

Panoramafotografie

Von: Ferdinand Malcher (66239), Robert Weiße (66422)

Am: 9. Dezember 2015

Studienrichtung: Masterstudiengang Medieninformatik

Modul: Multishottechniken

Professor: Prof. Dr.-Ing. habil. Dieter Vyhnał

Fachbereich: Fakultät Informatik, Mathematik und Naturwissenschaften
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Abbildungsverzeichnis

2.1	180°-Panorama - Reichsgerichtsgebäude	3
2.2	180°-Panorama - Panorama-Tower	4
2.3	180°-Panorama - Hermann-Liebmann-Brücke	5
2.4	Zylinderpanorama - Postbahnhof	6
2.5	Zylinderpanorama - Richard-Wagner-Platz	7
2.6	Kugelpanorama - Leipziger Messe	8
2.7	Übersichtsfoto Reichsgerichtsgebäude	9
2.8	Kameraposition für das Motiv Reichsgerichtsgebäude	9
2.9	Fehler bei HDR-Entwicklung und bewegten Objekten	10
2.10	Kameraposition für das Motiv Panorama-Tower	11
2.11	Übersichtsfoto Hermann-Liebmann-Brücke	13
2.12	Kameraposition für das Motiv Hermann-Liebmann-Brücke	13
2.13	Parallaxenfehler im Foto an der Hermann-Liebmann-Brücke	14
2.14	Kameraposition für das Motiv Postbahnhof	15
2.15	Übersichtsfoto Richard-Wagner-Platz	17
2.16	Kameraposition für das Motiv Richard-Wagner-Platz	17
2.17	Übersichtsfoto Leipziger Messe	19
2.18	Kameraposition für das Motiv Leipziger Messe	19
2.19	Fehler durch falsch gestitchtes Teilbild	20
3.1	Kamera und Panoramakopf	21
3.2	Ausrichtung der Kamera am NPP	22
3.3	Hyperfocal Pro (Android App)	24
3.4	Stitchingfehler (verschobene Kondensstreifen)	26
3.5	Nadirretusche (1)	27
3.6	Nadirretusche (2)	27
3.7	Nadirretusche (3)	28
4.1	PTGui Pro: Startbildschirm	29
4.2	PTGui Pro: Die Quellbilder wurden geladen	30

4.3	PTGui Pro: Objektiveinstellungen (Lens Settings)	30
4.4	PTGui Pro: Automatische Detektion von Bracketing-Aufnahmen	31
4.5	PTGui Pro: Maskierung	31
4.6	PTGui Pro: Control Points	32
4.7	PTGui Pro: Optimizer	33
4.8	PTGui Pro: Einstellungen zum Tone-Mapping	33
4.9	PTGui Pro: Export des fertigen Panoramas	34
4.10	Photomerge: Menüpfad	35
4.11	Photomerge: Startbildschirm	35
4.12	Photomerge: Ebenen mit Teilbildern	36
4.13	Photomerge: Fehlerhaft gestitchtes Panorama von der Leipziger Messe . . .	36
4.14	Photomerge: Gestitchtes Panorama vom Richard-Wagner-Platz	37

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	i
1 Einleitung	1
2 Aufnahmen	2
2.1 Reichsgerichtsgebäude	9
2.2 Panorama-Tower	11
2.3 Hermann-Liebmann-Brücke	13
2.4 Postbahnhof	15
2.5 Richard-Wagner-Platz	17
2.6 Leipziger Messe	19
3 Der Erstellungsprozesses	21
3.1 Stativ und NPP	21
3.2 Einzelaufnahmen	23
3.3 Stitching	25
3.4 Nachbearbeitung	25
3.4.1 Lightroom	25
3.4.2 Photoshop	26
3.4.3 Nadirretusche im Kugelpanorama	26
4 Stitching	29
4.1 PTGui Pro	29
4.2 Adobe Photoshop / Photomerge	34
5 Fazit	38

1 Einleitung

Diese Hausarbeit entstand im Rahmen des Moduls *Multishottechniken in der digitalen Fotografie* und behandelt das Thema *Panoramafotografie*. Bei einem Panorama wird mehr Sichtfeld erfasst, als man normalerweise als Fotograf gewöhnt ist. Mit einer handelsüblichen Spiegelreflexkamera kann ein Panorama nur in mehreren Einzelbildern angefertigt werden. Besonderer Mehraufwand gegenüber der One-Shot-Fotografie fällt bei der Nachbearbeitung an, da die Einzelbilder für das Panorama zusammengesetzt werden müssen. Auch die Wahl des Motivs erfordert einen anderen bildkompositorischen Blick als bei Einzelaufnahmen. Panoramafotografie stellt also besondere Herausforderungen an die künstlerische und handwerkliche Fertigkeit des Fotografen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden sechs Panoramafotos in Leipzig und Umgebung erstellt. Die vorliegende Arbeit beschreibt die Vorgehensweise und stellt die verwendeten Tools näher vor.

Folgendes Equipment wurde zur Anfertigung der Fotos verwendet:

- Stativ mit Kugelkopf
- Nikon D610 mit AF-S Nikkor 24-85mm F3.5-4.5 ED VR
- Canon EOS 6D mit 24-105mm F4.0L
- Nodalpunktadapter
- Libelle für Blitzschuh
- Schnellwechselplatte Arca-Swiss

2 Aufnahmen

In diesem Abschnitt werden die im Rahmen dieser Arbeit angefertigten Panoramaaufnahmen vorgestellt. Neben dem eigentlichen Bild werden jeweils Bildidee und Aufnahmeort beschrieben sowie der Ort auf einer Karte angezeigt. Außerdem sind die getätigten Kameraeinstellungen dokumentiert.

Es wurden Fotos der folgenden Motive aus Leipzig und Umgebung angefertigt:

- 2.1) Reichsgerichtsgebäude
- 2.2) Panorama-Tower
- 2.3) Hermann-Liebmann-Brücke
- 2.4) Postbahnhof
- 2.5) Richard-Wagner-Platz
- 2.6) Leipziger Messe

Alle Bilder, abgesehen vom Motiv Richard-Wagner-Platz, wurden in Belichtungsreihen zu drei Einzelbildern aufgenommen (Bracketing), um das Panorama als HDRI (High Dynamic Range Image) entwickeln zu können. Die unterschiedlichen Belichtungszeiten für die Einzelbilder werden in der Dokumentation der Kameraeinstellungen durch Schrägstrich getrennt angegeben. Die HDR-Entwicklung und das Tone-Mapping erfolgte ebenfalls mit der Software PTGui, die diese Funktionalität bereits mitbringt.

