



TECHNISCHE HOCHSCHULE MITTELHESSEN

THM

**CAMPUS
FRIEDBERG**

MND

Mathematik, Naturwissenschaften
und Datenverarbeitung

High Dynamic Range Imaging

Grundlagen, Anwendungsbeispiele und Softwarelösungen am Beispiel der Portraitfotografie

Bachelorarbeit

vorgelegt von

Jan Eiler

geb. in Marburg

durchgeführt im Studiengang Medieninformatik
an der Technischen Hochschule Mittelhessen

Referent der Arbeit: Dipl.-Ing. Klaus Schmidt
Korreferent der Arbeit: Prof. Dr. Cornelius Malerczyk

Friedberg, 2011

Danksagung

Eine Abschlussarbeit schreibt man auf dem Papier zwar alleine, doch sind an einem Forschungsprojekt, dessen Organisation und Gelingen sowie der letztendlichen Fertigstellung in Form der schriftlichen Arbeit, immer auch zahlreiche weitere Personen beteiligt, denen an dieser Stelle gedankt werden soll.

Mein erster Dank gilt zunächst Dipl.-Ing. Klaus Schmidt, der mir die Möglichkeit gab, mich diesem Thema im Rahmen meiner Bachelorarbeit an der FH-Gießen-Friedberg zu widmen und mir mit seinem Fachwissen und seiner fundierten fotografischen Erfahrung bei Problemen, Fragen sowie mit technischer Ausrüstung stets zur Seite stand. Dank gebührt auch Prof. Dr. Cornelius Malerczyk für die Übernahme der Zweitkorrektur und das Einbringen seiner Expertise in zahlreichen Belangen.

Für die reibungslose Durchführung meiner Versuche möchte ich mich bei meinen Modellen Dipl.-Phys. Ing. Guido Pudel, Hakan Keles und Dirk Gompf bedanken sowie bei M.A. Wibke Fuhrberg und Phys.-Lab. Burkhard Gröninger, die mir mit spontaner Hilfe unter die Arme griffen. Ein Dankeschön gebührt außerdem Björn, Christian, Reinhard und Christiane für das Korrekturlesen und die Vorschläge zur Verbesserung.

Zu guter Letzt gilt ein besonders großer Dank natürlich auch meiner Freundin Karla, die mir stets moralischen und seelischen Beistand leistete und meinen Eltern, ohne deren Unterstützung mein Studium in dieser Form nicht möglich gewesen wäre.

Selbständigkeitserklärung

Ich erkläre, dass ich die eingereichte Bachelorarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Marburg, im April 2011

Jan Eiler

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	i
Selbständigkeitserklärung	iii
Inhaltsverzeichnis	v
Abbildungsverzeichnis	vii
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	2
1.2 Problemstellung und Zielsetzung	3
1.3 Organisation der Arbeit	4
2 High Dynamic Range Imaging	5
2.1 Grundlagen	5
2.1.1 Fotografie	5
2.1.2 Dynamikumfang	7
2.2 HDRI in der Praxis	10
2.2.1 Aufnahmetechniken	10
2.2.1.1 HDRI aus einer Belichtungsreihe	10
2.2.1.2 Pseudo-HDRI aus einer einzelnen RAW-Datei	19
2.2.2 Anwendungsbeispiele	20
2.2.3 Bewegte Objekte	22
2.3 Ausrüstung	22
2.3.1 Canon EOS 350D	22
2.3.2 Stativ und Halterungen	24
2.3.2.1 Metallplatte	24
2.3.2.2 L-Winkel Manfrotto MA 340	25
2.3.2.3 Säulenstativ Manfrotto MINI SALON 230	25
2.3.2.4 Kamerakopf Manfrotto 826	26
2.3.3 Filter	27
2.3.4 Beleuchtung	27
2.3.5 Weiteres Zubehör	28
2.4 Zusammenfassung	28

3	Praktische Umsetzung	31
3.1	Vorüberlegungen	31
3.2	Siemensstern-Testtafel	32
3.2.1	Positionierung und Ausrichtung	32
3.2.1.1	Hochformat nebeneinander	32
	Parallele Ausrichtung	32
	Objektzentrierte Ausrichtung	36
3.2.1.2	Querformat untereinander	37
	Parallele Ausrichtung	37
	Objektzentrierte Ausrichtung	38
3.2.1.3	Querformat nebeneinander	38
	Parallele Ausrichtung	38
	Objektzentrierte Ausrichtung	39
3.2.1.4	Hochformat untereinander	39
	Parallele Ausrichtung	39
	Objektzentrierte Ausrichtung	39
3.2.2	Aufnahme	40
3.2.3	Fazit	41
3.3	Puppe	43
3.3.1	Positionierung und Ausrichtung	43
3.3.2	Aufnahme	45
3.3.3	Fazit	46
3.4	Modell	46
3.4.1	Positionierung und Ausrichtung	47
3.4.2	Aufnahme	48
3.4.3	Fazit	49
3.5	Zusammenfassung	49
4	Ergebnisse	51
4.1	Siemensstern-Testtafel	53
4.1.1	Vergleich der Ergebnisse – Siemensstern	53
4.2	Puppe	65
4.2.1	Vergleich der Ergebnisse – Puppe	65
4.3	Modell	75
4.3.1	Vergleich der Ergebnisse – Modell	75
4.4	Zusammenfassung	88
5	Zusammenfassung und Ausblick	89
	Literaturverzeichnis	91

Abbildungsverzeichnis

1.1	HDRI aus einer Belichtungsreihe	2
1.2	Entstehung von Geisterbildern	3
2.1	Vergleich von LDRI und HDRI	6
2.2	Unterschiedlich belichtete Fotos	8
2.3	Das Kontrastverhältnis	9
2.4	Belichtungsreihe aus drei Einzelaufnahmen	12
2.5	Geisterbilder im HDR-Modus des iPhone 4	13
2.6	Bildrauschen bei unterschiedlichen Empfindlichkeiten	15
2.7	Voreinstellungen in Photomatix Pro 4.0	16
2.8	Semi-manuelle Entfernung von Geisterbildern in Photomatix Pro 4.0	17
2.9	Der Tonemapping-Dialog in Photomatix Pro 4.0	17
2.10	Der HDR-Dialog in Photoshop CS5	18
2.11	Pseudo-HDRI und echtes HDRI im Vergleich	20
2.12	Beispielhafter Aufbau eines Portrait-Setups	23
2.13	Canon EOS 350D	24
2.14	Metallplatte zur Befestigung der Kameras	24
2.15	L-Winkel Manfrotto MA 340	25
2.16	Säulenstativ Manfrotto MINI SALON 230	26
2.17	Kamerakopf Manfrotto 826	26
2.18	Hedler F250 Studioblitz mit Octagon-Softbox	28
2.19	Siemensstern-Testtafel	29
3.1	Möglichkeiten der Kamerapositionierung	33
3.2	Möglichkeiten der Kameraausrichtung	33
3.3	Kameramaße und kleinstmöglicher Abstand	34
3.4	Sucher der Canon EOS 350D	34
3.5	Realsierter Bildauschnitt im Hochformat	35
3.6	Entfernungsmesser und Wasserwaage	36
3.7	Ausrichtung der Kameras bei objektzentrierter Anordnung	36
3.8	Ausrichtung der Kameras im Querformat untereinander	37
3.9	Ausrichtung der Kameras im Querformat nebeneinander	38
3.10	Display der Canon EOS 350D	41

3.11 Infrarot-Empfänger der Canon EOS 350D	42
3.12 Canon RC-1 Infrarotauslöser	42
3.13 Puppe	44
3.14 Versuchsaufbau mit Puppe	45
3.15 iPhone-App DoF Plus	46
3.16 Versuchsaufbau mit Modell	47
4.1 Tonemapping-Parameter in Photomatix Pro 4	52
4.2 Ergebnis Hochformat nebeneinander parallel	54
4.3 Ergebnis Hochformat nebeneinander objektzentriert	55
4.4 Ergebnis Querformat untereinander parallel	56
4.5 Ergebnis Querformat untereinander objektzentriert	57
4.6 Ergebnis Querformat nebeneinander parallel	58
4.7 Ergebnis Querformat nebeneinander objektzentriert	59
4.8 Ergebnis Hochformat untereinander parallel	60
4.9 Ergebnis Hochformat untereinander objektzentriert	61
4.10 Siemensstern: Bildschärfe in Zentrum und Randbereichen	62
4.11 Siemensstern: Vergleich von LDRI und HDRI	63
4.12 Siemensstern: Ergebnis-HDRI bearbeitet	64
4.13 Ergebnis-HDRI Puppe bei Blende 5,6	66
4.14 Ergebnis-HDRI Puppe bei Blende 8	67
4.15 Ergebnis-HDRI Puppe bei Blende 11	68
4.16 Ergebnis-HDRI Puppe bei Blende 16	69
4.17 Ergebnis-HDRI Puppe bei Blende 22	70
4.18 Puppe: Bildfehler in Photomatix Pro	71
4.19 Puppe: Vergleich der Schärfentiefen	72
4.20 Puppe: Vergleich von LDRI und HDRI	73
4.21 Puppe: Ergebnis-HDRI bearbeitet	74
4.22 Modell: Geisterbilder im HDRI	77
4.23 Modell weiblich, blond: Belichtungreihe und Ergebnis	78
4.24 Modell weiblich, blond: Aufnahmevarianten	79
4.25 Modell männlich, dunkelblond: Belichtungreihe und Ergebnis	80
4.26 Modell männlich, dunkelblond: Aufnahmevarianten	81
4.27 Modell männlich, mit Bart und Mütze: Belichtungreihe und Ergebnis	82
4.28 Modell männlich, mit Bart, ohne Mütze: Belichtungreihe und Ergebnis	83
4.29 Modell männlich, braunhaarig: Belichtungreihe und Ergebnis	84
4.30 Modell männlich, braunhaarig: Aufnahmevarianten	85
4.31 Modell weiblich, blond: Vergleich von HDRI, LDRI und Pseudo-HDRI	86
4.32 Modell weiblich, blond: Vergleich von HDRI, LDRI und Pseudo-HDRI	87

