴ **Abbildung 4.4**

Zylindrisches Panorama mit Winkelraster: In horizontaler Richtung gibt es gleiche Winkelabstände, in vertikaler Richtung ergeben gleiche Winkel im Bild hingegen unterschiedliche Abstände im Bild.

4.4 Sphärische Projektion

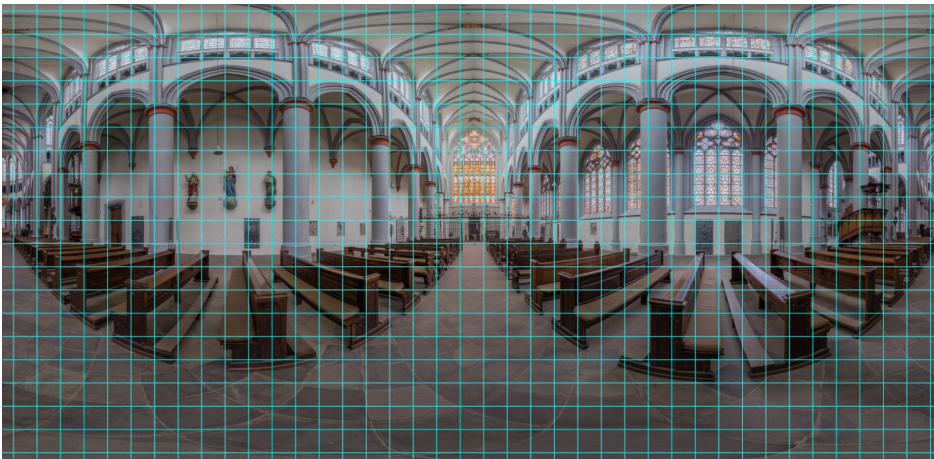
Einer sphärischen Projektion liegt eine Kugel zugrunde. Sie ist in der Lage, eine komplette Rundumsicht sowohl in der Horizontalen (360°) als auch in der Vertikalen (180°) wiederzugeben. Hier werden nicht gleiche Wegstrecken in der Natur in gleiche Abstände im Bild übersetzt. Es wird nur von Winkeln ausgegangen. Die für Panoramabilder dieses Typs sehr gebräuchliche Bezeichnung »*equirektangular*« spiegelt das wider. Gleiche (»*equi*«) Winkel (»*angular*«) im Bild ergeben gleiche Abstände im Bild. Ein Sichtfeld von z. B. $10 \times 10^\circ$ ist also überall im Bild gleich groß.

Die Ergebnisse dieser Projektion werden auch *Kugelabwicklungen* genannt oder *Kugelpanoramen*. Weil der Blickwinkel für eine komplette Kugel immer $360 \times 180^\circ$ beträgt, ist auch das Seitenverhältnis zwingend exakt 2:1.



⤴ **Abbildung 4.5**

Sphärisches Panorama als Kugel von außen betrachtet (seitenverkehrt)



⤵ **Abbildung 4.6**

Sphärisches Panorama Kugelabwicklung mit gleichen Abständen im Bild pro Bildwinkel

4.5 Kubische Projektion

Eine spezielle Abbildungsmethode stellt die kubische Projektion dar. Sie können sich die sphärische Projektion so vorstellen, dass Sie in der Mitte einer Kugel stehen, die geometrisch exakt das abbildet, was Sie in der Natur um sich herum sehen würden. Nimmt man statt dieser Kugel einen Würfel, ist das Bild visuell genau gleich, wenn man diesen Würfel aus sechs quadratischen Bil-

dern zusammensetzt, deren Blickwinkel jeweils $90 \times 90^\circ$ sein muss. Die Projektion der Würfelseiten selbst ist rektilinear.