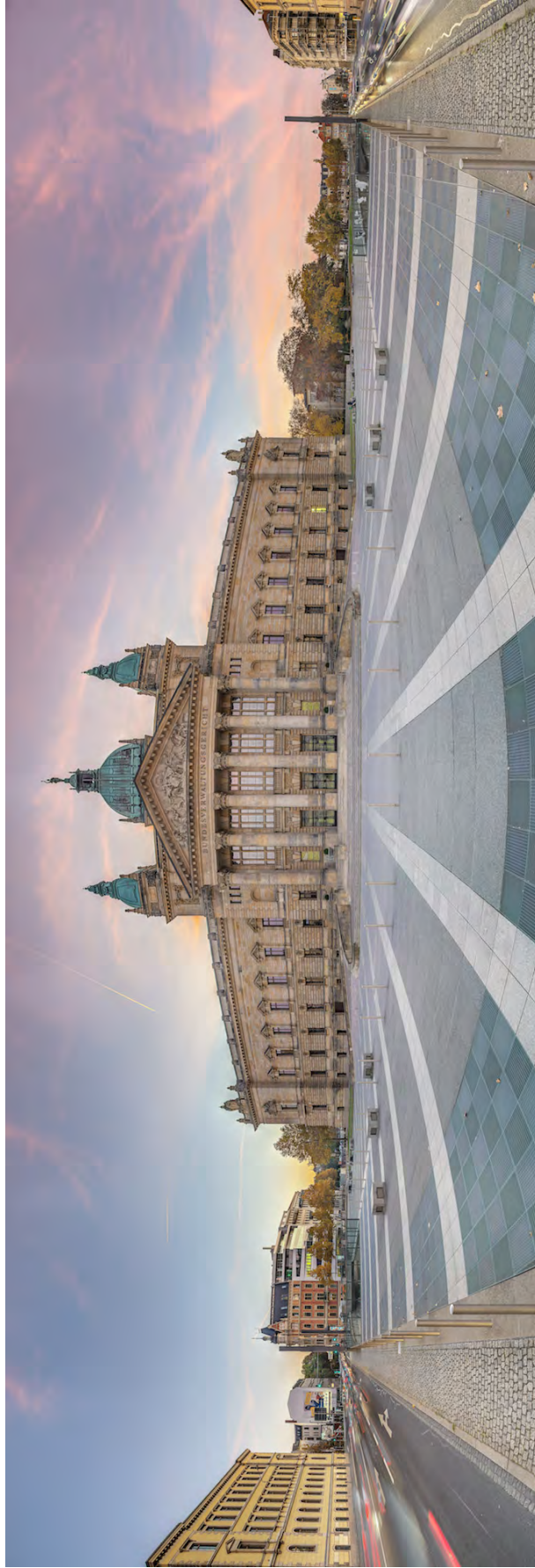


ABBILDUNG 2.1: 180°-Panorama - Reichsgerichtsgebäude



ABBILDUNG 2.2: 180°-Panorama - Panorama-Tower

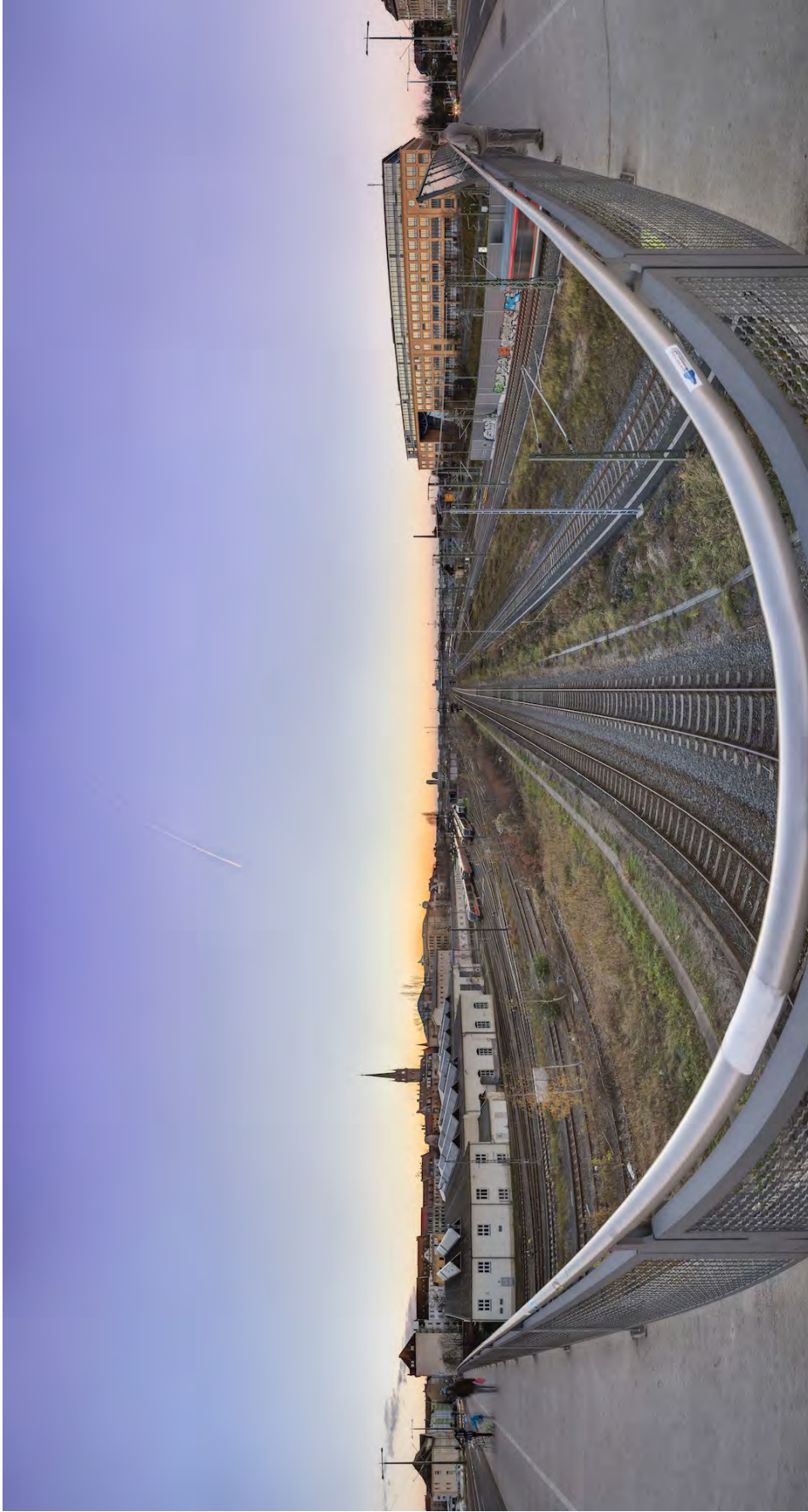


ABBILDUNG 2.3: 180°-Panorama - Hermann-Liebmann-Brücke

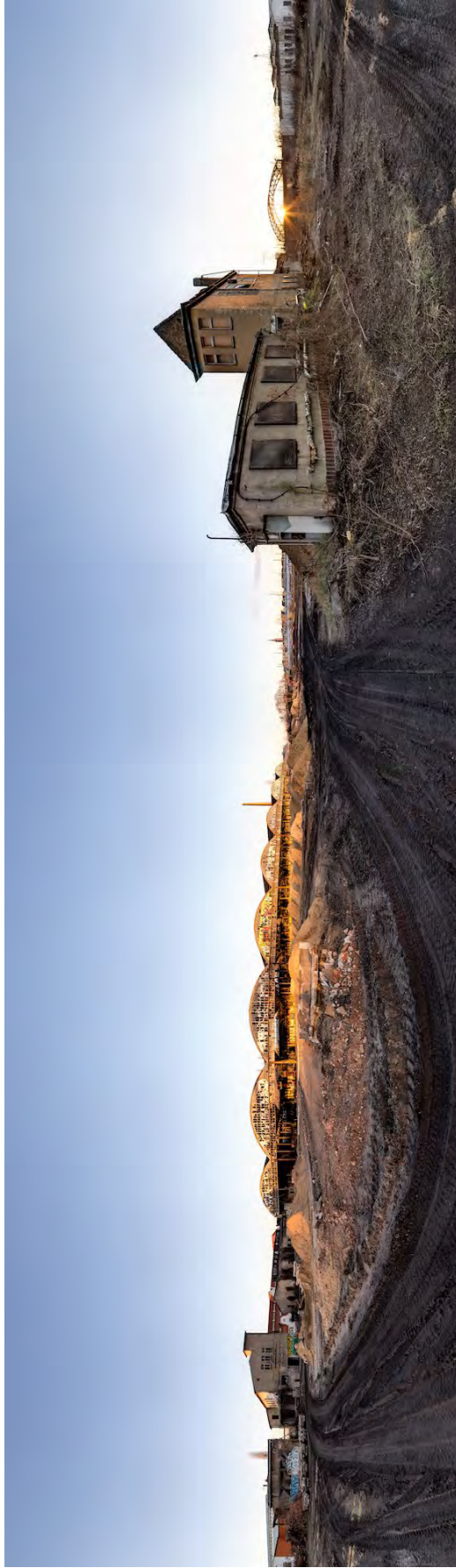


ABBILDUNG 2.4: Zylinderpanorama - Postbahnhof

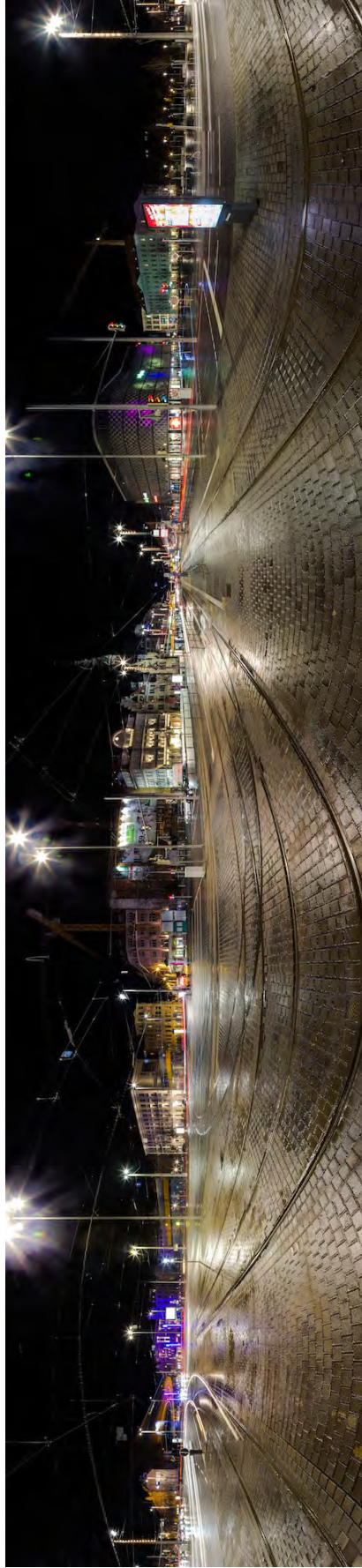


ABBILDUNG 2.5: Zylinderpanorama - Richard-Wagner-Platz



ABBILDUNG 2.6: Kugelpanorama - Leipziger Messe

2.1 Reichsgerichtsgebäude

Idee und Aufnahmeort

Das Reichsgerichtsgebäude am Simsonplatz prägt neben anderen Leipziger Wahrzeichen das Stadtbild. Ende des 19. Jahrhunderts erbaut, hat das Gebäude am westlichen Innenstadtring eine beeindruckende Erscheinung. Vor allem das Eingangsportal mit dem Tympanon gibt ein prachtvolles Bild.

Da die Gebäudefront nach Osten ausgerichtet ist, ist dieses Motiv gut mit Sonnenuntergang im Hintergrund fotografierbar. Die andere Straßenseite der anliegenden Harkortstraße ist für das Motiv uninteressant. Die Entscheidung fiel daher auf ein Panorama mit 180° horizontalem Bildwinkel, welches das Gebäude vollständig erfasst.

Die Aufnahmen wurden am 1. November 2015 um 17 Uhr angefertigt. Das Stativ wurde mittig zur Gebäudefront ausgerichtet und möglichst dicht an die angrenzende Harkortstraße gestellt.



ABBILDUNG 2.7: Übersichtsfoto Reichsgerichtsgebäude

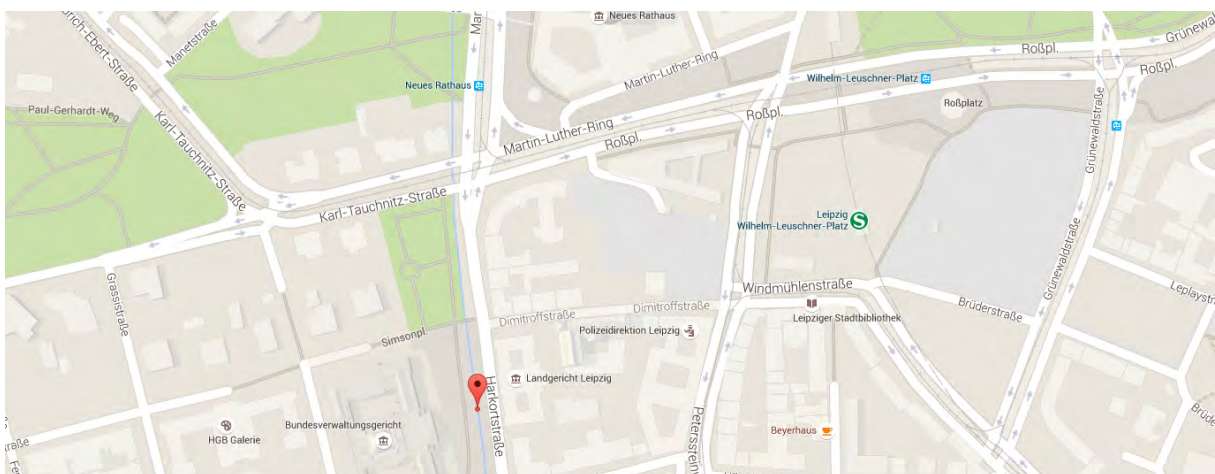


ABBILDUNG 2.8: Kameraposition für das Motiv Reichsgerichtsgebäude

Kameraeinstellungen

- **Kamera:** Nikon D610
- **Brennweite:** 24 mm
- **Bracketing:** Belichtungsreihe mit drei Einzelaufnahmen für HDR-Entwicklung
- **Blende:** f/8
- **Belichtungszeit:** $\frac{1}{6}$ / 0,6 / 2,5 s
- **Empfindlichkeit:** ISO 100

Vorgehen und Fehleranalyse

Für dieses Panoramafoto wurden sieben Teilbilder mit einem Versatz von 30° bei einem vertikalen Winkel von 0° aufgenommen. Beim Stitching mit PTGui mussten teilweise Kontrollpunkte manuell gesetzt werden. Ansonsten konnte die Entwicklung ohne Probleme durchgeführt werden. Die Ausrichtung der Kamera auf den No Parallax Point ist korrekt ausgeführt worden. Somit traten keine Parallaxenfehler auf. Durch die Objekte im Vordergrund (Pfeiler und Linien auf dem Boden) ist das gut ersichtlich.

Durch die HDR-Entwicklung treten im Bereich der Straße Probleme mit bewegten Objekten (Autos) auf. Es entstehen Konturen, die aus der Zusammenrechnung der drei Einzelbilder resultieren, da an diesen Stellen keine Deckung zwischen den Bildern vorhanden ist (siehe [Abbildung 2.9](#)). Dieser Effekt ist unerwünscht, allerdings sollte auf den hohen Dynamikumfang für das Hauptmotiv nicht verzichtet werden.

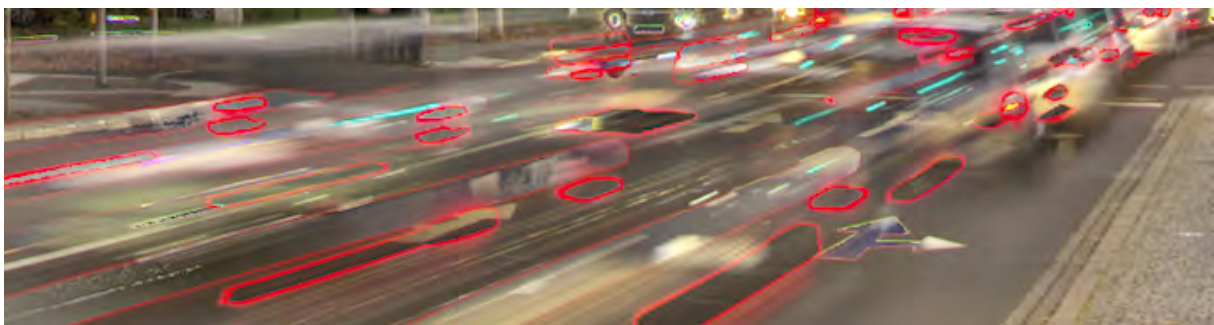


ABBILDUNG 2.9: Fehler bei HDR-Entwicklung und bewegten Objekten

2.2 Panorama-Tower

Idee und Aufnahmeort

Nicht nur der Name der Aussichtsplattform auf dem Leipziger City-Tower lädt dazu ein, dort ein Panoramafoto zu machen. Der 120 Meter hohe Aussichtspunkt bietet einen einzigartigen Blick über Leipzig, vor allem in den Richtungen Leipziger Süden und Westen.

Zusammen mit dem Sonnenuntergang im Westen fand sich hier ein geeignetes Motiv für ein Panoramafoto. Da die Sicht auf der Aussichtsplattform begrenzt ist, wurde dieses Foto nur mit 180° Bildwinkel erstellt. Der Bereich deckt die interessanten Teile des Motivs ab. Die Sonne stand zu diesem Zeitpunkt bereits tief und zeigte ein kräftiges Rot im Westen der Stadt.

Die Aufnahmen wurden am 1. November 2015 um 17.30 Uhr angefertigt.



ABBILDUNG 2.10: Kameraposition für das Motiv Panorama-Tower

Kameraeinstellungen

- **Kamera:** Nikon D610
- **Brennweite:** 24 mm
- **Bracketing:** Belichtungsreihe mit drei Einzelaufnahmen für HDR-Entwicklung
- **Blende:** f/8
- **Belichtungszeit:** 1 / 4 / 15 s
- **Empfindlichkeit:** ISO 100

Vorgehen und Fehleranalyse

Der Aufstieg zum Turm dauerte wegen des großen Andrangs zum Sonnenuntergang länger als vermutet. Der Aufbau des Stativs fand unter Zeitdruck statt, weil die Sonne schon sehr tief stand und unbedingt Teil des Bildes werden sollte. In der Hektik der Aufnahmesituation wurde das Übersichtsfoto vergessen und der Fokus nicht eingestellt. Dadurch ist das Motiv leider teilweise unscharf. Das fällt allerdings nur bei höheren Zoomstufen auf.

Der Vordergrund ist ohne Parallaxenfehler. Lediglich am Himmel trat ein Fehler beim Stitching auf, bei dem die Kondensstreifen zwischen zwei Teilbildern nicht ineinander übergingen. Dieser Fehler wurde in der Nachbearbeitung entfernt, wie im [Unterabschnitt 3.4.2](#) beschrieben.

2.3 Hermann-Liebmann-Brücke

Idee und Aufnahmeort

Ein weiteres Panorama mit 180° Bildwinkel entstand mit Blick von der Eisenbahnbrücke in der Hermann-Liebmann-Straße zwischen Eisenbahnstraße und Stanneneinplatz. Der Blick nach Westen zeigt das Schienennetz nordöstlich des Hauptbahnhofs. Außerdem sind Betriebsgebäude der Deutschen Bahn sichtbar. Im Hintergrund erhebt sich vor der untergehenden Sonne die Silhouette der Leipziger Innenstadt. Der Sonnenuntergang setzt den industriellen Charme der Eisenbahnlandschaft in ein angenehmes Licht.



ABBILDUNG 2.11: Übersichtsfoto Hermann-Liebmann-Brücke

Die Aufnahmen wurden am 27. November 2015 um 16.15 Uhr gemacht.

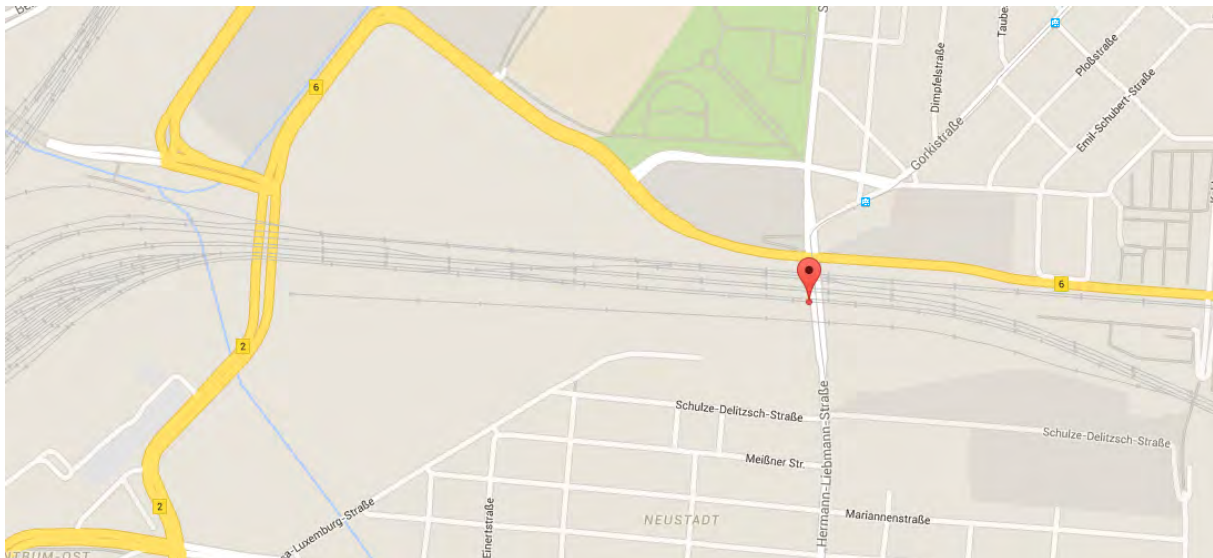


ABBILDUNG 2.12: Kameraposition für das Motiv Hermann-Liebmann-Brücke

Kameraeinstellungen

- **Kamera:** Canon EOS 6D
- **Brennweite:** 24 mm
- **Bracketing:** Belichtungsreihe mit drei Einzelaufnahmen für HDR-Entwicklung
- **Blende:** f/11
- **Belichtungszeit:** $\frac{1}{20}$ / $\frac{1}{8}$ / 0,3 s
- **Empfindlichkeit:** ISO 100

Vorgehen und Fehleranalyse

Das Vorgehen bei diesem Motiv ähnelte dem der anderen Bilder. Es wurden allerdings am Motiv drei Bildreihen aufgenommen, jeweils mit 45° vertikaler Neigung nach oben und unten, also insgesamt eine Halbkugel. Die Bereiche wurden nur als Reserve zur größeren Gestaltungsfreiheit beim Motivausschnitt aufgenommen und später zum großen Teil wieder abgeschnitten. Im Vordergrund des Bildes befindet sich unscharf das Geländer der Brücke. Die Unschärfe ist beabsichtigt, da das Geländer kein relevanter Aspekt des Motivs ist, allerdings bildkompositorisch trotzdem erwünscht ist.