Kapitel 1

Einleitung

Die Fotografie hat in den vergangenen Jahren eine regelrechte Renaissance erlebt. Seit Digitalkameras den Konsumentenmarkt erobert haben, deren Qualität mittlerweile mit herkömmlichen Filmkameras mithalten kann, ist das Fotografieren so einfach wie nie zuvor: Die aufgenommenen Fotos können noch am Aufnahmeort begutachtet, ausgewählt oder verworfen werden. Bildbearbeitungssoftware, mit deren Hilfe selbst der unerfahrene Computeranwender seine Fotos in wenigen Schritten verbessern und optimieren kann, unterstützt diese Entwicklung zudem. Während digitale Spiegelreflexkameras - bedingt durch ihren hohen Verkaufspreis - zunächst noch professionellen Berufsfotografen vorbehalten waren, hat sich auch in diesem Segment der Markt in den letzten 5 Jahren für die breite Konsumentensparte geöffnet und Einsteigermodelle sind heutzutage für unter 300 Euro erhältlich. Diese Tatsache hat eine Vielzahl an Hobbyfotografen dazu veranlasst, mittlerweile auf digitale Spiegelreflexkameras umzusteigen, da die realisierbare Aufnahmequalität und -flexibilität im Vergleich zu kompakten Systemkameras durch den Einsatz verschiedenster Objektive sowie erweiterbarem Zubehör weitaus höher ist.

Begleitend zu dieser Entwicklung auf dem Digitalkameramarkt haben sich unter den Anwendern auch neue Aufnahmetechniken durchgesetzt, die zu Zeiten analoger Fotografie noch nicht realisierbar waren. So zum Beispiel auch „HDRI“ (*High Dynamic Range Imaging*, zu Deutsch: *Fotografie mit hohem Dynamikumfang*), dessen Ziel es ist, den Kontrastumfang eines Fotos so zu erhöhen, dass dieser dem Spektrum der menschlichen Wahrnehmung immer näher kommt. Mithilfe der HDRI-Technik gewinnen Aufnahmen einen weitaus höheren Informationsgehalt als konventionelle „LDR“-Fotos (*LDR steht hier für Low Dynamic Range*, zu Deutsch: *Fotos mit geringer Dynamik*) und sind dadurch auf gängigen Anzeigemedien, wie Monitoren, Leinwänden oder Papierabzügen zunächst nicht in vollem Umfang darstellbar. Hier liegt ferner ein großes Potential im Bereich der Postproduktion¹, mit deren Hilfe HDRIs individuell veredelt und bei höchstmöglichem Detailgehalt für herkömmliche Ausgabemedien optimiert werden können.

¹ Unter dem Begriff „Postproduktion“ versteht man im Bereich der Fotografie die digitale Nachbearbeitung in Form von Bildkorrekturen und -optimierungen.



Abbildung 1.1: *Beispielhaftes HDRI aus einer Belichtungsreihe von -2/0/+2 Lichtwerten.*

1.1 Motivation

Wie bereits einleitend erwähnt, offeriert die Digitalfotografie mit all ihren Facetten und Möglichkeiten nach wie vor ein enormes Betätigungspotential. Viele Bereiche sind über die Jahre bereits einschlägig erforscht und weiterentwickelt worden, einige bieten jedoch noch viele Möglichkeiten in der Entwicklung und Ausarbeitung. So auch der Bereich HDRI: Während sich die Aufnahmetechnik im Bereich der Produkt-, Landschafts-, Architektur- und Panoramafotografie [Hel09] bereits etabliert hat und durch zum Teil hervorragende Ergebnisse besticht, ist die Anwendung im Bereich von bewegten Objekten, z.B. Personen oder Fahrzeugen, bisher noch nicht ausgereift. Die Ursache dafür hängt mit der zugrundeliegenden Aufnahmetechnik zusammen: Da ein HDRI die Erweiterung eines normal belichteten LDRs im Bereich des Dynamikumfangs darstellt, muss letzterer für die Erzeugung in digitaler Bildform vorliegen. Da ein HDRI, nach dem bisherigen Stand der Technik, jedoch in ausgereifter Form noch nicht über eine Einzelaufnahme angefertigt werden kann, muss der Fotograf zunächst einen Umweg gehen: Er erzeugt eine Reihe aus mehreren verschieden belichteten Einzelaufnahmen mit demselben Bildausschnitt, die später am Computer zu einem HDRI verrechnet werden können. Der Nachteil: Die Einzelbilder einer solchen „Belichtungsreihe“ können immer nur zeitversetzt nacheinander aufgenommen werden. Bewegte Objekte ändern jedoch im Laufe einer Belichtungsreihe ihre Position im Bildausschnitt und so ist eine spätere Verschmelzung der Einzelaufnahmen nicht ohne die Entstehung von Bildfehlern und -störungen, sogenannten „Geisterbildern“ möglich.

Die Portraitfotografie bietet daher in diesem Kontext ein sehr interessantes Forschungsgebiet, das ich im Rahmen dieser Abschlussarbeit näher betrachten möchte. Da ich selbst seit gut 15 Jahren fotografiere und die bereits erwähnten Entwicklungen der letzten Jahre unmittelbar als Anwender miterlebt habe, bietet mir dieses Thema eine interessante Möglichkeit,



Abbildung 1.2: Aufgrund von Positionsänderungen im Verlauf der Belichtungsreihe entstehen nicht zuordenbare Bildinformationen im späteren HDRI.

neue Erfahrungen zu sammeln, an technische Grenzen zu stoßen und mein bisher erlangtes Wissen zu erweitern. Durch den hohen Praxisanteil ist es überdies eine - zwar zeitintensive - aber zugleich sehr spannende Alternative zu einer Abschlussarbeit in einem weniger angewandten Themenkomplex.

1.2 Problemstellung und Zielsetzung

Die Erzeugung eines HDR-Bildes ist – verglichen mit der herkömmlichen Fotografie – ein komplexer Vorgang, der bereits vor der eigentlichen Aufnahme eingehend durchdacht sein sollte. Neben der Zeit, die für Planung, Aufbau sowie für die eigentliche Aufnahme anfällt, muss immer auch noch ein weiteres Zeitfenster für die Nachbearbeitung am Computer in den Vorbereitungen berücksichtigt werden. Doch der Mehraufwand zahlt sich aus: So liefern fertig produzierte HDRIs mitunter beeindruckende Resultate, die herkömmliche Fotografien meist mühelos in den Schatten stellen. Doch wie bereits in Abschnitt 1.1 einleitend erwähnt, ist der sinnvolle Einsatzbereich, bedingt durch die derzeitigen technischen Möglichkeiten, momentan noch auf statische Aufnahmeszenen beschränkt.

Selbst vermeintlich still sitzende menschliche Modelle fallen in den Bereich der bewegten Objekte und so wird die Problematik von Geisterbildern auch der Portraitfotografie zum

Verhängnis, wenn man die HDRI-Technik dafür einsetzen möchte. Wenngleich auch die Bewegungen eines Modells auf den ersten Blick nicht so stark ausfallen, wie etwa die eines vorbeifahrenden Autos, ist deren Auftreten (z.B. durch Kopfnicken oder Augenblinzeln) dennoch ein Problem und damit eine konstante Fehlerquelle während eines Portrait-Shootings. Gerade in diesem Bereich der Fotografie, in dem es auf das Erhalten und Herausheben feiner Strukturen ankommt, wirken sich solche Bildfehler gravierend auf das Endresultat aus. Selbst durch Spezialsoftware können einmal verlorengangene Bilddetails in der Postproduktion nicht mehr rekonstruiert werden. Ziel dieser Arbeit ist es also, einen Weg aufzuzeigen, mit dem die Ausgangsproblematik zeitversetzter Einzelaufnahmen umgangen werden kann. Es soll mit einem geeigneten Versuchsaufbau eine Alternative zum bisherigen Vorgehen gefunden und beschrieben werden, die es ermöglicht, eine zeitgleiche Aufnahme mehrerer unterschiedlich belichteter Fotos zu erzeugen. Die damit einhergehenden Rahmenbedingungen, Vorüberlegungen und Problemstellungen für die praktische Umsetzung sowie deren Resultate, sollen daher den inhaltlichen Kern der vorliegenden Arbeit bilden.