Die sphärische Projektion benötigt nur ein Bild für die Abbildung einer kompletten Kugel. Die kubische Projektion verlangt stattdessen immerhin nach sechs Bildern, die dafür aber geometrisch einfacher sind. Das bietet

vor allem technische Vorteile, die sich später in diesem Buch an den interaktiven Panoramadarstellungen noch deutlich zeigen werden.

» **Abbildung 4.7**

Die kubische Projektion erlaubt die Darstellung eines Blickwinkels von $360 \times 180^\circ$ mithilfe von sechs Würfelseiten.

KONVERTIERUNGEN

Es ist oft technisch notwendig, aber auch in kreativer Hinsicht interessant, eine Projektion in eine andere zu konvertieren. Dazu finden Sie viele Details in Kapitel 11, »Ausgabeformate und Konvertierungen«.



« **Abbildung 4.8**

Die sechs Würfelseiten lassen sich auch als Abwicklung in Form eines »Cubic Cross« abbilden. Das erlaubt beispielsweise das Zusammenfassen aller sechs Seiten in einer Bilddatei.

4.6 Spezielle Projektionen

Neben den drei wichtigsten, zuvor beschriebenen Projektionen gibt es auch Varianten davon sowie gänzlich andere Methoden, die entweder für bestimmte Zwecke nützlich sind oder auch Potenzial als eigenständige Gestaltungsformen haben.

Stereografische Projektion/Little Planets

Die vor allem gestalterisch interessante stereografische Projektion führt zu den sogenannten *Little Planets*, in denen ebenfalls ein Blickwinkel von meist annähernd $360 \times 180^\circ$ abgebildet wird. Diese in der Regel quadratischen Bildformate projizieren ein Kugelpanorama so auf eine Fläche, dass der Fußpunkt der Kugel in der Bildmitte liegt, der Kopfpunkt hingegen am äußeren Rand. Der Horizont bildet einen Kreis. Diese Perspektive kann man auch umdrehen, also den Kopfpunkt in die Mitte

nehmen, wobei dann bei passenden Motiven eine Art »Tunnelblick« entsteht.

Vedutismo/Panini

Die Bezeichnungen Vedutismo und Panini werden oft für die gleiche Projektionsmethode verwendet, auch wenn die Definitionen häufig ein wenig ungenau sind. Diese Projektion versucht, grob gesprochen, die Verzerrungsfreiheit der rektilinearen Projektion mit den großen Bildwinkeln zu verbinden, die die zylindrische Projektion erlaubt.

Sie wird technisch oft auch einstellbar umgesetzt, sodass die Grenzen fließend sind und entweder die rektilineare Projektion gegenüber der zylindrischen vorherrscht oder umgekehrt.



⌘ Abbildung 4.9

Mit der stereografischen Projektion lassen sich Little Planets erzeugen. Sie sind lohnend bei Aufnahmen, bei denen über dem Standpunkt des Fotografen eine gleichmäßige Fläche (z. B. Himmel) zu finden ist. Sozusagen das Gegenstück dieser Projektion ist eine Art Tunnelblick, der entsteht, wenn man den Blick nach oben in die Bildmitte richtet. (Location: Appenzell, CH)



⤴ **Abbildung 4.10**

Ein Bildausschnitt von $140 \times 90^\circ$ als rektilineare Projektion mit starken Verzerrungen am rechten und linken Bildrand

⤵ **Abbildung 4.11**

Der gleiche Bildausschnitt von $140 \times 90^\circ$ aus Abbildung 4.10 in zylindrischer Projektion



VEDUTISMO/PANINI

Die Namen dieser Projektion leiten sich zum einen von *Veduta*, der Vedute ab, dem kunsthistorischen Begriff für meist übersichtsartige Stadt- oder Landschaftsansichten, und zum anderen von Giovanni Paolo Panini, einem italienischen Maler, Architekten, Zeichner und Professor für Perspektive des 18. Jahrhunderts.

⤵ **Abbildung 4.12**

Die Panini-Projektion reduziert die bogenförmigen Verzerrungen deutlich.