Durch die Verwendung einer Schnellwechselplatte traten bei der Montage auf dem Nodalpunktadapter Abweichungen auf und die Kamera war nicht exakt ausgerichtet. Es entstanden Parallaxenfehler, die am Geländer sichtbar sind, siehe [Abbildung 2.13](#). Die Fehler wurden in der Nachbearbeitung mit Adobe Photoshop entfernt.



ABBILDUNG 2.13: Parallaxenfehler im Foto an der Hermann-Liebmann-Brücke

2.4 Postbahnhof

Idee und Aufnahmeort

Das Gebäude des Leipziger Postbahnhofs im Stadtteil Schönefeld ist seit 1994 ungenutzt. Seit 1912 war der Postbahnhof ein wichtiger Umschlagplatz im Bahnverkehr. In der Zeit seit der Schließung ist das Gebäude durch Witterung und Vandalismus teilweise zerstört worden. Der Charme der friedlich ruhenden Industrie, der an vielen Stellen Leipzigs zu finden ist, war das Hauptaugenmerk dieses Motivs. Leider wird das Gelände momentan saniert, sodass der verwachsene Zustand aus den vergangenen Jahren nicht mehr vorhanden ist. Als Tageszeit wurde bewusst der Nachmittag mit tief stehender Sonne gewählt, um das Gebäude in ein ansprechendes Licht zu setzen. Ein Zylinderpanorama mit 360° Bildwinkel war deshalb interessant, weil nicht nur das Gebäude sondern auch die Umgebung lohnenswerte Motive sind. Im Hintergrund ist die Brandenburger Brücke mit der Sonne sichtbar, in der Ferne sind außerdem die hohen Gebäude der Leipziger Innenstadt zu erkennen.

Die Kamera wurde zentral im Gelände aufgestellt, sodass das Hauptgebäude, die Brandenburger Brücke und die umstehenden kleinen Gebäude sichtbar waren. Der Zugang zum Gelände ist gesperrt und es finden Bauarbeiten statt. Die Aufnahmen erfolgten mit Genehmigung der dort arbeitenden Personen, allerdings sollte das Gelände so schnell wie möglich wieder verlassen werden. Wegen dieses Zeitdrucks fehlt für dieses Motiv leider die Übersichtsaufnahme.

Die Aufnahmen wurden am 27. November 2015 um 16 Uhr gemacht.

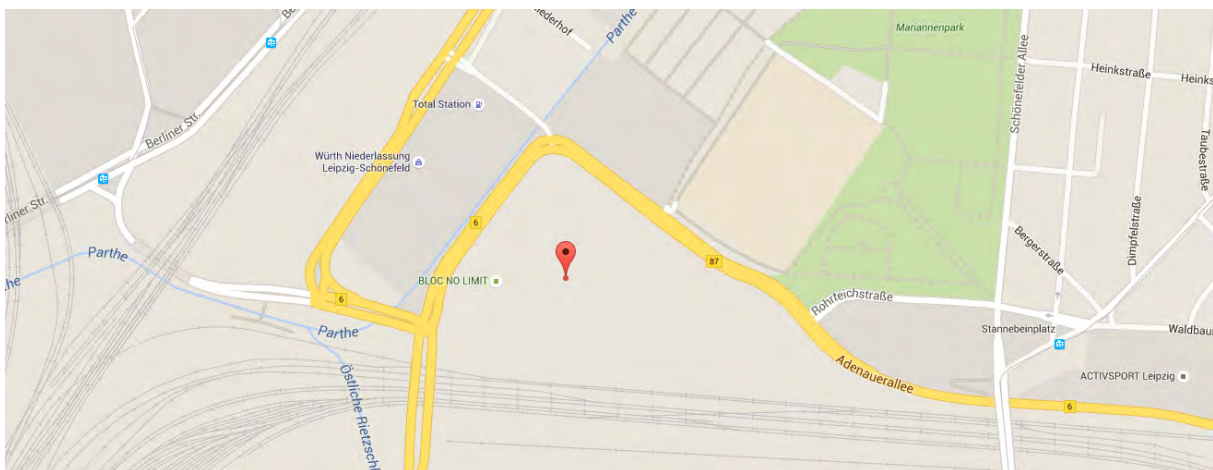


ABBILDUNG 2.14: Kameraposition für das Motiv Postbahnhof

Kameraeinstellungen

- **Kamera:** Canon EOS 6D
- **Brennweite:** 28 mm
- **Bracketing:** Belichtungsreihe mit drei Einzelaufnahmen für HDR-Entwicklung
- **Blende:** f/11
- **Belichtungszeit:** $\frac{1}{50}$ / $\frac{1}{20}$ / $\frac{1}{8}$ s
- **Empfindlichkeit:** ISO 100

Vorgehen und Fehleranalyse

Dieses Motiv wurde zunächst als Kugel aufgenommen, um später Reserve für die Wahl des Bildausschnitts zu haben. Es wurden alle Teilbilder für die Entwicklung in PTGui importiert. Später wurden die Quellbilder vom Boden (-45°) wieder entfernt, da das Stitching nicht ohne manuellen Eingriff funktionierte und der Boden ohnehin für das Motiv uninteressant war. Teile des Himmels wurden im finalen Bild beibehalten.

Es treten keine Parallaxenfehler auf, die Kamera ist also korrekt auf den No Parallax Point ausgerichtet.

2.5 Richard-Wagner-Platz

Idee und Aufnahmeort

Für dieses Zylinderpanorama mit 360° Bildwinkel wurde eine typische Ansicht des Leipziger Innenstadtrings in den Abendstunden gewählt. Als Motiv diente der Richard-Wagner-Platz mit der Blechbüchse, der Bahnhaltestelle und den kreuzenden Straßen Tröndlinring und Goerdelerring. Das Bild kann als Ruhepunkt im hektischen Puls der Innenstadt betrachtet werden. Durch die lange Belichtungszeit (30 Sekunden) sind die Bewegungen nur als Schleier sichtbar. Die ruhigen, konstanten Elemente des Bildes sind scharf und repräsentieren die Besinnlichkeit der Weihnachtszeit zwischen der Betriebsamkeit der Stadt.

Die Kamera wurde nahe der Haltestelle Goerdelerring zwischen den Gleisen aufgestellt. Die Aufnahmen wurden am 29. November 2015 um 18.30 Uhr angefertigt.

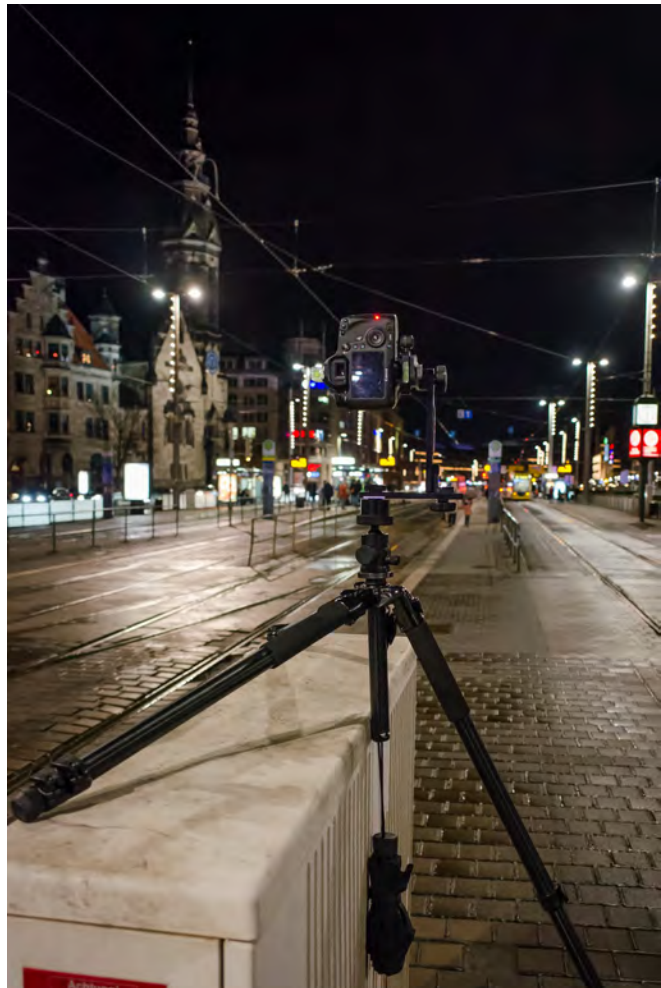


ABBILDUNG 2.15: Übersichtsfoto Richard-Wagner-Platz

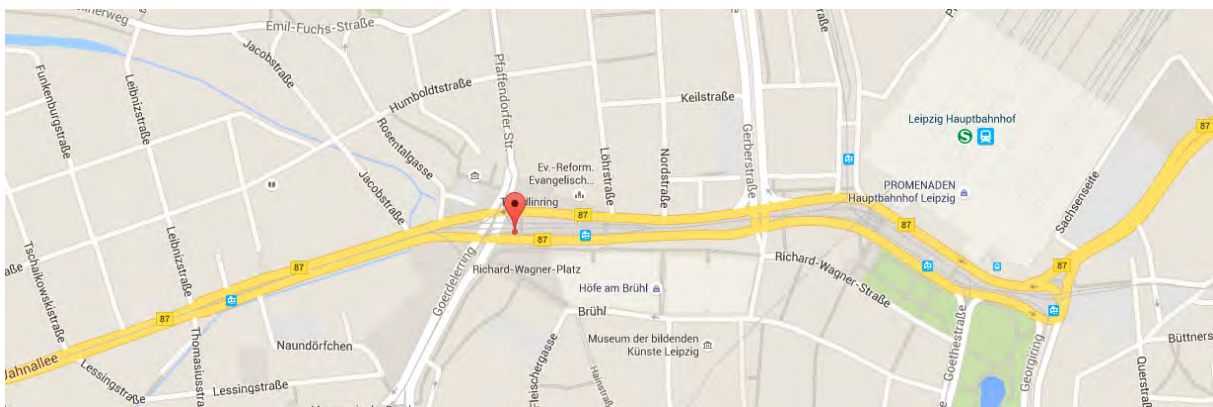


ABBILDUNG 2.16: Kameraposition für das Motiv Richard-Wagner-Platz

Kameraeinstellungen

- **Kamera:** Canon EOS 6D
- **Brennweite:** 24 mm
- **Blende:** f/16
- **Belichtungszeit:** 30 s
- **Empfindlichkeit:** ISO 100

Vorgehen und Fehleranalyse

Für dieses Bild wurden wegen der vielen bewegten Objekte keine Belichtungsreihen angefertigt. Das Stitching verlief problemlos und ohne manuellen Eingriff, da viele markante Punkte für die Ausrichtung der Bilder vorhanden waren. Die Ausrichtung des No Parallax Points war korrekt, es treten keine Parallaxenfehler auf. Das Foto wurde nachbearbeitet, um die Lens-Flares an den Straßenlaternen zu entfernen, die durch Staub auf der Linse entstanden waren.

Die Grenzen der Einzelbilder sind zum Teil sichtbar, da die bewegten Objekte (Straßenbahn, Autos) an den Bildgrenzen nicht deckungsgleich sind. Diese Eigenschaft kann aber als Teil der Bildidee verstanden werden und zeigt im Rundumblick die bewegten Elemente der Situation.

2.6 Leipziger Messe

Idee und Aufnahmeort

Eng verbunden mit der Geschichte Leipzigs ist die Leipziger Messe. Mit der kaiserlichen Privilegierung 1497 durch Maximilian I. wurde Leipzig eine bedeutende Messestadt. Noch heute lockt die Messe jährlich über 1 Million Menschen in den Norden Leipzigs.

Der Eingang zur Messe ist die moderne Glaskuppelhalle. Geht man die Merkurpromenade entlang auf das Gebäude zu, so kommt man am großen Messesee vorbei. Das Gelände ist einladend und modern gestaltet. Die Umgebung erschien als geeignetes Motiv für ein Kugelpanorama, da der Blick in alle Richtungen interessant ist.

Die Aufnahme wurde am Rand des Messesees angefertigt. Durch den See führt ein Weg, an dessen Eingang die Kamera aufgestellt wurde. Von hier aus ist die Glaskuppelhalle, der See und die umliegenden Messehallen gut zu sehen. Es befinden sich Objekte im Vordergrund.

Die Aufnahmen wurden am 25. November 2015 um 15 Uhr angefertigt. Der Himmel war bewölkt und das Licht diffus.