1.3 Organisation der Arbeit

Zu Beginn der Arbeit wird im folgenden Kapitel zunächst eine Einführung in die HDR-Fotografie gegeben. Beginnend mit einschlägigen fotografischen Grundlagen und Erläuterungen zum Problemfeld des Dynamikbereichs, gilt es, in der Folge den Nutzen eines HDRI zu erarbeiten und diesen herauszustellen. Dabei werden auch der aktuelle Stand der Technik in Sachen Hard- und Software skizziert und die derzeitigen Aufnahmemöglichkeiten und -techniken im Detail erläutert. Zum Ende des zweiten Kapitels folgt schließlich ein detaillierter Überblick über die Ausrüstung, die für den im folgenden Kapitel beschriebenen Versuchsaufbau verwendet wurde.

Das dritte Kapitel behandelt schließlich die praktische Umsetzung und somit den eigentlichen Versuch: Einleitend mit den Vorüberlegungen, werden anschließend die drei Stufen der Versuchsreihe, beginnend mit Testaufnahmen bis hin zum endgültigen Shooting beschrieben. Dabei geht es zunächst um die optimale Positionierung und Ausrichtung, danach um die konkrete Aufnahme. Nach einem Vergleich und einer Bewertung der vorgestellten Alternativen unter Gesichtspunkten der Praktikabilität, erfolgt die Überleitung zum nächsten Kapitel.

Hier geht es nun um die Vorstellung und Diskussion der konkreten Versuchsergebnisse. Es stehen dabei qualitative Kriterien, wie Schärfe und Tonwertumfang, insbesondere aber auch der direkte Vergleich zum herkömmlichen Foto im Mittelpunkt der Betrachtungen.

Im letzten Teil, dem sogenannten „Ausblick“, werden alle Ergebnisse der Arbeit noch einmal zusammengefasst, bewertet und es folgt ein Blick in die Zukunft der HDR-Fotografie bewegter Objekte.

Kapitel 2

High Dynamic Range Imaging

2.1 Grundlagen

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel erwähnt, empfiehlt sich die HDR-Fotografie mittlerweile für verschiedenste Aufnahmesituationen statischer Objekte, wenn es um die Erreichung einer maximalen Abbildungsqualität geht. Im Zeitalter der digitalen Fotografie stellen HDRIs eine zum Teil erhebliche Qualitätsverbesserung in Sachen Belichtung und Detailabbildung im direkten Vergleich zu einem LDRI dar. Grund für die Weiterentwicklung der Aufnahmetechnik war nicht zuletzt die Tatsache, dass gängige Digitalkameras meist nicht den gesamten, aus früheren Zeiten gewohnten Kontrastumfang eines analogen Farbnegativfilms wiedergeben können. [Str08] Genau für diese Problematik und sogar darüber hinaus, bietet HDRI einen wirkungsvollen, effektiven Lösungsansatz. So liegt es traditionsgemäß auch nahe, dass gerade Branchen, wie die Werbe- und Kinoproduktion - *bedingt durch die immense Auswahl, aber auch Kurzlebigkeit ihrer Produkte und Unterhaltungsmedien und dem damit einhergehenden Wunsch nach Bildqualität auf höchstem Niveau* [Wit09] - vermehrt auf diese Form der Fotografie setzen. Die Gründe dafür sollen im folgenden Abschnitt näher betrachtet werden. Dazu erfolgt - zum besseren Verständnis der Thematik - zunächst eine kurze Einführung in die Technik und Funktionsweise der herkömmlichen (LDR-)Fotografie und der damit verbundenen Problematik optimaler Belichtungen. Anschließend wird auf die verschiedenen Aufnahme- und Erzeugungsmöglichkeiten sowie der vorliegenden Problemstellung im Zusammenhang mit bewegten Objekten eingegangen. Da HDRI nur auf digitales Bildmaterial anwendbar ist, konzentrieren sich die Betrachtungen dieser Arbeit im Folgenden auf die digitale Form der Fotografie.

2.1.1 Fotografie

Die Fotografie unterliegt von Natur aus bestimmten Einflussfaktoren und den dadurch gegebenen physikalischen Grenzen. Das durch das Objektiv einer Kamera einfallende Licht wird für eine bestimmte Zeit (die sogenannte Belichtungs- oder Verschlusszeit) durch eine zuvor



Abbildung 2.1: Das Foto aus Abbildung 1.1 im direkten Vergleich als LDRI (links) und HDRI (rechts).

gewählte Blendenöffnung² auf ein Trägermedium, den sogenannten „Sensor“, abgebildet. Die lichtempfindlichen Bestandteile auf der Sensoroberfläche erfahren durch den Belichtungsvorgang gewisse Veränderungen und erzeugen dadurch das spätere digitale Bild. Ein herkömmlicher CMOS³-Kamerasensor kann jedoch – im Vergleich zum menschlichen Auge, das durch „lokale Adaption“ stets in der Lage ist, sich in kürzester Zeit an unterschiedlichste Lichtverhältnisse anzupassen – nur einen Bruchteil der tatsächlichen Helligkeitsinformationen im Moment der Auslösung zu erfassen. Schuld daran ist maßgeblich die bereits erwähnte Verschlusszeit, die bei einem korrekt belichteten Foto immer nur für eine Art Kompromiss zwischen hellen und dunklen Bildbereichen sorgt. Ein Beispiel zur Veranschaulichung: Ein Fotograf möchte in einer Kirche eine Aufnahme machen. Ihm bietet sich dabei folgende Ausgangssituation: Die Kirchenbänke, der jahrhundertalte Marmorboden, die Wandmalereien und der verzierte Altar liegen weitestgehend im Dunkeln, während durch die großen, mit Malereien verzierten Fenster nahezu grelles Licht in das Kircheninnere strömt. Hier liegen für den Fotografen und die Kameraelektronik nur schwer zu meisternde, unterschiedliche Lichtsituationen vor. Belichtet er auf die Fenster, fällt in der späteren Aufnahme gerade soviel Licht auf den Kamerasensor, dass die hellen Bereiche mit allen Details gut abgebildet werden. Die dunklen Bereiche des Bildes, also die Bänke und der Altar, verschwinden so jedoch komplett im Schwarzen. Diese Bildbereiche sind damit in der Aufnahme verloren und darin enthaltene Details können auch in der Nachbearbeitung nicht mehr zurückgeholt werden. Man spricht in diesem Fall von einer Unterbelichtung. Anders sieht es aus, wenn der Fotograf nun vorrangig auf die dunklen Bereiche belichtet, also z.B. auf die Kirchenbänke. Nun fällt die Belichtungszeit etwas länger aus und das Kircheninnere wird mit vielen Details auf dem späteren Bild sichtbar. Die hellen Bildpassagen im Bereich der Fenster sind jedoch nur noch als weiße Fläche zu erkennen, deren Details gänzlich verschwunden. Es liegt nun eine Überbelichtung vor.

² Die Blende eines Objektivs reguliert die einfallende Lichtmenge auf den Kamerasensor und bestimmt zugleich auch die Schärfentiefe einer Aufnahme.

³ Complementary Metal Oxide Semiconductor: Sensortyp, der in den meisten auf dem Markt erhältlichen Digitalkameras verbaut ist.

Versucht der Fotograf, ein ausgewogenes Bild zwischen den beiden Extremen zu erzeugen und belichtet auf einen Bereich, dessen Helligkeit zwischen Fensterlicht und dunklem Kirchenraum liegt, erhält er eine vermeintlich „korrekt“ belichtete Aufnahme, die insgesamt zwar mehr Bildinformationen in allen Bereichen enthüllt, aber feine Details im Hellen sowie im Dunklen dennoch abschneidet. Um das Kircheninnere nun mit allen Facetten und Details abbilden zu können, sind entweder Hilfsmittel oder weitergehende Aufnahmetechniken gefragt. Eine traditionelle Lösung aus den Zeiten der Analogfotografie offerieren sogenannte Grauverlaufsfilter⁴, deren Einsatz jedoch wenig Flexibilität zulässt und zudem – vor allem bei Verwendung mehrerer Filter – die optische Qualität des späteren Fotos beeinträchtigt. Flexibler und in der Nachbearbeitung produktiver nutzbar sind daher verschieden belichtete Einzelaufnahmen, aus denen später die jeweils besten Resultate zu einem optimalen Gesamtbild verarbeitet werden können.