ABBILDUNG 2.17: Übersichtsfoto Leipziger Messe

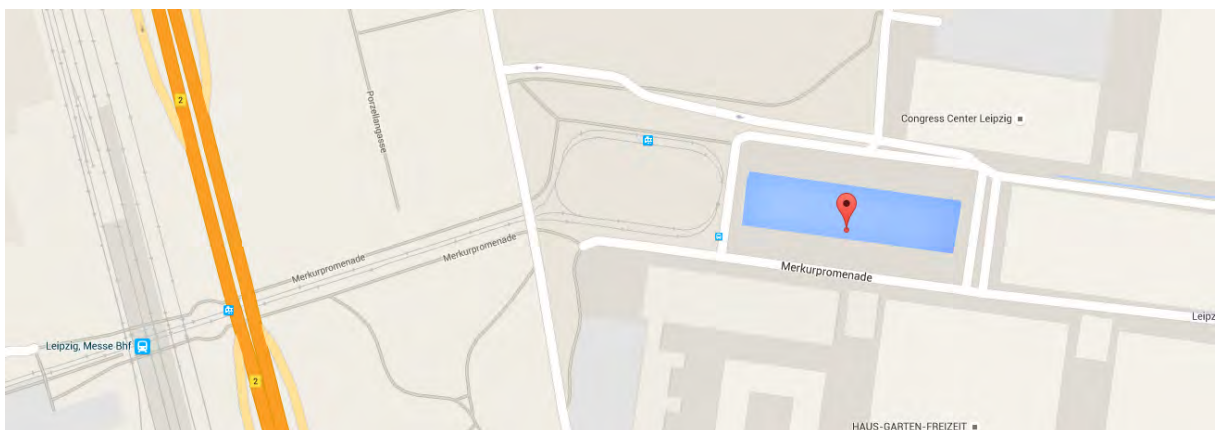


ABBILDUNG 2.18: Kameraposition für das Motiv Leipziger Messe

Kameraeinstellungen

- **Kamera:** Canon EOS 6D
- **Brennweite:** 24 mm
- **Bracketing:** Belichtungsreihe mit drei Einzelaufnahmen für HDR-Entwicklung
- **Blende:** f/9
- **Belichtungszeit:** $\frac{1}{100}$ / $\frac{1}{30}$ / $\frac{1}{10}$ s
- **Empfindlichkeit:** ISO 400

Vorgehen und Fehleranalyse

Das Kugelpanorama wurde in drei Durchgängen angefertigt. Zunächst wurden 12 Einzelaufnahmen bei einem vertikalen Winkel von 0° gemacht. Danach folgten weitere 12 Einzelbilder jeweils für einen vertikalen Winkel von $+45^\circ$ und -45° . Zur Sicherheit wurden außerdem noch einzelne Bilder von Himmel ($+90^\circ$) und Erde (-90°) gemacht, jeweils zwei Bilder mit einem horizontalen Versatz von 90° .



ABBILDUNG 2.19: Fehler durch falsch gestitchtes Teilbild

Die Ausrichtung des No Parallax Points war korrekt, denn es sind keine Parallaxenfehler zu erkennen. Es traten allerdings Probleme beim Stitching auf, da der helle Himmel nicht über genügend markante Punkte zur Ausrichtung verfügte. Dadurch wurde automatisch eines der hellen Himmelbilder ($+90^\circ$) falsch eingesetzt, wie [Abbildung 2.19](#) zeigt. Da 3x12 Einzelaufnahmen ausreichen, um $360 \times 180^\circ$ Bildwinkel zu erhalten, wurden die Aufnahmen von Himmel und Erde verworfen. Es mussten einige Kontrollpunkte in PTGui manuell gesetzt werden, bevor das Stitching erfolgreich war.

In Kapitel 3.4 wird darüber hinaus beschrieben, welche Arbeitsschritte – in diesem Fall das Entfernen eines Baufahrzeugs im Hintergrund – bei der Nachbearbeitung des Bildes anfallen. Weiterhin wird aufgezeigt, wie das Stativ im Nadir retuschiert werden kann.

3 Der Erstellungsprozesses

Für die Aufnahme eines Panoramas sind verschiedene Dinge zu beachten. So muss zunächst ein passendes Motiv gefunden werden. Es gilt, die richtige Tageszeit mit optimalen Lichtverhältnissen zu wählen. So bieten Sonnenaufgänge und Sonnenuntergänge ein anderes Licht als die Vor- und Nachmittagszeit. Die Mittagszeit sollte stets wegen des hohen Sonnenstandes und dem damit einhergehenden starken Dynamikumfang gemieden werden. Die Aufnahme erfolgt mit Stativ, welches über einen Nodalpunktadapter verfügt sowie einer Kamera, welche am Adapter im Hochformat befestigt ist. Beim horizontalen Schwenken des Fotoapparates wird dadurch in den Einzelbildern ein größerer vertikaler Bildwinkel abgedeckt.

3.1 Stativ und NPP

Bei der Erstellung von Panoramen können im Vordergrund der Aufnahme bei Zusammensetzung von Einzelbildern Parallaxenfehler auftreten. Um diese zu vermeiden, gilt es die Kamera um ihre Eintrittspupille zu drehen. Bei der Eintrittspupille handelt es sich um den Teil des Objektivs, der den Lichteinfall begrenzt. In der Regel regelt diese Begrenzung die Aperturblende. Dieser Punkt wird auch als *No Parallax Point (NPP)* bezeichnet. Vor und hinter diesem liegen die beiden Nodalpunkte des Kamerasystems. Durch die Verwendung eines Nodalpunktadapters wird die präzise Ausrichtung der Kamera ermöglicht (Abbildung 3.1). Die Einstellschlitten des Adapters ermöglichen hierbei die Justierung an der horizontalen und vertikalen Achse. Im Folgenden soll beschrieben werden, wie die Ausrichtung des Kamerasystems auf einfache Weise erfolgen kann.



ABBILDUNG 3.1: Kamera und Panoramakopf

Die Kamera muss während des Justierungsvorgangs auf zwei Schlitten verschoben werden. Auf dem ersten wird das Objektiv über dem Stativkopf zentriert. Im zweiten Schritt wird das Kamerasystem nach vorne beziehungsweise hinten bewegt. Ziel bei diesem Prozess ist, dass sich das Vordergrundobjekt bei Kameraschwenks nicht in Bezug auf das Hintergrundobjekt verschiebt. In [Abbildung 3.2](#) ist zu erkennen, wie nach einem Schwenk der Kamera die Bilder aussehen sollten, wenn der NPP zuvor korrekt eingestellt worden ist.

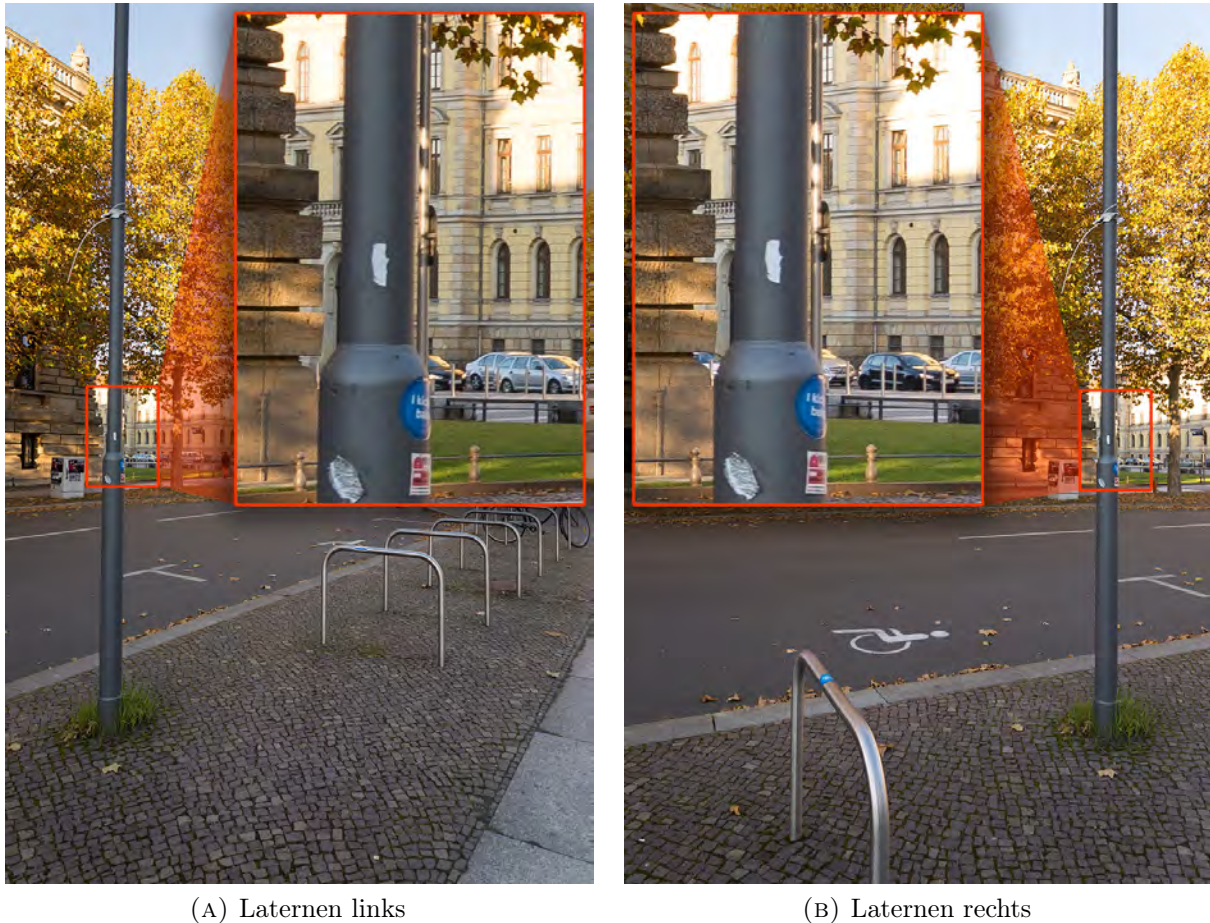


ABBILDUNG 3.2: Ausrichtung der Kamera am NPP

Vor der Ausrichtung des Systems am NPP muss das Stativ jedoch eben aufgestellt werden. Hierbei sind mehrere Libellen am Panoramakopf und eine weitere auf dem Blitzschuh der Kamera hilfreich. Im Anschluss muss ein geeignetes Vorder- und Hintergrundobjekt für die Justierung ausgemacht werden. In diesem Fall fiel die Wahl auf zwei Straßenlaternen. Im ersten Schritt wird die Kamera so gedreht, dass die Laternen am linken oder rechten Bildrand erscheinen. Über die Live-View-Funktion der Kamera und die Möglichkeit, in dieser Ansicht einzelne Bildbereiche digital zu vergrößern, kann ähnlich der beiden obigen Abbildungen in den betreffenden Bereich gezoomt werden. Die Straßenlaternen sollten hier

möglichst leicht versetzt voneinander stehen. Nach einem Schwenk der Kamerakonstruktion befinden sich die Laternen auf der anderen Bildseite. Stehen diese immer noch im gleichen Abstand zueinander, so tritt keine Parallaxenverschiebung auf und der NPP ist gefunden. In der Regel ist dies jedoch beim ersten Versuch nicht der Fall. Wird die Kamera nach links geschwenkt und das Vordergrundobjekt wandert nach rechts, so muss das Kamerasystem nach hinten verschoben werden. Dagegen ist das System nach vorn zu verschieben, wenn das Objekt nach links wandert. Dieser Prozess wird so oft wiederholt, bis Vorder- und Hintergrundobjekt bei Kameraschwenks ihre Position beibehalten.

Die Justierung auf diese Weise durchzuführen, ist sehr zeitaufwendig. Jedoch konnte im Laufe dieser Arbeit eine effizientere Methode zur Ausrichtung der Kamera entwickelt werden. Das System wird auch hier an geeigneten Vorder- und Hintergrundobjekten ausgerichtet. Die Platzierung dieser erfolgt ebenfalls an einem der seitlichen Bildränder. Nun wird sowohl der Skala-Wert des Einstellschlittens (bspw. 100 mm) als auch der ungefähre Abstand der Objekte zueinander notiert. Anschließend wird die Kamera so geschwenkt, dass die Objekte am anderen Bildrand erscheinen. Im Gegensatz zum zuvor beschriebenen Leitfaden wird nun jedoch die Fixierung des Einstellschlittens gelöst. Somit kann die Kamera beliebig vor und zurück bewegt werden. Bei dieser Bewegung wird im vergrößerten Live-View-Ausschnitt der Abstand zwischen den beiden Objekten beobachtet. Sobald der Zwischenraum gleich dem ist, der vor dem Schwenk notiert wurde, wird wieder der Skala-Wert des Einstellschlittens festgehalten (bspw. 130 mm). Der Mittelwert $((Skalawert_1 + Skalawert_2) : 2)$ dieser Zahlen ergibt den Wert, auf den der Schlitten eingestellt werden sollte, um das Kamerasystem am NPP auszurichten. Dies ersetzt natürlich keine Überprüfung der Einstellungen durch Kontrollaufnahmen. Jedoch kann auf diese Weise das System durch nur einen einzigen Schwenk justiert und so der Prozess zur NPP-Ausrichtung enorm verkürzt werden.

3.2 Einzelbildaufnahmen

Sobald das Kamerasystem korrekt auf den NPP justiert wurde, sollte dieses in die 0°-Position (weder nach oben noch nach unten geschwenkt) gebracht werden. Ist das Objektiv nicht horizontal auf das Motiv gerichtet, kann es bei starker Neigung dazu kommen, dass das Verhältnis von Hintergrund (Himmel) und Vordergrund (Erde) nicht ausgeglichen ist. In diesem Fall kann es vorkommen, dass sich bei Zylinderpanoramen der Vorder- oder Hintergrund stark krümmt.

Bei einer Brennweite von 24 mm hat sich gezeigt, dass ein horizontaler Abstand zwischen den einzelnen Aufnahmen von 30° optimale Ergebnisse erzielt, da so genügend Überschneidungen entstehen. Die Fotos können so leichter zusammengesetzt werden. Ein Zylinderpanorama (360°) besteht somit aus insgesamt 12 Einzelbildern.

Soll aus den Fotos später ein Kugelpanorama entstehen, kommen weitere 24 Aufnahmen hinzu, da zwei zusätzliche Bildreihen mit jeweils 12 Bildern angefertigt werden müssen. Bei der ersten Bildreihe wird die Kamera um 45° nach oben geneigt und bei der zweiten um 45° nach unten. Auf diese Weise wird sowohl der Zenit (Himmel) als auch der Nadir (Boden) vollständig erfasst. Jedoch muss, wie in Abschnitt 3.4 beschrieben, bei einem Kugelpanorama im Nadir das Stativ retuschiert werden.

Bei der Aufnahme sollte in jedem Fall darauf geachtet werden, sowohl Blende als auch Belichtungszeit fest einzustellen. Auch der Fokus darf sich während der Aufnahmereihe nicht ändern. Für die optimale Schärfe gilt es die hyperfokale Entfernungseinstellung zu beachten. Zur Berechnung der passenden Einstellungen wurde die kostenlose Android-Applikation *Hyperfocal Pro* genutzt.¹ Dadurch werden im Unendlichen liegende Objekte ebenfalls gerade noch mit akzeptabler Unschärfe abgebildet. Der gesamte scharf abgebildete Bereich, die sogenannte Schärfentiefe, reicht dann von der halben hyperfokalen Entfernung bis ins Unendliche.

Wenn es die Situation erfordert, kann außerdem die Bracketing-Funktion aktiviert werden. In diesem Modus nimmt die Kamera drei Bilder auf (unterbelichtet, normal belichtet, überbelichtet). Dies ermöglicht die Generierung von High Dynamic Range (HDR)-Aufnahmen aus den Einzelbildern. Fünf von sechs Panoramen dieser Arbeit wurden durch HDR-Technik umgesetzt, da viele Motive zu starke Kontraste aufwiesen.

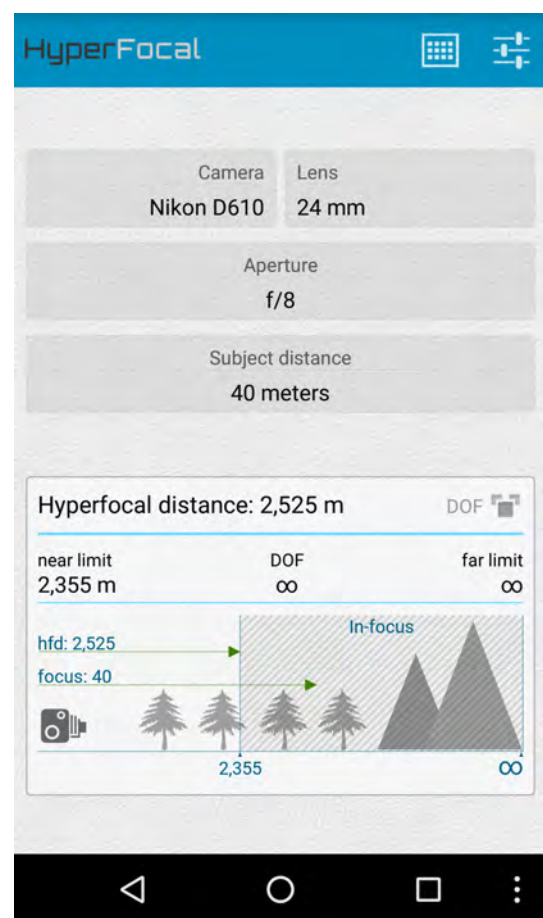


ABBILDUNG 3.3: Hyperfocal Pro (Android App)

¹<https://play.google.com/store/apps/details?id=in.zendroid.hyperfocal&hl=de>

3.3 Stitching

Stitching bezeichnet den Prozess, der die Einzelaufnahmen zu einem Gesamtbild zusammensetzt. In der digitalen Fotografie stehen hierzu verschiedene Programme zur Verfügung, die das Zusammensetzen der Einzelbilder weitestgehend automatisieren. In [Kapitel 4](#) wird genauer auf die verwendete Software und deren Bedienung eingegangen. In dieser Arbeit wurde für das Stitching hauptsächlich das Programm *PTGui Pro* verwendet. Für den direkten Vergleich wurde aber auch ein Panorama mit *Adobe Photoshop* umgesetzt. Die freie Stitching-Software *Hugin* kam nicht direkt bei der Zusammensetzung von Fotos zum Einsatz, da PTGui bei der HDR-Verarbeitung über mehr Funktionen verfügt. Allerdings konnte mit Hilfe von Hugin, unter Einbeziehung der Photoshop-Retusche-Funktionen, das Stativ im Nadir entfernt werden. Diese Nachbearbeitung ist in [Abschnitt 3.4](#) beschrieben.

3.4 Nachbearbeitung

Voraussetzung für die Nachbearbeitung ist ein vollständig gestitchtes Panorama, das möglichst im verlustfreien TIFF-Format vorliegt. Auf diese Weise bleiben in der nachträglichen Bearbeitung mehr Details und Farbinformationen erhalten. Da die Einzelbilder der Panoramen alle im RAW-Format aufgenommen wurden, konnten diese verlustfrei durch PTGui verarbeitet werden und stehen nun für die weitere Verarbeitung in *Adobe Photoshop* und *Lightroom* zur Verfügung.

3.4.1 Lightroom

Adobe Lightroom dient hauptsächlich der Bearbeitung und Verwaltung von Digitalfotos sowie zur Entwicklung von Bildern im RAW-Format. Somit können nach dem Import des Panoramas viele Eigenschaften des Bildes angepasst werden. Im ersten Schritt wird der Weißabgleich passend dem Bildinhalt angeglichen. Daraufhin gilt es Tiefen, Höhen, Kontrast, Sättigung und Schärfe der Panoramaaufnahme abzustimmen. Abschließend werden Aberrationen (Farbsäume an kontrastreichen Kanten) entfernt und ein passender Bildausschnitt gewählt.

3.4.2 Photoshop

Nach der Entwicklung des Panoramas in Lightroom folgt die Nachbearbeitung in Adobe Photoshop (Creative Suite 6 und Creative Cloud). Hier werden grobe Stitchingfehler sowie andere Aufnahmefehler beseitigt. Hierzu stehen verschiedenste Werkzeuge bereit. Störende Elemente in Flächen können meist über die Funktion *Fläche füllen* inhaltsbasiert entfernt werden. Die Stempelfunktion erlaubt weiterhin, detailliert einzelne Bereiche des Bildes zu retuschieren. Über das Nachbelichter-Werkzeug kann Lensflares entgegengewirkt werden, wie sie beispielsweise in [Abschnitt 2.5](#) am Richard-Wagner-Platz auftraten. Die meisten Bildfehler entstanden jedoch durch den Stitchingprozess. In der Regel traten diese in Wolkenformationen wie Flugzeug-Kondensstreifen auf ([Abbildung 3.4](#)).

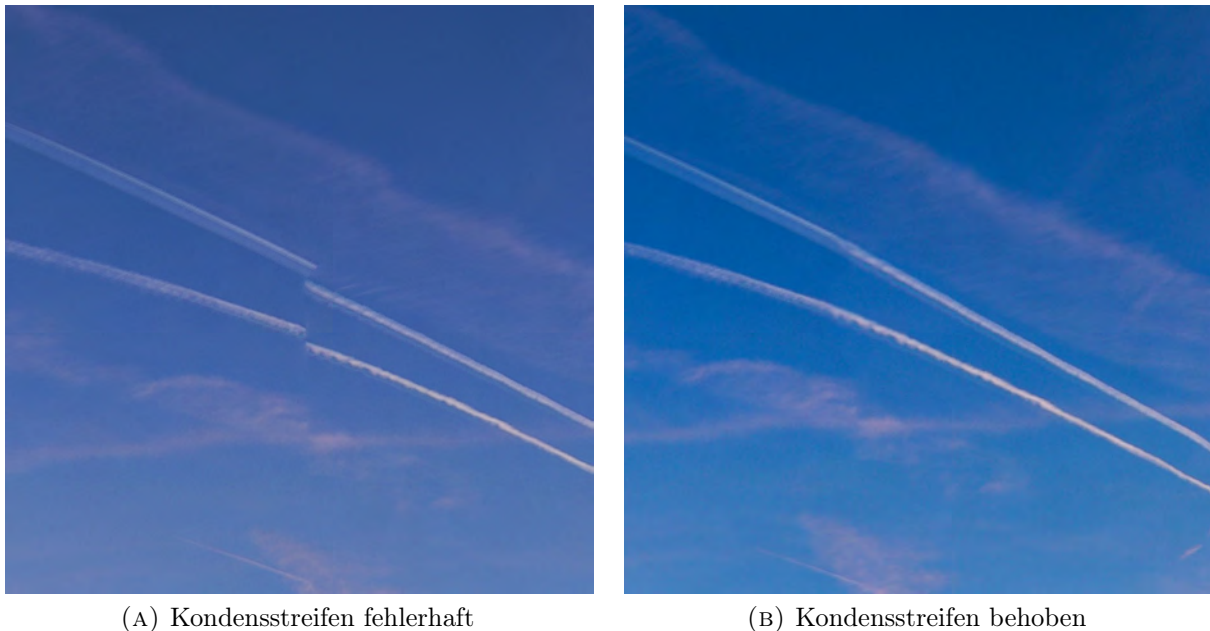


ABBILDUNG 3.4: Stitchingfehler (verschobene Kondensstreifen)

3.4.3 Nadirretusche im Kugelpanorama

Um das Stativ in einem Kugelpanorama im Nadir zu entfernen, wird das fertig zusammengesetzte Bild in die kostenfreie Stitching-Software *Hugin* als sphärisch, equirectangulares Panorama importiert und ein Nickwinkel von 90 gewählt ([Abbildung 3.5](#)).

Durch die Manipulation des Nickwinkels wird die Aufnahme so in sich verdreht, dass der Nadir nun in der Bildmitte erscheint. Das Bild wird im Anschluss exportiert und in Photoshop zur Retusche eingelesen ([Abbildung 3.6](#)).

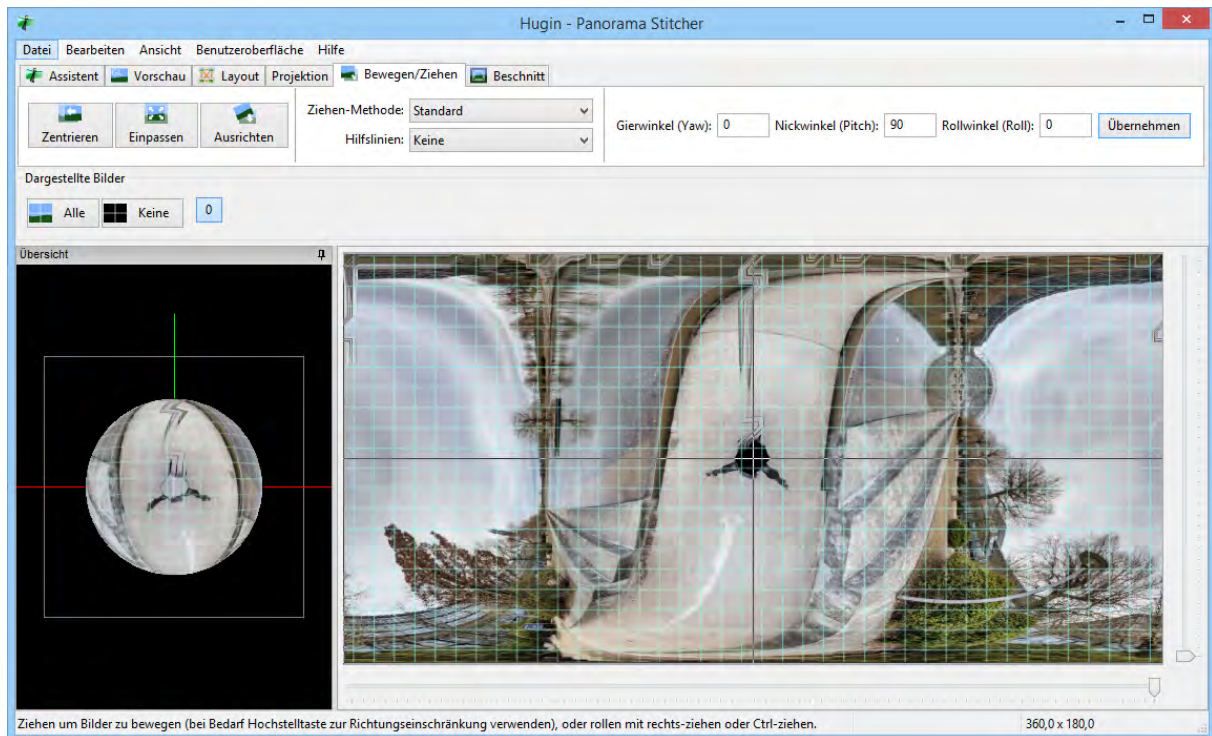


ABBILDUNG 3.5: Nadirretusche (1)

Über das Auswahlwerkzeug wird nun das Stativ grob markiert. Über die Photoshop-Funktion *Fläche füllen* wird im nächsten Schritt der ausgewählte Bereich inhaltsbasiert und nahtlos mit ähnlichen benachbarten Bildinhalten ersetzt. Da das Panorama weiterhin verdreht ist, muss dieses im Anschluss wiederum exportiert und erneut in Hugin eingelesen werden (Abbildung 3.7).

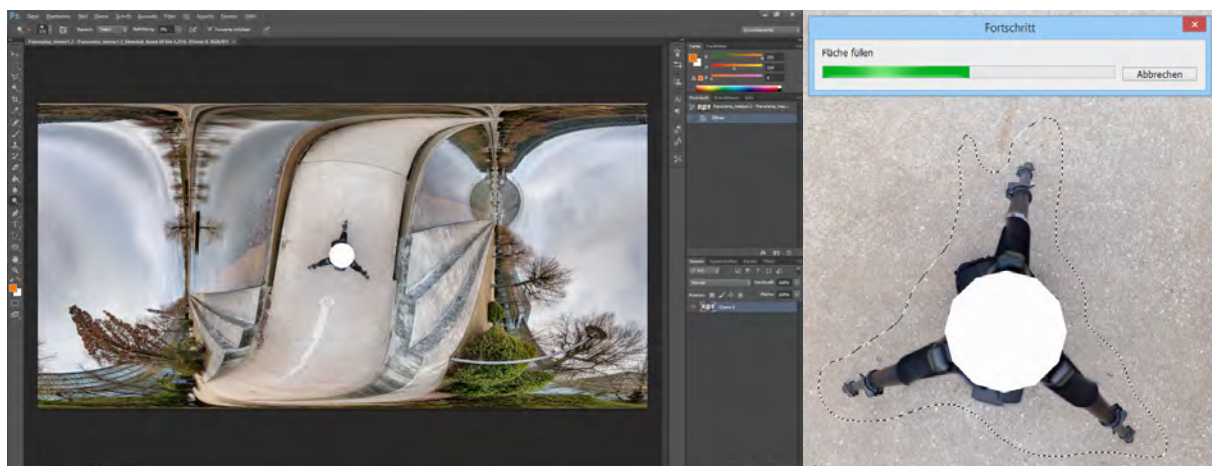


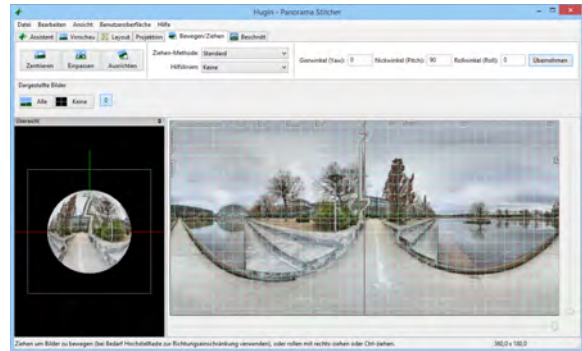
ABBILDUNG 3.6: Nadirretusche (2)

Wie im ersten Schritt wird das Panorama sphärisch, equirectangular importiert und ein Nickwinkel von 90 gewählt. Durch das erneute Drehen nimmt das Bild wieder seine

ursprüngliche Ausrichtung an. Abschließend wird die Aufnahme ein letztes Mal exportiert und kann in dieser Form im Panorama-Betrachter dargestellt werden.