2.1.2 Dynamikumfang

Bevor nun die Brücke zu HDRI geschlagen werden kann, muss zunächst noch der schon öfters gefallene Begriff des „Dynamikumfanges“ (engl. *Dynamic Range*, kurz: „DR“) näher erläutert werden, da er für das Verständnis der HDRI-Technik eine essentielle Basis bildet. Wie Christian Bloch in seinem HDRI-Handbuch [BSB⁺08] erläutert, ist der Dynamikumfang „[...] der größte im gesamten Bild vorkommende Kontrast“. Dieser Dynamikumfang, man kann ihn auch als Kontrastverhältnis bezeichnen, wird, so Bloch weiter, „[...] wie alle Verhältnisse durch einen Quotienten angegeben, beispielsweise 500:1.“

Doch wie kann man sich das nun bildlich vorstellen? Der Quotient gibt das Verhältnis vom dunkelsten zum hellsten Farbwert eines Bildes an, wobei die Farbe Schwarz in der Berechnung außer acht gelassen wird, da sie keinen Vergleichswert liefern kann. Es wird der Berechnung also nur der kleinste noch darstellbare Helligkeitsunterschied zugrunde gelegt. Im Beispiel auf Abbildung 2.3 besitzt die Grafik ein Kontrastverhältnis von 10:1, das heißt: Der Kontrast des Bildes ist 10-mal so groß wie der kleinste wahrnehmbare Helligkeitsunterschied. In der Fotografie hat sich jedoch über die Zeit eine feste Einheit für den Dynamikumfang etabliert, die sich aus den „Grundgrößen“ Blende und Verschlusszeit ableiten lässt. So wird der Dynamikumfang allgemein in Blendenstufen oder, korrekter formuliert, in Lichtwerten (kurz „LW“ oder „EV“, engl. für Exposure Values) angegeben. Ein Lichtwert setzt sich grundlegend aus einem Blenden-Verschlusszeit-Paar zusammen und kennzeichnet die Lichtmenge, die bei dieser Kombination auf den Bildsensor fällt. Ausgehend von einem Lichtwert 0 bei Blende 1 und einer Verschlusszeit von 1 s, kann nach einem einfachen Prinzip nun eine komplette Lichtwerttabelle aufgestellt werden: Erhöht man die Blende um eine Stufe oder halbiert alternativ die Verschlusszeit, erhöht sich auch der Lichtwert um jeweils eine Stufe. Das gilt genauso für die entgegengesetzte Richtung, siehe Tabelle 2.1.

⁴ Filter, die vor das Objektiv geschraubt werden können und bestimmte Bildbereiche in einer beliebigen Stärke bei Erhalt der Farbinformationen abdunkeln.

⁵ siehe: <http://photos1.blogger.com/blogger2/4806/1533/1600/threepotos.jpg>



Abbildung 2.2: Drei unterschiedlich belichtete Fotos eines Kircheninnenraums. Ganz oben eine unterbelichtete, in der Mitte eine „korrekt“ belichtete und unten eine überbelichtete Aufnahme der gleichen Szene. (Quelle: Ryan McGinnis⁵, 2006, verändert.)

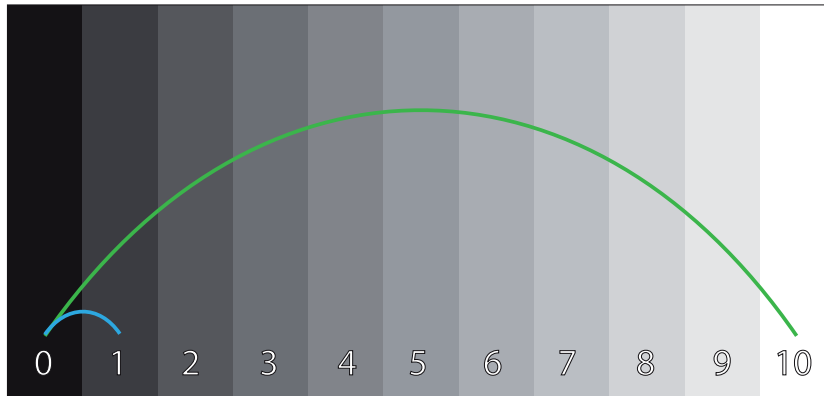


Abbildung 2.3: Kontrastverhältnis: bildliche Darstellung anhand einer Testtafel mit 10 verschiedenen Helligkeitswerten, also einem Verhältnis von 10:1. (angelehnt an [BSB⁺08, S. 3])

Tabelle 2.1: Lichtwerte gängiger Blenden-Verschlusszeit-Paare

		Blende									
		f/1	f/1,4	f/2	f/2,8	f/4	f/5,6	f/8	f/11	f/16	...
Verschlusszeit	4 s	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	...
	2 s	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	...
	1 s	0	1	2	3	4	5	6	7	8	...
	1/2 s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
	1/4 s	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
	1/8 s	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...
...	

Wie schon im Kirchenbeispiel in Abschnitt 2.1.1 erwähnt, stellt die Realität unsere visuelle Wahrnehmung oftmals vor komplexe Aufgaben. Gerade an sonnigen Tagen muss das menschliche Auge immense Helligkeits- und Kontrastunterschiede wahrnehmen und in Bruchteilen von Sekunden ausgleichen können. Der vom Auge auf einen Blick wahrnehmbare Dynamikumfang liegt bei 10000:1, was umgerechnet 14 Lichtwerten entspricht. Darüber hinaus ist es dem Menschen auf der einen Seite sogar möglich, in fast dunkelster Nacht bei einer Lichtmenge von lediglich 30 Photonen noch Umrisse, auf der anderen Seite im Millionen Mal so hellen Sonnenlicht sämtliche Details zu erkennen. Daraus resultiert ein Wahrnehmungsbereich des menschlichen Auges von 1000000000:1. [BSB⁺08] Um diesen Bereich jedoch voll ausschöpfen zu können, braucht das Auge eine gewisse Anpassungszeit für extreme Helligkeitsunterschiede.

All diese Möglichkeiten bietet heutzutage selbst die beste Kameraelektronik nicht und so bleiben bei der Aufnahme wichtige Bildinformationen bereits im kamerainternen Verarbeitungsprozess auf der Strecke. Doch nicht nur die Kameraelektronik begrenzt das darstellba-

re Kontrastverhältnis, auch die meisten zur Bildbetrachtung und -verarbeitung eingesetzten Medien, wie Papiere, Leinwände oder Monitore, können den originalen Motivkontrast in der Regel nur stark eingeschränkt wiedergeben. Dabei spielt auch die Farbtiefe⁶ eine wesentliche Rolle, mit der das digitale Bild abgespeichert wurde. Normale Fotos im JPEG-Format, wie sie alle gängigen Digitalkameras aufzeichnen, besitzen eine Farbtiefe von 8 bit, was jeweils 256 Abstufungen pro Bildkanal (Rot, Grün, Blau) entspricht. Das bei höherwertigen System- und Spiegelreflexkameras eingesetzte RAW⁷-Format enthält dagegen Farbinformationen in einer Tiefe von bis zu 14 bit, also maximal 16384 Abstufungen pro Kanal.

Möchte ein Fotograf das Maximum an Bildinformationen aus einer Aufnahme herausholen, führt demnach kein Weg an der Aufzeichnung in diesem Format vorbei. So hängt also der realisierbare Dynamikumfang eines Fotos auch von der zur Verfügung stehenden Farbtiefe ab. Ein unmittelbarer Rückschluss von der Farbtiefe auf den Dynamikumfang eines Bildes ist jedoch nicht ohne weiteres möglich, da ein 8-bit-Bild mit geringer Dynamik per Software ohne weiteres in ein 32-bit-Bild umgewandelt werden kann. Dabei werden jedoch lediglich die vorhandenen Bildinformationen auf die nun größere Zahl an Helligkeitsstufen verteilt. Einmal verlorener Dynamikumfang kann aber auch auf diesem Weg nicht mehr ins Bild zurückgeholt werden.

2.2 HDRI in der Praxis

Nachdem die Grundlagen der Fotografie und des Dynamikbereichs erläutert wurden, sollen sich die folgenden Abschnitte mit der Anwendung und Umsetzung von HDRI befassen. Dazu werden eingangs die verschiedenen Aufnahmetechniken vorgestellt, danach anhand beispielhafter Resultate die Vor- und Nachteile aufgezeigt und abschließend die Problematik erörtert, die bei HDR-Aufnahmen bewegter Objekte auftritt.

2.2.1 Aufnahmetechniken

2.2.1.1 HDRI aus einer Belichtungsreihe

Da ein HDRI mit normaler Kameratechnik und einer einzelnen Aufnahme nicht realisierbar ist, benötigt man für dessen Erstellung grundsätzlich mehrere Einzelaufnahmen. Hierbei macht man sich als Fotograf die sogenannte Multishot-Technik (engl. für „Mehrfach-Aufnahme-Technik“) [GG08] zunutze. So werden von einer Szene mehrere Aufnahmen unterschiedlicher Belichtung geschossen. Die Anzahl der Aufnahmen variiert je nach vorliegender Lichtsituation, liegt aber in der Regel zwischen 3 und 7 Aufnahmen mit unterschiedlichen Lichtwerten. Bevor jedoch eine Belichtungsreihe mit dem Ziel eines HDRIs angefertigt werden kann, müssen zunächst ein paar Vorarbeiten [Wag11] erfolgen:

⁶ Maßeinheit zur Differenzierung aller Helligkeits- und Farbwerte eines digitalen Bildes.

⁷ Engl. Bezeichnung für das (unkomprimierte) Rohdatenformat, in dem Digitalkameras das aufgenommene Bild ohne weitere Bearbeitung abspeichern. Bilder, die in diesem Format vorliegen, müssen jedoch im ersten Schritt der Postproduktion zunächst mit entsprechender Software digital „entwickelt“ werden, bevor sie weiterverarbeitet werden können. Diesen Prozess nennt man auch „RAW-Workflow“.