(A) Stativ retuschiert



(B) Nickwinkel-Korrektur

ABBILDUNG 3.7: Nadirretusche (3)

4 Stitching

In diesem Projekt wurde die Software PTGui Pro 10 für das Stitching verwendet. Als Referenz wurde außerdem die Funktion *PhotoMerge* von Adobe Photoshop eingesetzt.

In diesem Abschnitt werden beide Tools vorgestellt und jeweils das Vorgehen erläutert.

4.1 PTGui Pro

Der Startbildschirm von PTGui Pro kommt übersichtlich daher ([Abbildung 4.1](#)). Die erweiterten Funktionen werden durch Klick auf den Button *Advanced* sichtbar. Das Programm ist in Tabs aufgebaut, die der Reihe nach vom Benutzer durchgearbeitet werden können.

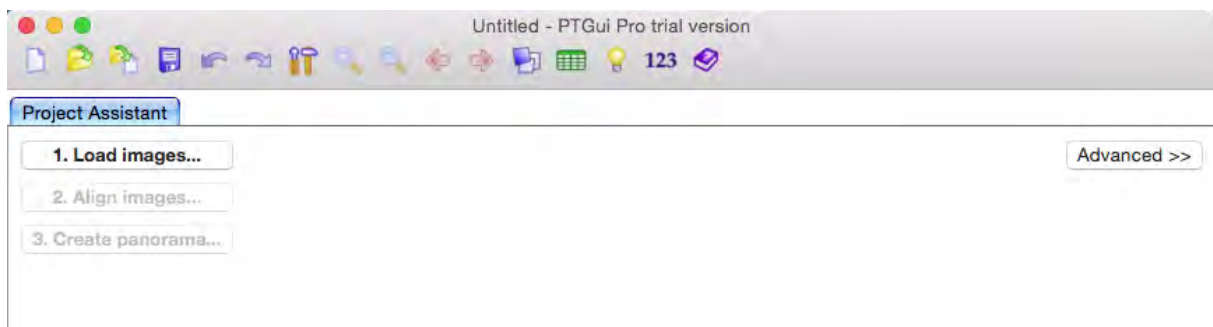


ABBILDUNG 4.1: PTGui Pro: Startbildschirm

Im ersten Schritt nach dem Erstellen eines neuen Projekts werden die Quellbilder mit dem Befehl *Load images...* in das Projekt geladen. Es können auch Belichtungsreihen zur HDR-Entwicklung importiert werden. Nach dem Import werden die Quellbilder im Startbildschirm angezeigt und die Option zur Ausrichtung wird aktiviert ([Abbildung 4.2](#)). Außerdem können die einzelnen Quellbilder im Tab *Source Images* verwaltet werden.

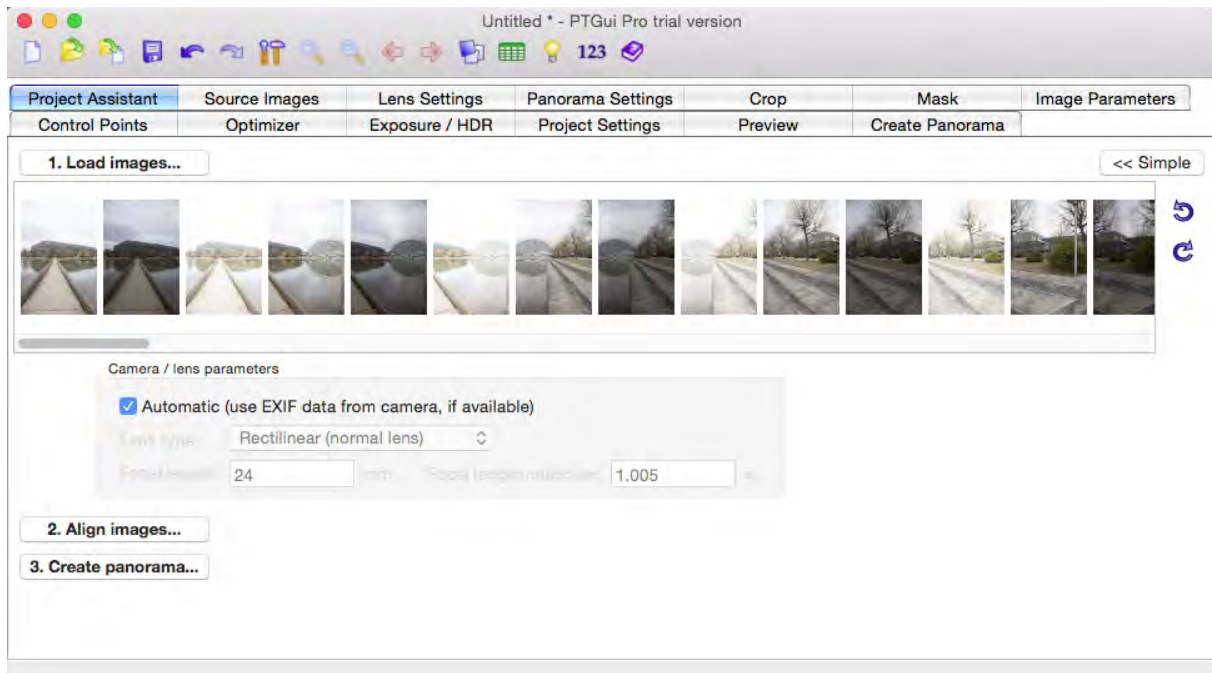


ABBILDUNG 4.2: PTGui Pro: Die Quellbilder wurden geladen

Die Software erkennt automatisch die Brennweite und die kameraspezifischen Einstellungen, sofern diese in den EXIF-Daten der Bilder hinterlegt sind. Manuelle Eintragung oder Anpassung der automatischen Werte kann über den Tab *Lens Settings* vorgenommen werden (Abbildung 4.3).

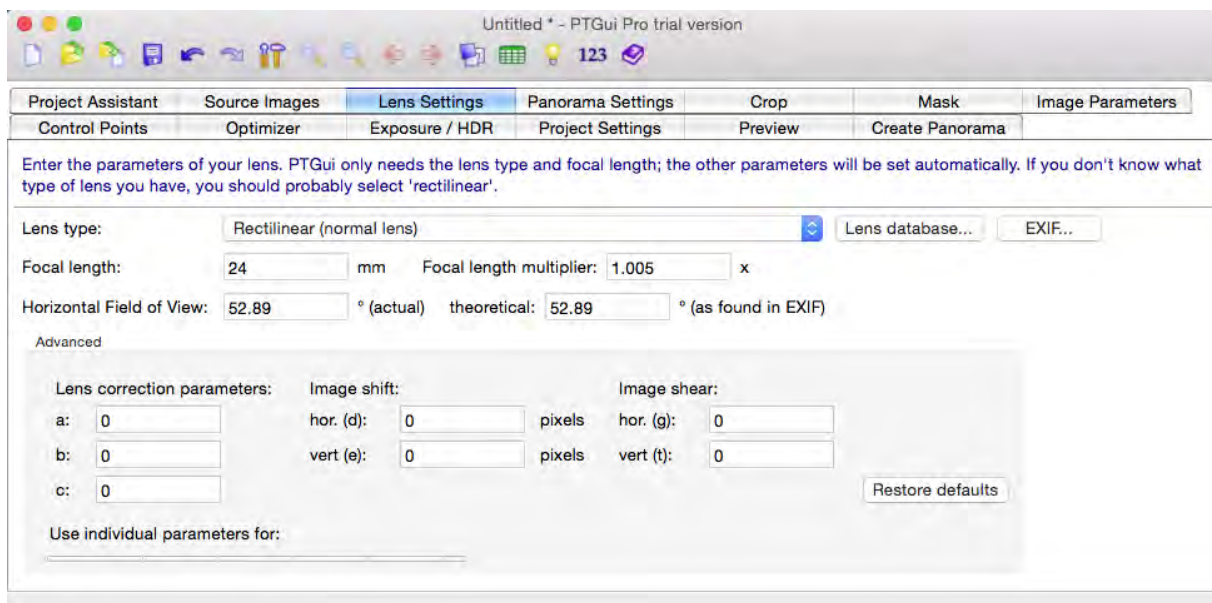


ABBILDUNG 4.3: PTGui Pro: Objektiveinstellungen (Lens Settings)

Im nächsten Schritt werden die Bilder ausgerichtet und Überschneidungen gesucht, an denen die Übergänge zwischen den Einzelbildern identifiziert werden können. Der Befehl *Align images...* im Startbildschirm stößt den Ausrichtungsprozess an.

Idealerweise erkennt PTGui automatisch, dass es sich bei den Quellbildern um Belichtungsreihen handelt und bietet an, die Aufnahmen jeweils zu gruppieren und zu *linken* (Abbildung 4.4). Diese Einstellung hat den Vorteil, dass die spätere Bearbeitung eines Fotos auf alle Bilder der Belichtungsreihe angewendet wird.

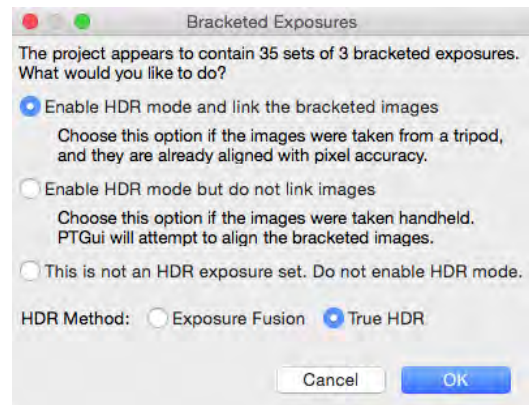


ABBILDUNG 4.4: PTGui Pro: Automatische Detektion von Bracketing-Aufnahmen

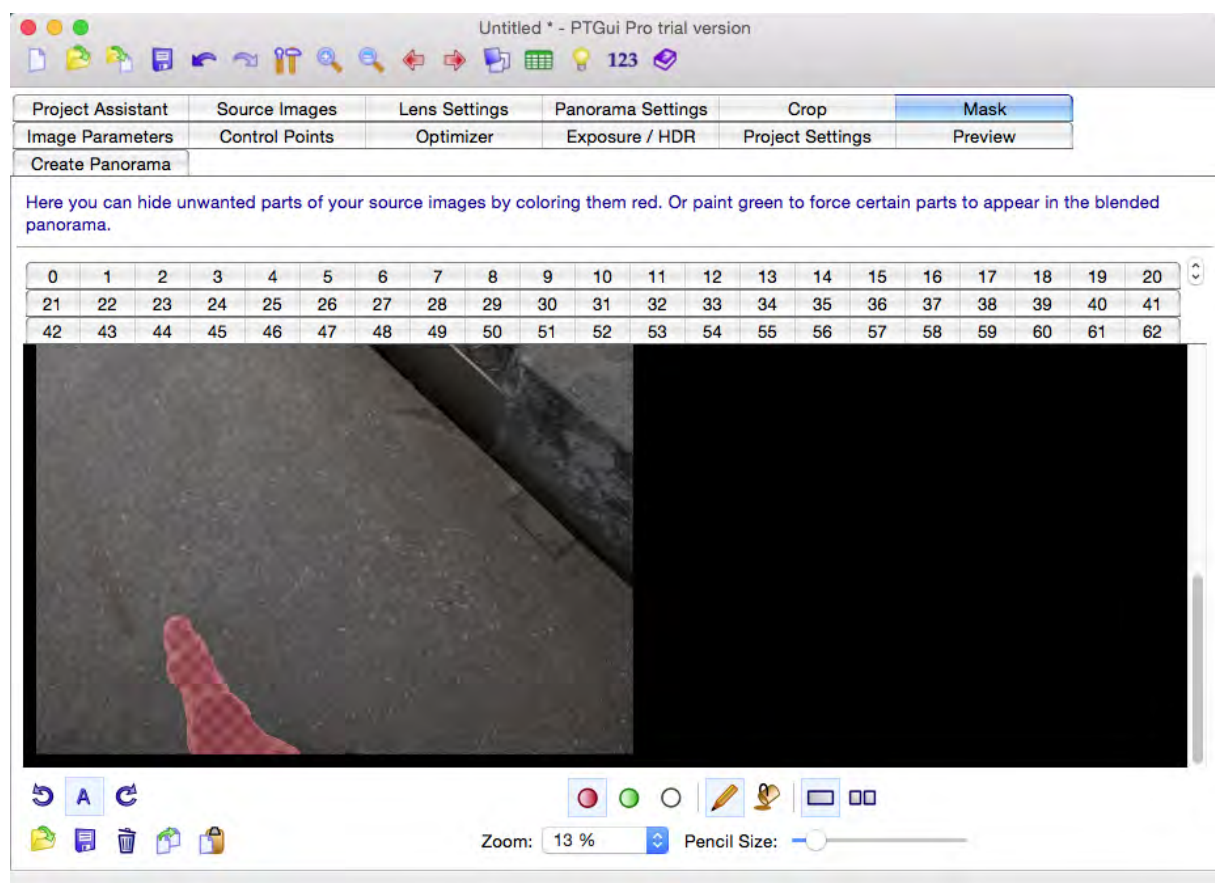


ABBILDUNG 4.5: PTGui Pro: Maskierung

Nach der Ausrichtung öffnet sich in einem neuen Fenster der Panorama-Editor, der bereits eine erste Vorschau auf das zusammengesetzte Panorama gibt. Hier ist erkennbar, ob das Stitching mit den gegebenen Quellbildern einwandfrei funktioniert oder ob manuelle Optimierungen nötig sind. Die Software ermittelt auch automatisch den Bildwinkel des zu

erzeugenden Panoramas und schlägt eine Projektion vor. Diese Einstellungen können über den Reiter *Panorama Settings* angepasst werden.