- Nach der Wahl eines geeigneten Bildausschnitts für das gewünschte Motiv gilt es, die Kamera mithilfe eines stabilen Stativs auf festem Untergrund zu fixieren. Dies ist besonders wichtig, damit zwischen den Einzelaufnahmen keine Verschiebungen entstehen. Daraus resultieren andernfalls Geisterbilder, die das spätere HDRI unter Umständen unbrauchbar machen.
- Steht die Kamera erst einmal fest und der Bildausschnitt wurde gewählt, sollte der Autofokus abgeschaltet und die Szene manuell fokussiert werden, damit unbeabsichtigte Neufokussierungen, z.B. durch sich bewegende Objekte im Bildausschnitt, ausgeschlossen werden können. Desweiteren empfiehlt es sich, einen manuellen Weißabgleich⁸ durchzuführen und sicherzustellen, dass RAW als Aufnahmeformat gewählt wurde.
- Anschließend gilt es, die vorliegende Lichtsituation zu analysieren:
 - Als erstes wählt der Fotograf einen festen Blendenwert. Letzterer bestimmt die Schärfentiefe der Aufnahme und sollte sich daher im Verlauf der Belichtungsreihe nicht ändern.
 - Mithilfe der verschiedenen Autofokus-Messfelder im Kamerasucher kann nun die Belichtung der gesamten Szene gemessen werden. Die Kameraelektronik liefert für jeden gemessenen Bildbereich die optimale Verschlusszeit zu dem eingestellten Blendenwert. Es ist dabei wichtig, jede Bildpartie in der Messung zu berücksichtigen, um mit der späteren Belichtungsreihe auch den gesamten Motivkontrast abzudecken. Sämtliche vorgeschlagenen Verschlusszeiten sollten am besten auf einem kleinen Zettel notiert werden.
- Nun sucht man die kürzeste und längste Verschlusszeit heraus, da diese Werte den Dynamikumfang der Motivszene eingrenzen. Hieraus kann der Fotograf im Folgenden den Umfang der Belichtungsreihe für die Szene errechnen.

Ein Beispiel:

Wurden bei einer eingestellten Blende von $f/8$ Verschlusszeiten zwischen $1/250$ s und $1/15$ s gemessen, genügt normalerweise eine Belichtungsreihe von drei Aufnahmen im Abstand von 2 Lichtwerten, also $1/250$ s, $1/60$ s und $1/15$ s.

Eine Differenz von 2 LW bietet sich in der meisten Fällen an, wenn man sich die Histogramme⁹ der Einzelaufnahmen näher anschaut. Denn *„erst durch diesen Abstand verschiebt sich der Belichtungsabstand so signifikant, dass neue Informationen für die HDR-Erstellung zur Verfügung stehen“*, erläutert Reinhard Wagner im Profibuch HDR-Fotografie. So sorgen *„größere Mengen an Belichtungen mit geringeren Abständen nicht für eine genauere oder*

⁸ Der manuelle Weißabgleich dient der Anpassung einer Kamera an die vorliegende Lichtsituation und der daraus resultierenden Farbtemperatur. So können bspw. bei einer Belichtungsreihe Farbunterschiede zwischen den Einzelaufnahmen vermieden werden.

⁹ Ein Histogramm stellt die Helligkeitsverteilung eines digitalen Bildes grafisch dar. Auf der x-Achse befinden sich die Helligkeitsstufen von 0-255, auf y-Achse die Stärke der jeweiligen Ausprägung. Ein optimal belichtetes Foto zeigt ein Histogramm mit einer gleichmäßig hohen Ausprägung über den gesamten Wertebereich.

2. HIGH DYNAMIC RANGE IMAGING

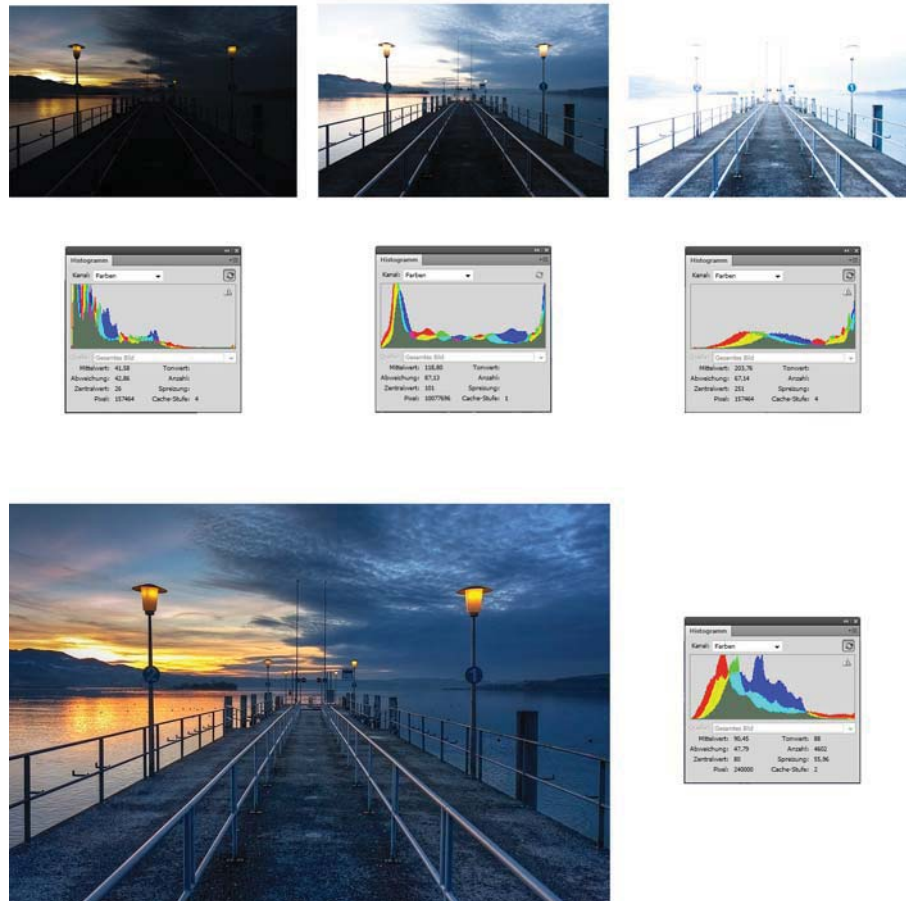


Abbildung 2.4: Eine Belichtungsreihe aus drei Einzelaufnahmen im Abstand von 2 LW. In den Histogrammen ist die Verschiebung der Helligkeitsverteilung zwischen den Aufnahmen sichtbar: Beim unterbelichteten Bild konzentrieren sich die Werte im unteren Drittel, beim korrekt belichteten Bild hauptsächlich im Mittenbereich und beim überbelichteten Bild fast nur im oberen Drittel. Das daraus entstandene HDR-Bild verfügt jedoch über eine ausgewogene Tonwertverteilung im gesamten Spektrum.

bessere HDR-Erstellung, sondern im Gegenteil für eine höhere Fehlerquote.“ So habe die spätere Verarbeitungssoftware, vor allem im Bereich der Mitteltöne, vielmehr das Problem, zu entscheiden, „[...] welche der im Zweifelsfall drei oder vier Belichtungen der Mitteltöne nun korrekt ist oder nicht.“ [Wag11, S. 47] Zur Veranschaulichung sei auf Abbildung 2.4 verwiesen, die eine Belichtungsreihe von drei Einzelaufnahmen im Abstand von 2 LW inklusive der zugehörigen Histogramme zeigt.

Da das oben beschriebene Vorgehen mit einem relativ hohen Zeitaufwand verbunden ist, bieten aktuelle Kameramodelle verschiedener Hersteller auch schon eine eingebaute HDR-Aufnahmefunktion an, die bei der Auslösung automatisch zwei oder drei Aufnahmen tätigt



Abbildung 2.5: Die HDR-Funktion des iPhone 4 verbessert zwar den Dynamikumfang einer Aufnahme, kann jedoch auch Geisterbilder (siehe Fußgänger und Blätter der Pflanze) – verursacht durch bewegte Objekte und eine lange Verschlusszeit – nicht verhindern. (Quelle: Macwelt¹⁴, 2011.)

und diese anschließend – per kamerainterner Software – zu einem HDRI zusammenfügt. Populäre Vertreter sind derzeit das Apple iPhone 4¹⁰ und die Casio EX-ZR10¹¹ im Konsumentenbereich sowie die Pentax K-7¹² und die Sony Alpha 550¹³ unter den Spiegelreflex-Kameras. Die Einstellmöglichkeiten für den Fotografen sind bei diesen eingebauten Funktionen jedoch meist gering und die Ergebnisse genügen in der Regel nicht den professionellen Ansprüchen. So bleiben sie höchstens eine Alternative für den Hobby-Fotografen, der unterwegs nicht die Zeit für eine manuelle Belichtungsreihe hat. Die Problematik bewegter Aufnahmeobjekte in Kombination mit Belichtungsreihen können jedoch auch diese Kameras in ihren HDR-Modi nicht kompensieren und so kommt es zur Entstehung von Geisterbildern.

Zwar nicht die volle Kontrolle über die Aufnahme, jedoch durchaus mehr Einflussmöglichkeiten für den Fotografen, erlaubt die bei den meisten Spiegelreflexkameras verfügbare Option einer automatischen Belichtungsreihe, auch „Bracketing“ genannt. Diese ist jedoch in den meisten Fällen auf drei, bei Profi-Modellen auf fünf Serienaufnahmen, teils nur im Abstand von 0,7 oder 1 LW begrenzt und daher nicht für alle Aufnahmesituationen geeignet. [Wag11] Sicherer und besser kontrollierbar ist in jedem Falle das oben erwähnte, manuelle Vorgehen. Da das Ziel einer HDR-Aufnahme eine Qualitätssteigerung im Vergleich zur herkömmlichen Aufnahme verkörpert, sollte sich diese Zeit bei jeder ernsthaften Aufnahme genommen

¹⁰ siehe: <http://www.areamobile.de/specials/16473-getestet-hdr-fotos-auf-dem-iphone-4>

¹¹ siehe: <http://www.digiklix.de/2010/09/20/casio-ex-zr10-12-megapixel-kompaktkamera-mit-highspeed-und-hdr-funktion>

¹² siehe: <http://pentax-k-7.blogspot.com/2009/06/kamerainterne-hdr-funktion.html>

¹³ siehe: <http://www.netzwelt.de/news/80597-vollformat-freihand-hdr-neue-dslr-kameras-sony.html>

¹⁴ siehe: http://www.macwelt.de/artikel/_News/373245/test_hdr_bilder_mit_ios_41/1

werden. Abzurufen ist eine gute Belichtungsreihe überdies durch den Einsatz eines Fernauslösers sowie der Spiegelvorauslösung¹⁵ bei entsprechenden Kameras, um das Risiko von Verwacklungen zu minimieren.

Ferner besteht die Möglichkeit einer Belichtungsreihenerzeugung über die Variation des ISO-Wertes¹⁶, also der Sensorempfindlichkeit. Diese Variante klingt zunächst interessant, da sowohl Blende als auch Verschlusszeit in diesem Fall über alle Einzelaufnahmen konstant bleiben können. Der Lichtwert ändert sich nur über die Erhöhung oder Absenkung der ISO-Zahl. An dieser Stelle sei daher noch eine Ergänzung zum Thema „Lichtwerte“ zu treffen. Wie schon in Abschnitt 2.1.2 und Tabelle 2.1 einleitend beschrieben, bestimmen in erster Linie Verschlusszeit und Blende den resultierenden Lichtwert einer Aufnahme. Ebenso hat aber auch der zugrunde liegende ISO-Wert Einfluss auf den Lichtwert. Es muss daher hinzugefügt werden, dass sich der Lichtwert 0 auf eine Aufnahmesituation mit Blende 1, 1 s Verschlusszeit bei ISO 100 bezieht. Verdoppelt man nun – hiervon ausgehend – den ISO-Wert, verringert sich der Lichtwert um eine Stufe. Dieser Zusammenhang wird in Tabelle 2.2 veranschaulicht.

Tabelle 2.2: *Änderung des Lichtwerts mit steigender Empfindlichkeit.*

ISO	LW
50	+ 1
100	0
200	- 1
400	- 2
800	- 3
1600	- 4
3200	- 5
6400	- 6
...	...

Ein Beispiel:

Aus einer Aufnahmesituation mit Blende 8, einer Verschlusszeit von 1/60 s und ISO 400 resultiert ein Lichtwert von 10. Möchte man nun, bei Konstanthalten des Blenden-Verschlusszeit-Paares, eine Belichtungsreihe im Abstand von +2/0/-2 Lichtwerten anfertigen, müsste für die zwei weiteren Einzelaufnahmen der ISO-Wert einmal auf 100 reduziert und einmal auf 1600 erhöht werden.

¹⁵ Durch das Herunterklappen des Spiegels vor der eigentlichen Aufnahme, kann bei Spiegelreflexkameras eine eventuelle Verwacklung durch den Spiegelschlag bei der Aufnahme vermieden werden.

¹⁶ Der Lichtempfindlichkeit eines Kamerasensors wird, analog zur früheren Filmempfindlichkeit, in ISO-Stufen angegeben. Aktuelle digitale Spiegelreflexkameras unterstützen in der Regel eine Empfindlichkeitsspanne von ISO 100 - 3200. Bei teureren Kameramodellen reicht die Spanne teilweise auch von ISO 50 - 12800 und mehr.



Abbildung 2.6: Zunehmendes Bildrauschen bei höheren ISO-Werten. Drei Bildausschnitte der gleichen Testszene bei ISO 100, 400 und 1600. (Kamera: Canon EOS 40D, Quelle: heise Foto¹⁷, 2008, verändert.)

Soweit die Theorie. In der Praxis bedeutet eine Erhöhung der ISO-Zahl jedoch immer auch die Zunahme von Bildrauschen. Dies äußert sich zunächst als Körnung in dunklen Bildbereichen, mit zunehmender Empfindlichkeit jedoch auch als flächendeckendes Farbrauschen über das gesamte Bild. (vgl. Abbildung 2.6) Darunter leidet vor allem die Bildschärfe und Detailzeichnung einer Aufnahme, sodass eine ISO-Erhöhung in der Regel nur bis zu einem gewissen Wert sinnvoll ist. Der gerade noch nutzbare ISO-Wert differiert natürlich von Kameramodell zu Kameramodell und hängt außerdem vom subjektivem Empfinden des Betrachters ab. Um jedoch zur Ausgangsproblematik zurückzukehren, ist – auf Grundlage des eben besprochenen – eine Belichtungsreihe über die Änderung der ISO-Werte stets eine kritische Angelegenheit und gleichbedeutend mit einer Abnahme an Bildqualität. Da genau das jedoch in einem HDRI nicht gewünscht ist, sollte auf diese Form der Belichtungsreihe verzichtet werden.

Ist die Belichtungsreihe für ein HDRI erfolgreich aufgenommen, müssen die Einzelaufnahmen nun am Computer zu einem Endbild, dem eigentlichen HDRI verschmolzen werden. Diesen Prozess übernimmt eine spezielle HDRI-Software. Auf dem Markt gibt es derzeit eine Vielzahl an Softwarelösungen, in der Praxis bewährt haben sich jedoch vornehmlich FDRTools¹⁸ und Photomatix Pro¹⁹ als reine HDR-Erzeuger sowie Adobe Photoshop²⁰ in Form einer Universallösung – sowohl zur HDR-Erzeugung, als auch zur Postproduktion. Die Funktionsweise der einzelnen HDR-Erzeugungsalgorithmen ähnelt sich dabei:

- Im ersten Schritt werden die Einzelbilder der Belichtungsreihe geladen, die zu einem HDRI zusammengefügt werden sollen. Alle Tools bieten dafür einen eingebauten RAW-Konverter, der einfache, aber nützliche Vorab-Bearbeitungen, wie Weißabgleichskorrektur und Rauschreduktion – falls gewünscht – automatisch erledigt.

¹⁷ siehe: <http://www.heise.de/foto/produkt Daten/kameras/spiegelreflex/canon/eos-40d-26369/>

¹⁸ siehe: <http://www.fdrtools.com>

¹⁹ siehe: <http://www.hdrsoft.com/de>

²⁰ siehe: <http://www.adobe.com/de/products/photoshop/>

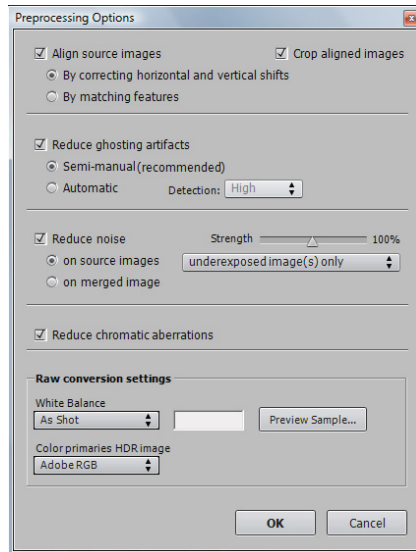


Abbildung 2.7: Voreinstellungen in Photomatix Pro: In diesem Dialog können vor der HDRI-Erzeugung noch diverse Bildkorrekturen und -optimierungen vorgenommen werden.

- Im zweiten Schritt, der eigentlichen Verarbeitung, bietet vor allem Photomatix Pro sehr wirkungsvolle Werkzeuge zur korrekten Ausrichtung der Einzelbilder zueinander und, seit Version 4.0, auch ein effektives Tool zur semi-manuellen Korrektur von Geisterbildern und unerwünschten Störartefakten.
- Nun erzeugt der Programm-Algorithmus ein 32-bit HDRI, das jedoch aufgrund des hohen Dynamikumfangs auf einem herkömmlichen Monitor nicht auf einen Blick darstellbar ist. Photoshop bietet daher für die selektive Darstellung einen Belichtungsschieberegler, Photomatix Pro ein Lupenwerkzeug, mit dessen Hilfe eine abschnittsweise Bildanalyse möglich ist.
- Um jedoch eine herkömmliche Darstellung auf dem Monitor oder in Form eines Papierabzugs zu ermöglichen, folgt einer der entscheidendsten Schritte des gesamten Arbeitsablaufs: Das „Tonemapping“. Der englische Begriff bedeutet soviel wie „Tonwertreproduktion“ und beschreibt das Herunterrechnen des großen Dynamikumfangs eines 32-bit-HDRIs in den 16- oder 8-bit-Farbraum, um das Bild als Ganzes auf herkömmlichen Anzeigemedien darstellen zu können. Hier entscheidet sich maßgeblich, welchen Charakter das HDRI im späteren Endresultat erhält. Die Möglichkeiten reichen von natürlich-flau bis übertrieben-bunt oder sogar künstlerisch-abstrakt. Über unzählige Einstellregler kann, gerade in Photomatix Pro, aus diesem Prozess eine regelrechte Philosophie entwachsen. Hier bietet sich – je nach subjektiver Empfindung – ein immens großer Kreativitätsspielraum.