Im nächsten Schritt können im Reiter *Mask* Teile der Einzelbilder maskiert werden (Abbildung 4.5). Hierbei sind rote Masken für Bereiche vorgesehen, die auf keinen Fall in das erzeugte Panorama übernommen werden sollen. Grüne Masken kennzeichnen Bereiche, die unbedingt verwendet werden sollen. Mithilfe dieser Funktion lassen sich beispielsweise bewegte Objekte maskieren, die nur auf einem Teilbild sichtbar sind. Auch das Stativ im Nadir kann mit dieser Funktion ausgeschnitten werden.

Im Reiter *Control Points* können die Kontrollpunkte für die Ausrichtung der Bilder angepasst werden (Abbildung 4.6). Die Ansicht zeigt jeweils zwei Bilder, die über die Buttons am oberen Rand ausgewählt werden können. Eine fettgedruckte Zahl signalisiert, dass für das auf der anderen Seite ausgewählte Bild Überschneidungen identifiziert wurden. Es empfiehlt sich, die Überschneidungen stichprobenartig bei einigen Bildern zu überprüfen. Können einzelne Bilder nicht automatisch ausgerichtet werden, weil zu wenig markante Punkte gefunden werden, können manuell Kontrollpunkte gesetzt werden. Dabei muss auf einer Seite ein Punkt ausgewählt und auf der anderen Seite der gleiche Punkt in einem anderen Teilbild markiert werden. Die Software richtet anhand dieser Deckungen die Bilder zueinander aus.

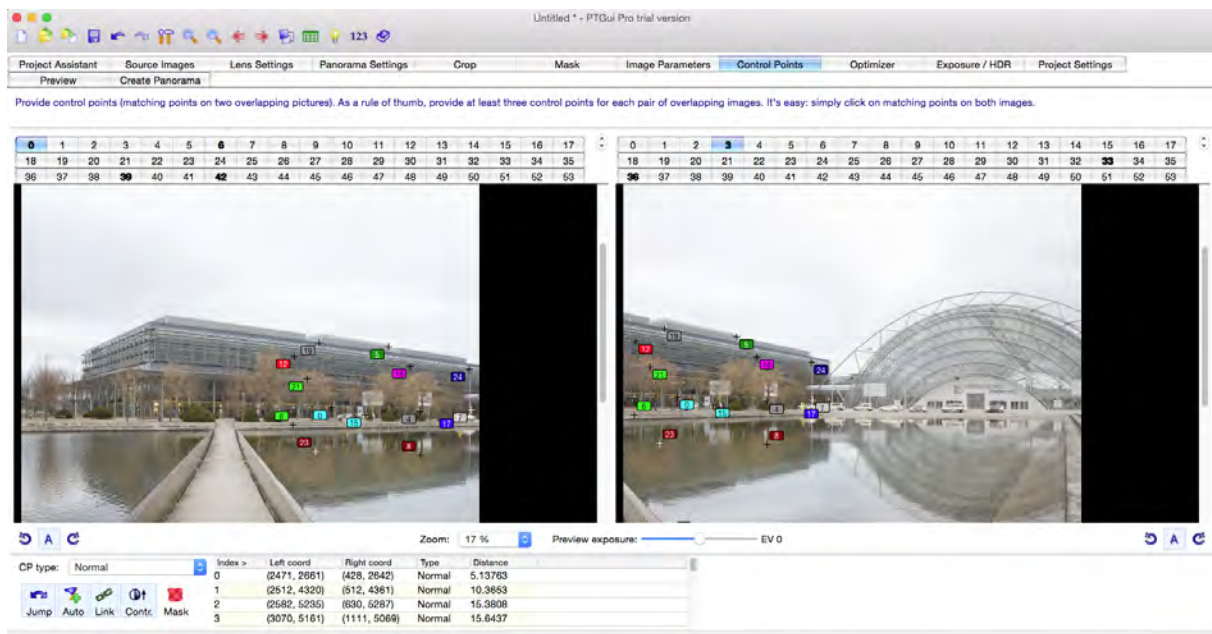


ABBILDUNG 4.6: PTGui Pro: Control Points

Wenn die Ausrichtung stimmt, sollte der *Optimizer* im gleichnamigen Reiter ausgeführt werden, um die veränderte Ausrichtung auf das Bild anzuwenden (Abbildung 4.7).

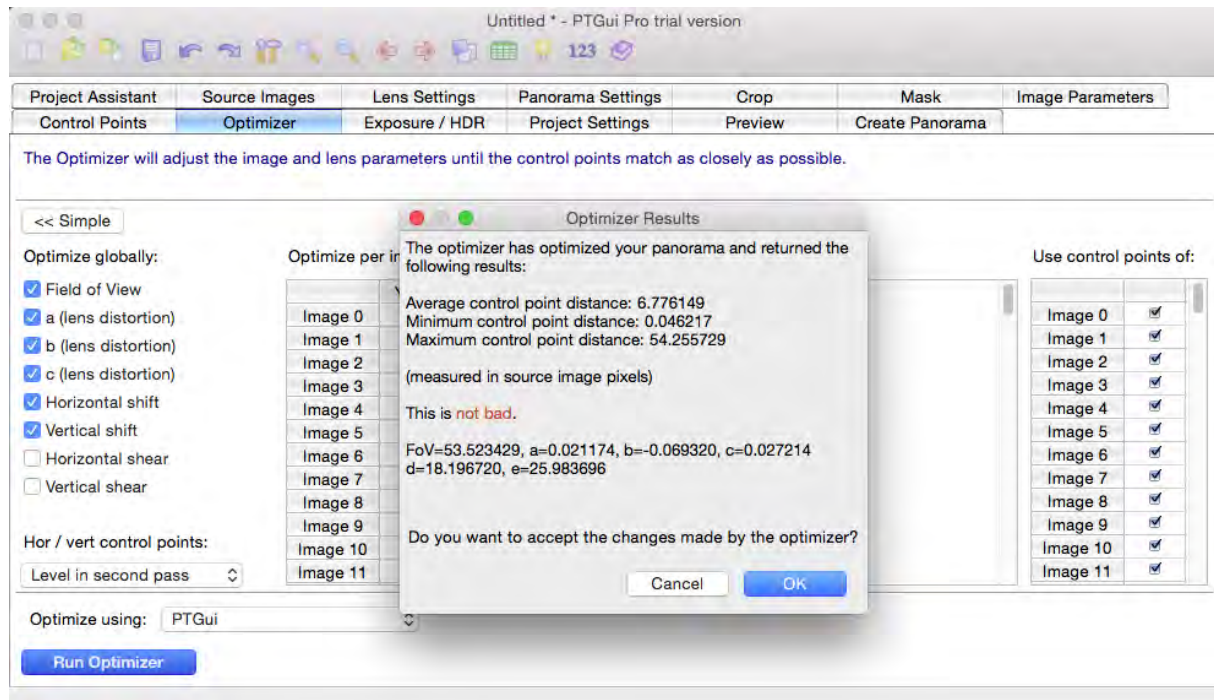


ABBILDUNG 4.7: PTGui Pro: Optimizer

Handelt es sich bei den Quellbildern um Belichtungsreihen zur HDR-Entwicklung, können im Reiter *Exposure / HDR* die Einstellungen zum Tone-Mapping vorgenommen werden (Abbildung 4.8). Dazu wird eine Vorschau des Panoramas generiert, anhand derer die Farbeinstellungen optimiert werden können.

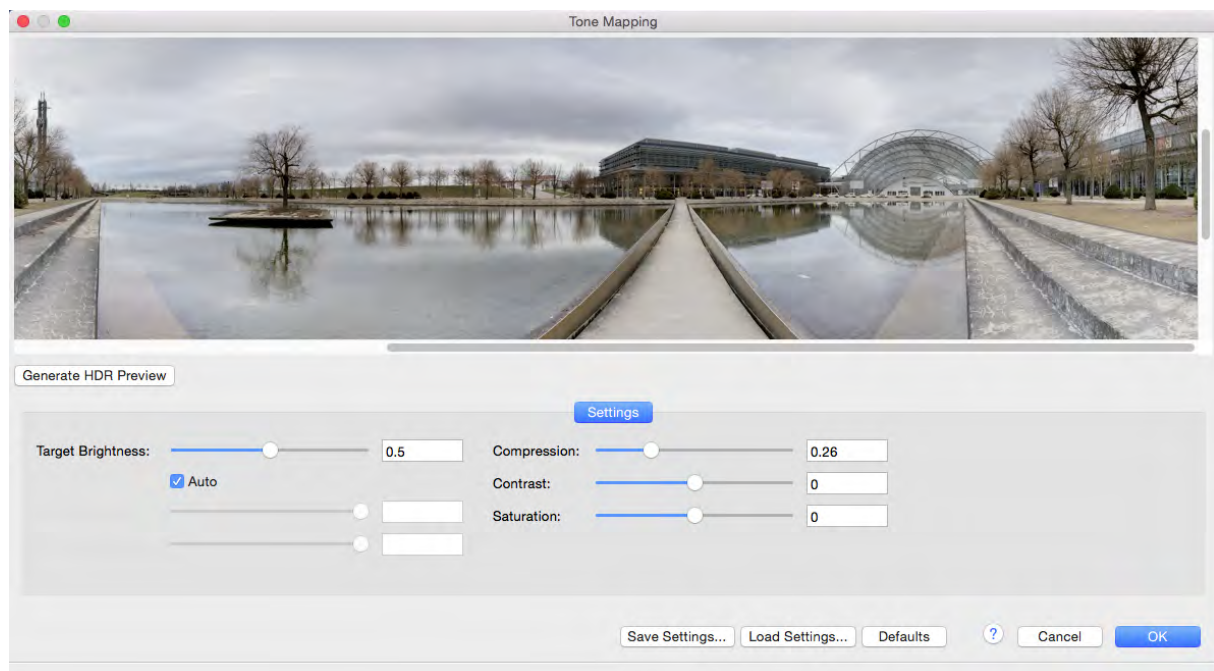


ABBILDUNG 4.8: PTGui Pro: Einstellungen zum Tone-Mapping

Im letzten Schritt kann das fertige Panorama exportiert werden (Abbildung 4.9). Es kann ein HDR-Bild und/oder ein LDR-Bild mit Tone-Mapping gerendert werden. Für dieses Projekt wurden die Bilder als unkomprimiertes LDRI im TIFF-Format exportiert, das für die Nachbearbeitung in Lightroom importiert wurde.

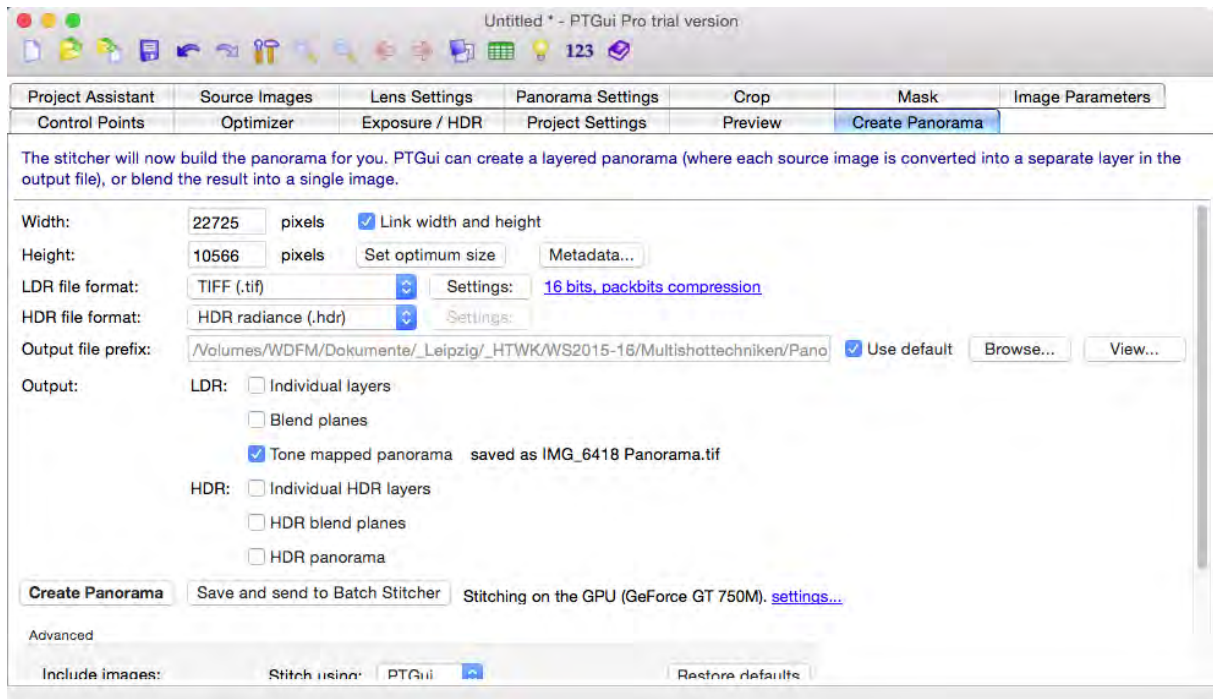


ABBILDUNG 4.9: PTGui Pro: Export des fertigen Panoramas

Das PTGui-Projekt kann gespeichert werden. Damit können auch später noch Einstellungen am Panorama geändert werden, ohne dass die Ausrichtung, etc. erneut durchgeführt werden muss.

4.2 Adobe Photoshop / Photomerge

Adobe Photoshop ist mit Bordmitteln in der Lage, Panoramafotos zu stitchen. Dazu dient das Tool *Photomerge*, das Bestandteil von Photoshop ist. In diesem Abschnitt wird das Stitching mit Photomerge erklärt und gleichzeitig ein Vergleich mit PTGui gezogen.

Photomerge wird über die Menüs von Photoshop aufgerufen, wie Abbildung 4.10 zeigt. Im Unterschied zu PTGui generiert Photomerge sofort ein gestitchtes Bild, bei dem die einzelnen Teilbilder als Ebenen in Photoshop angelegt sind. Die Nachbearbeitung in Photoshop ist möglich, allerdings können keine Parameter zur Ausrichtung oder Projektion nachträglich angepasst werden.

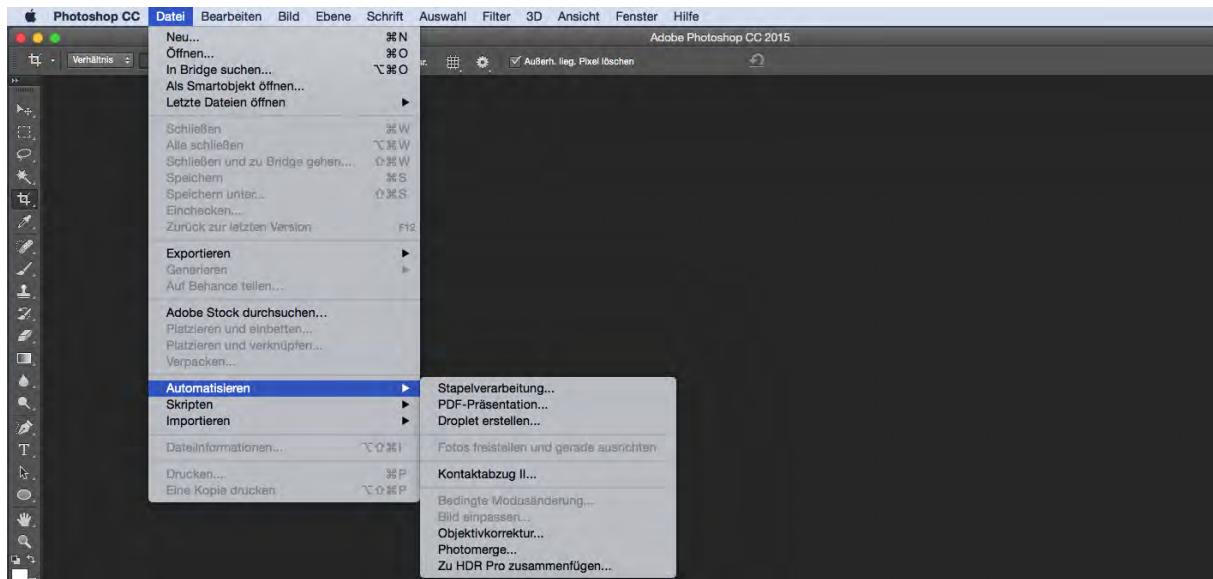


ABBILDUNG 4.10: Photomerge: Menüpfad

Der Startbildschirm von Photomerge ist ebenfalls übersichtlich, bietet allerdings auch nicht mehr als die bereits sichtbaren Einstellmöglichkeiten (Abbildung 4.11). Es können Quellbilder entweder einzeln oder aus einem Ordner geladen werden. Außerdem sind Einstellungen zur Projektion möglich. Photomerge ist auch in der Lage, die Projektion automatisch anhand der Quellbilder festzulegen. Mit Checkboxes im unteren Bereich des Fensters können einzelne Einstellungen für das zu erzeugende Bild gemacht werden.

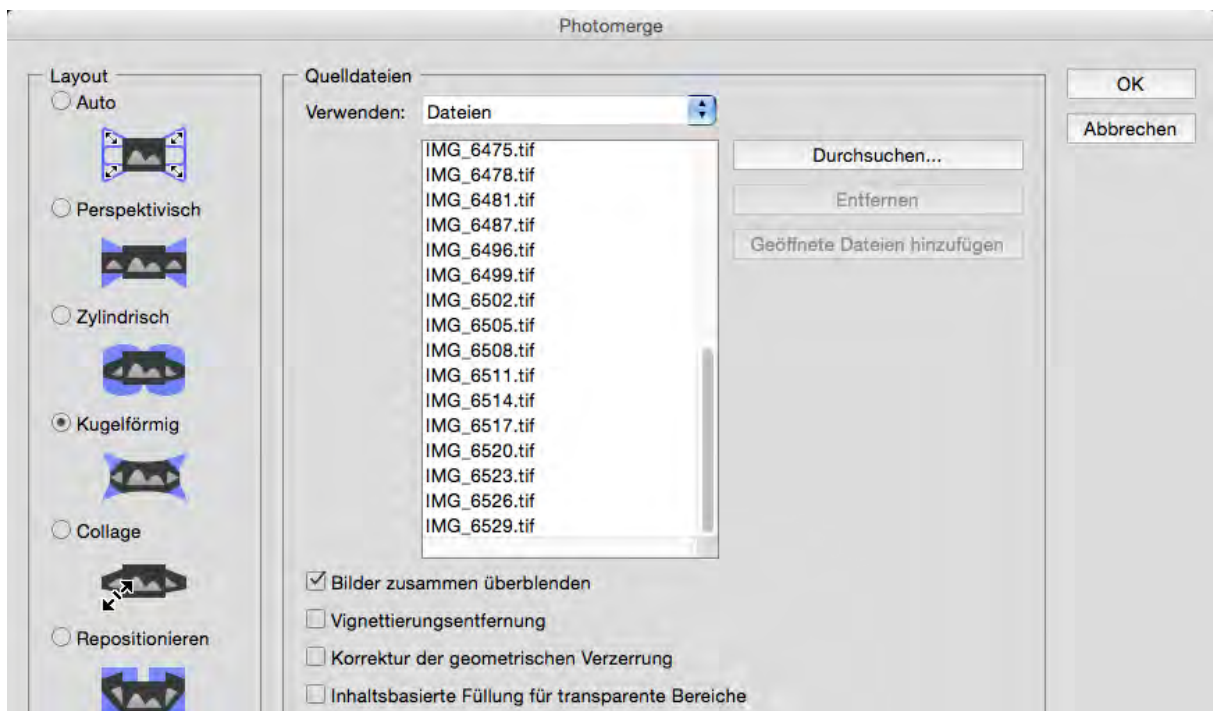


ABBILDUNG 4.11: Photomerge: Startbildschirm

Für dieses Beispiel wurden die Quellbilder des Kugelpanoramas von der Leipziger Messe importiert, allerdings jeweils nur das erste Bild der Belichtungsreihe, da Photomerge keine automatische HDR-Entwicklung unterstützt. Als Projektion wurde *kugelförmig* ausgewählt.

Nach Bestätigung mit *OK* startet der Stitching-Prozess. Dabei werden die Quellbilder sichtbar in Photoshop geladen, in Ebenen positioniert und mit Ebenenmasken ineinander übergeblendet. Auffällig ist, dass der Prozess wesentlich länger dauert, als in PTGui. Nach dem Stitching sind die Einzelbilder in den Ebenen erkennbar (Abbildung 4.12).

Das Resultat der Ausrichtung ist nicht zufriedenstellend. Wie in Abbildung 4.13 zu sehen ist, konnte Photomerge die Einzelbilder nicht korrekt zusammensetzen. Teilweise wurden die Bilder nicht in den Zusammenhang eingeordnet, sondern alleinstehend daneben positioniert. Das Tool bietet allerdings auch keine Möglichkeit zur manuellen Korrektur der Ausrichtung. Die Überblendung zwischen den Einzelbildern funktioniert ebenfalls nicht zuverlässig, wie auf dem Boden rund um das Stativ zu sehen ist.

Zur Kontrolle wurde zusätzlich das Panorama vom Richard-Wagner-Platz, das lediglich ein Zylinderpanorama ist, mit Photomerge zusammengebaut. Das Ergebnis (in Abbildung 4.14 zu sehen) fiel hier besser aus, allerdings fehlt noch immer die Möglichkeit zum manuellen Eingriff.

Weiterhin fällt auf, dass lediglich das gestitchte Panorama abgespeichert werden kann. Die Wahl einer

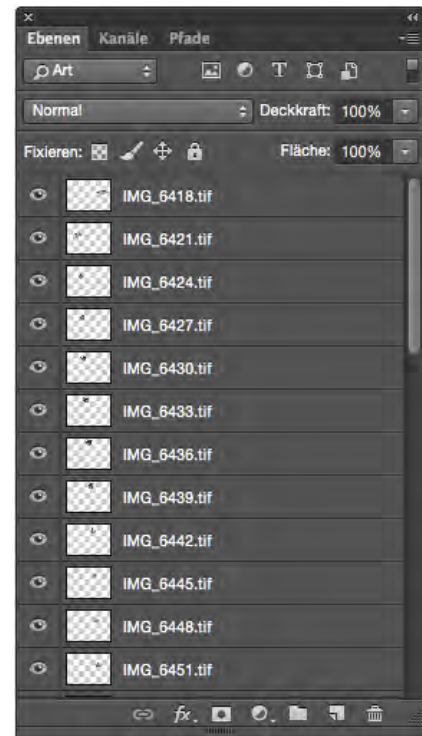


ABBILDUNG 4.12: Photomerge: Ebenen mit Teilbildern

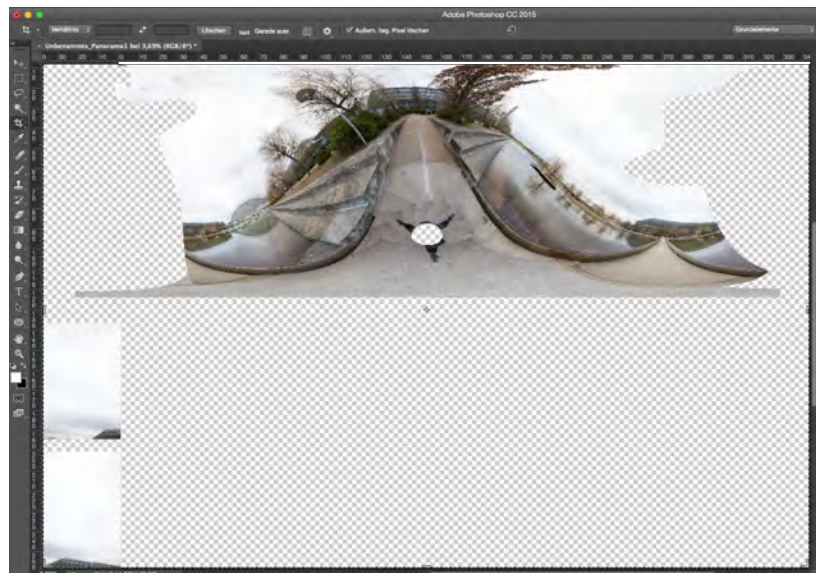


ABBILDUNG 4.13: Photomerge: Fehlerhaft gestitchtes Panorama von der Leipziger Messe

anderen Projektion erfordert die erneute Ausführung von Photomerge. Das Werkzeug ist also für einfache Anwendungen durchaus geeignet, die Verwendung lohnt sich allerdings nicht für aufwendige Projekte, die manueller Einstellungen bedürfen.

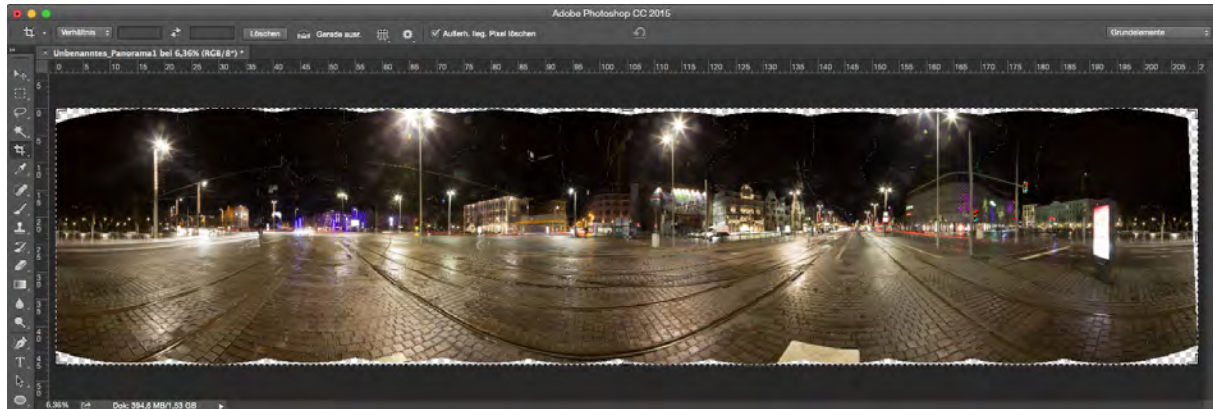


ABBILDUNG 4.14: Photomerge: Gestitchtes Panorama vom Richard-Wagner-Platz

5 Fazit

Die Arbeit am vorliegenden Projekt konnte einen umfassenden Einblick in die Technik der Panoramafotografie und die Anwendung der Werkzeuge geben. Besonders die Notwendigkeit der genauen Einstellung des NPP und die manuelle Nacharbeit beim Stitching sind Themenfelder, die einem Fotografen aus seiner normalen Arbeit mit One-Shot-Fotografie nicht bekannt sind. Da bei Panoramafotografie ein Bereich aufgenommen wird, der größer ist als das normale Sichtfeld des menschlichen Auges, erfordert die Motivauswahl einen umfassenderen Blick als nur durch den Sucher der Kamera. Diese Aufgabe konnte durch die Arbeit am Projekt gut vermittelt und geübt werden.

Begleit-DVD

Dieser Arbeit ist eine DVD mit folgender Ordnerstruktur beigelegt:

```
Begleit-DVD
├── Nodalpunkt
├── Screenshots
│   ├── Nadirretusche
│   ├── Stitching_PTGui
│   ├── Stitching_Photoshop
│   └── hyperfocal.png
├── Panoramen
│   ├── 1_Reichsgerichtsgebäude
│   │   ├── 1_Reichsgerichtsgebäude.jpg
│   │   ├── Quellbilder
│   │   └── Uebersichtsfotos
│   ├── 2_Panorama-Tower
│   │   ├── 2_final_Panorama-Tower.jpg
│   │   ├── Quellbilder
│   │   └── Uebersichtsfotos
│   ├── 3_Hermann-Liebmann-Brücke
│   │   ├── 3_Hermann-Liebmann-Brücke.jpg
│   │   ├── Quellbilder
│   │   └── Uebersichtsfotos
│   ├── 4_Postbahnhof
│   │   ├── 4_final_Postbahnhof.jpg
│   │   ├── Quellbilder
│   │   ├── Uebersichtsfotos
│   │   └── Viewer
│   ├── 5_Richard-Wagner-Platz
│   │   ├── 5_final_Richard-Wagner-Platz.jpg
│   │   ├── Quellbilder
│   │   ├── Uebersichtsfotos
│   │   └── Viewer
│   └── 6_Messe
│       ├── 6_final_Messe.jpg
│       ├── Quellbilder
│       ├── Uebersichtsfotos
│       └── Viewer
└── panoramafotografie_malcher_weisse.pdf
```

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erklären wir, dass die von uns an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur eingereichte Hausarbeit zum Thema

Panoramafotografie

selbstständig verfasst wurde und diese Arbeit zuvor noch nicht veröffentlicht worden ist. Es wurden keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benutzt.

Leipzig, 9. Dezember 2015

Ferdinand Malcher

Robert Weiße