Unter der Prämisse einer Qualitätsmaximierung betrachtet, welche Gegenstand dieser Arbeit ist, geht es in diesem Schritt jedoch in erster Linie darum, den hohen Dynamik-



Abbildung 2.8: Im letzten Schritt vor der Erzeugung des HDRIs bietet Photomatix Pro seit Version 4.0 ein effektives Werkzeug zur semi-manuellen Reduktion von Geisterbildern.

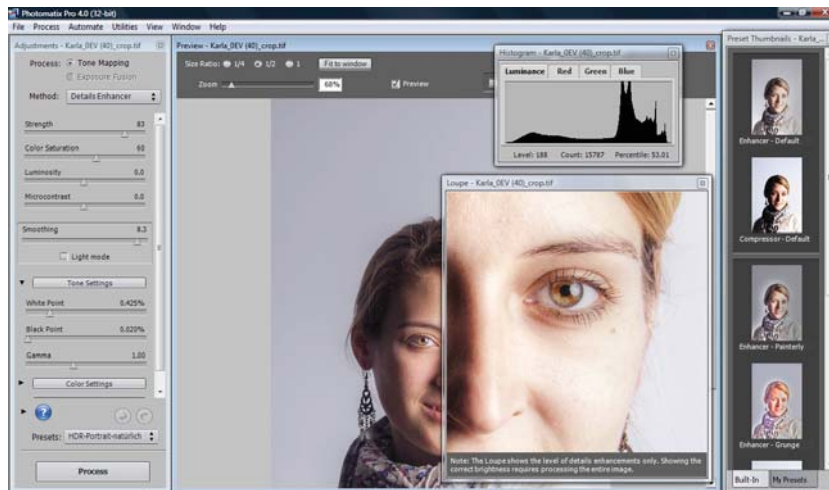


Abbildung 2.9: Üppige Bearbeitungsmöglichkeiten sowie eine Vielzahl an Presets kennzeichnen den Tonemapping-Dialog in Photomatix Pro 4.0.

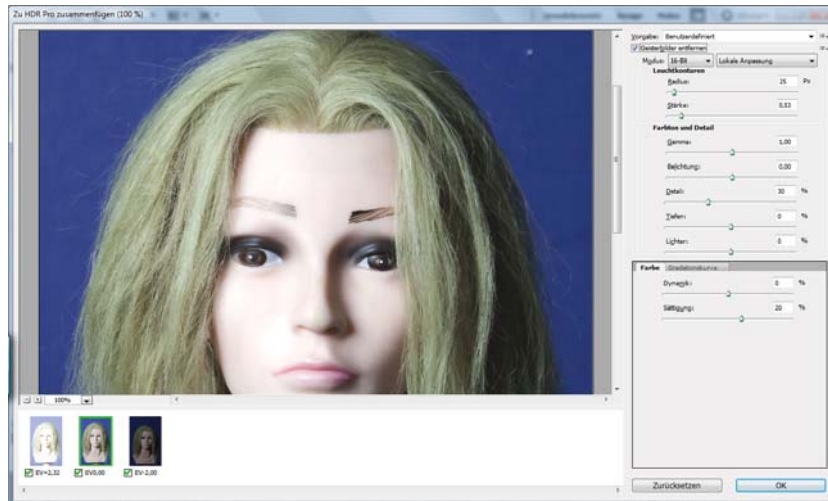


Abbildung 2.10: *Fast spartanisch wirkt dagegen die Option „Zu HDR Pro zusammenfügen“ in Adobe Photoshop CS5, die im Vergleich zur Vorgängerversion deutlich nachgebessert wurde.*

umfang des HDRIs möglichst naturgetreu in ein LDRI zu übertragen. Denn nichts anderes passiert beim Tonemapping: Das Resultat ist immer ein LDRI und nicht mehr – wie im allgemeinen Sprachgebrauch oftmals falsch dargestellt – ein HDRi. Ein echtes HDR-Bild ist also nur eines, wenn es unmittelbar nach der Ezeugung und ohne weitere Anpassungen im 32-bit-Modus abgespeichert wird. Jedes Bild, das einmal durch einen Tonemapping-Prozess lief, ist (irreversibel) wieder zu einem LDR-Bild geworden, zwar mit erhöhtem Dynamikumfang, doch eine Rückwandlung in den 32-bit-Farbraum bringt nicht den vollen Tonwert- und Farbumfang des Ausgangs-HDRIs zurück. (siehe Abschnitt 2.1.2 und [How09, S.119 ff]) Hierzu führt Jack Howard abschließend einen schönen Vergleich an: *„Das Tonemapping-Bild ist genauso (wenig) ein HDR-Bild, wie das T-Bone-Steak eine Kuh.“* Letzteres kann sich nämlich *„[...] ebenso wenig [...] in eine lebendige, atmende und muhende Kuh zurückwandeln.“* [How09]

Seit geraumer Zeit arbeitet die Industrie bereits sowohl an der Entwicklung hochdynamischer Bildsensoren als auch praxistauglicher HDR-Bildschirme. Es ist also durchaus denkbar, dass mit Digitalkameras in Zukunft „One-Shot-HDRIs“ aufgenommen und auf entsprechenden Anzeigemedien betrachtet werden können. So wurde in der Vergangenheit beispielsweise durch das Fraunhofer-Institut ein sogenannter High Dynamic Range CMOS-Sensor (HDRC^{®21}) entwickelt, der einen Dynamikumfang von 20 LW darstellen kann – das allerdings bei einer Auflösung von lediglich 768x496 Pixeln. Im Jahr 2007 präsentierte die Fujifilm Corporation den neu entwickelten Super CCD SR11-Sensor in ihrem damaligen Spiegelreflex-Flagschiff „Finepix S5 Pro“, der einen Dynamikumfang von immerhin 13 LW wiedergeben kann. Hiermit gelang zumindest die erste Etablierung eines Sensors mit höherem Dynami-

²¹ siehe: http://www.ims-chips.de/content/pdf/text/HDRC-MDC_04_color_09.pdf

kumfang auf dem Massenmarkt. Eine aktuelle Weiterentwicklung mit nennenswerten Fortschritten für den digitalen Fotografiesektor ist jedoch in beiden Fällen nicht bekannt. Ähnlich sieht es auch bei den HDR-Displays aus: Erste Modelle wurden bereits 2005 auf dem Markt präsentiert, wie der DR-37P der kanadischen Firma BrightSide, der mit einem darstellbaren Dynamikumfang von gut 18 LW²² beeindruckende Resultate zu liefern verspricht. Auch Canon und Toshiba arbeiteten in den vergangenen Jahren in einem Joint-Venture an der Fortentwicklung der SED-Technologie²³, die verheißungsvolle Möglichkeiten in der Darstellung von hochdynamischen Bildern in Aussicht stellt. Das Joint-Venture wurde jedoch vergangenes Jahr aufgelöst und eine Weiterentwicklung für den Konsumentenmarkt bisher nicht angestrebt²⁴. Letzterer wird nach wie vor von kostengünstigeren, jedoch immer leistungsstärkeren LCD- und LED-Displays beherrscht.

2.2.1.2 Pseudo-HDRI aus einer einzelnen RAW-Datei

Bei Aufnahmen schnell veränderlicher Motive mit einem hohen Dynamikumfang gerät die HDRI-Erzeugung über eine Belichtungsreihe an ihre Grenzen. Denn durch die zeitversetzte Aufnahme mehrerer Einzelbilder ändern dynamische Objekte ihre Position im Bildausschnitt: Ob dies nun Menschen, Tiere, Autos, Züge oder einfach nur vorbeiziehende Wolken und sich im Wind bewegende Äste sind – sie führen allesamt zu einem nicht identischen Ausgangsmaterial für den späteren HDRI-Erzeugungsprozess. Die Folge sind Geisterbilder und nicht auflösbare Bildpassagen, also unerwünschte Störartefakte im Endbild.

Bisher gibt es keine echte Lösungsmöglichkeit für dieses Problem, lediglich die Hintertür, ein unechtes „Pseudo-HDRI“ aus einer gut belichteten Einzelaufnahme zu erzeugen. Dabei wird der volle Dynamikumfang ausgeschöpft, den ein Kamerasensor wiedergeben und in einer RAW-Datei ablegen kann. Die Aufnahme in diesem Dateiformat ist also zugleich die Voraussetzung für die Erzeugung eines Pseudo-HDRIs. Wie bereits in Abschnitt 2.3 erwähnt, kann ein heutiger Kamerasensor bestenfalls eine Farbtiefe von 14 bit aufzeichnen und so lassen sich aus dem Ausgangsbild auf diese Weise *„[...] überstrahlte Lichter und abgesuppte Tiefen [...] einfach nicht wiederherstellen.“* [How09, S. 118] Es sei daher an dieser Stelle vorgegriffen, dass der Dynamikumfang eines solchen Pseudo-HDRIs zwar eine Erweiterung zu einem LDRI, nicht jedoch eine konkrete Alternative zum „echten“ HDRI darstellen kann. Zur Erzeugung eines Pseudo-HDRIs bieten sich zwei Möglichkeiten: Zum einen das direkte Tonemapping einer einzelnen RAW-Datei innerhalb der verwendeten HDR-Software, zum anderen die Erzeugung mehrerer Belichtungen aus derselben Datei per RAW-Konverter. Beide Varianten führen qualitativ fast zu demselben Resultat, wobei die erste Variante in der Regel praktikabler und weniger zeitaufwendig ist, eine mehrfache manuelle Entwicklung per RAW-Konverter jedoch mehr Einflussmöglichkeiten vor der HDRI-Erzeugung zulässt. So gibt es in Fotografenkreisen unterschiedliche Auffassungen: Während Jürgen Held in seinem Buch [Hel09, S. 324 ff] mehrere manuelle Entwicklungen per RAW-Konverter und anschließendes Tonemapping bevorzugt, empfiehlt Jack Howard [How09, S. 118] das direkte Tonemapping aus einer RAW-Datei. Letztendlich sollte hier jeder Fotograf einmal beide Möglichkeiten aus-

²² siehe: http://www.luminova.net/downloads/DR_37P_Specifications_-_Rev_2_1.pdf

²³ Surface Conduction Electron Emission Display

²⁴ siehe: <http://www.areadvd.de/news/2010/05/25/canon-stoppt-sed-tv-entwicklung/>



Abbildung 2.11: *Pseudo-HDRI aus einer RAW-Datei (links) und echtes HDRI aus einer Belichtungsreihe (rechts) im Vergleich: Das echte HDR enthält deutlich mehr Details und sanftere Tonwertübergänge. (Quelle: R. Obermay²⁵, 2011, verändert.)*

probieren, die Resultate vergleichen und sich dann für eine der Varianten entscheiden. Denn die anschließende Nachbearbeitung mit einem Bildbearbeitungsprogramm wie Photoshop bietet immer noch ein großes Potential für finale Bildverbesserungen.

2.2.2 Anwendungsbeispiele

Wie bereits in den vorangegangenen Abschnitten erwähnt, bietet die HDRI-Technik, bei sorgfältiger Planung und Aufnahme, ein großes Potential für Bildverbesserungen. Doch nicht immer ist ein HDRI die richtige Wahl. Im Folgenden sollen klassische Anwendungsbeispiele, typische Fehler sowie Vor- und Nachteile der Technik betrachtet werden.

Streift man derzeit durch populäre Internet-Foto-Portale, wie flickr²⁶ oder fotocommunity²⁷, findet man zahlreiche HDR-Aufnahmen oder solche, die als „HDRI“ betitelt werden. Die Aufnahmetechnik ist zweifellos im Trend. Eines haben die meisten dort ausgestellten Aufnahmen jedoch gemein: Sie fallen oftmals durch stark übersättigte Farben, surreale Detailkontraste und ein gemälde-ähnliches Erscheinungsbild ins Auge. Oftmals entdeckt man dort auch Motive als HDRIs, für die sich die Aufnahmetechnik prinzipiell gar nicht eignet. Dazu zählen etwa Szenen, die von Grund auf über einen geringen Dynamikumfang verfügen, Bilder mit Menschen im Mittelpunkt oder auch Alltags- und Stadtszenen mit vielen bewegten Objekten und damit vielen potentiellen Fehlerquellen für das spätere HDRI. Daraus ist zu schließen, dass sich offenbar viele Fotografen vor der Aufnahme gar nicht richtig mit der Technik, ihrer korrekten Anwendung und ihren Vor- und Nachteilen auseinandersetzen. Natürlich ist das Endprodukt eines Fotos immer auch die subjektive Darstellung der Sichtweise einer bestimmten Szene und unterliegt letztlich der künstlerischen Freiheit. Jedoch gibt es bestimmte Szenen, für die sich ein HDRI anbietet und einige, für die es weniger geeignet

²⁵ siehe: <http://www.hdr-foto.at/technik/pseudo-hdr.html>

²⁶ siehe: <http://www.flickr.com>

²⁷ siehe: <http://www.fotocommunity.de>

ist. Die folgende Liste soll dazu einen kleinen Überblick gewähren, beginnend zunächst mit Szenen, die für ein HDRI geeignet sind:

- Statische Alltagsszenen mit einem außergewöhnlich hohen Dynamikumfang. Dazu zählen beispielsweise ...
 - Sonnige Tageslichtsituationen mit vielen Licht- und Schattenpartien,
 - dunkle Räume mit vereinzelt hellen Lichtquellen (z.B. Kirchen),
 - besondere Lichtsituationen, wie Sonnenauf- und untergänge,
 - Abend- und Nachtszenen und
 - Objekte vor hellen Lichtquellen (z.B. Blumen vor einem Fenster).
- Werbeaufnahmen mit hohem Detailreichtum, z.B. von ...
 - Konsumprodukten aller Art (Autos, Haushaltsgeräten, Sportartikeln, etc.) sowie
 - Architektur und Innerräumen.
- Panoramen von Szenen für Film- und Kinoproduktionen (vgl. [Wit09]).

Mitunter können sogar bewegte Objekte Teil einer HDRI-Aufnahmeszene sein, wenn diese durch lange Belichtungszeiten, sei es nun bei Nachtaufnahmen oder durch den ergänzenden Einsatz von Neutraldichte-Filtern²⁸ (kurz: ND-Filtern) bei Tagaufnahmen, eliminiert werden können.

Weniger oder sogar ungeeignet für HDRI, sind dagegen folgende Motive:

- Sämtliche Objekte in Bewegung, z.B.
 - Lebewesen aller Art,
 - Kraftfahrzeuge, Züge, Flugzeuge oder Boote,
 - fließendes Wasser, Springbrunnen oder Wellen,
 - Windanfällige Objekte (Zweige, Ähren, Fahnen) sowie
 - Sportszenen.
- Fotos mit einem geringen Motivkontrast, also solche, die problemlos mit einer einzelnen Aufnahme, ohne Beschnitt von Tiefen und Lichtern, erzeugt werden können.

²⁸ In Schraub- oder Stecksystemen erhältliche Filterart, die vor die Frontlinse eines Objektivs gesetzt wird und durch einen neutralen Grauwert für eine gleichmäßige Abdunklung der Szene sorgt, ohne dabei die Farbwiedergabe zu verfälschen.

2.2.3 Bewegte Objekte

Den zuletzt genannten bewegten Objekten in Verbindung mit HDRI soll sich nun dieser Unterabschnitt widmen und damit zugleich die grundlegende Problemstellung meiner Arbeit aufzeigen. Wie bereits im Vorfeld erläutert, lassen sich HDR-Aufnahmen bewegter Objekte nicht über eine zeitversetzte Belichtungsreihe realisieren. Auch wenn vermutlich viele Menschen spontan das Gegenteil behaupten würden, zählt die Aufnahme von Portraits definitiv zur Fotografie bewegter Objekte. Es mag vielleicht im Alltag nicht auffallen, aber ein Mensch steht niemals komplett still. Reinhard Wagner ergänzt: *„Genauso, wie ein Fahrradfahrer nicht exakt geradeaus fahren kann, ohne umzufallen, kann ein Mensch nicht frei stehen, ohne zu schwanken. Dieses Schwanken bewirkt, dass der Mensch die Balance halten kann.“* [Wag11, S. 161] Daraus ist für die HDR-Fotografie über zeitversetzte Einzelaufnahmen zu folgern, dass ein Mensch *„[...] entweder liegen oder sich irgendwo anlehnen muss. Auch der Kopf schwankt nämlich, wenn er nicht irgendwo angelehnt ist.“* [Wag11] Doch selbst diese Hilfestellung birgt keine Garantie auf Einzelbilder, die zu 100 Prozent deckungsgleich sind, vor allem nicht dann, wenn die Lichtsituation längere Verschlusszeiten erfordert. Da jedoch nicht alle Portraitsituationen zugunsten von HDRI liegend oder mit angelehntem Kopf realisiert werden können oder auch möchten, stößt die bisher kennengelernte HDRI-Technik spätestens hier an ihre Grenzen.

Möchte man Personen als HDRI in natürlichen Posen und Umgebungen portraituren, so wie man es aus der bisherigen Fotografie kennt, muss ein neuer Weg gefunden werden, der die Belichtungsreihe aus zeitversetzten Einzelaufnahmen umgeht. So entstand als Ansatz für diese Arbeit die Idee, Gebrauch von mehreren baugleichen Kameras zu machen, die, sinnvoll nebeneinander positioniert und per Funk- oder Infrarotauslöser bedient, eine Belichtungsreihe ohne Zeitversatz aufnehmen können. Abbildung 2.12 zeigt beispielhaft einen solchen Aufbau. Natürlich ist ein Aufbau wie dieser wiederum anfällig für andere Bildfehler und Störeinflüsse, dies soll jedoch ein detail Thema des folgenden Kapitels sein. Eine erfolgreiche Umsetzung könnte HDRI dennoch für weitere, in Abschnitt 2.2.2 erwähnte Bereiche interessant machen, in denen die Anwendung bisher nicht möglich war.

2.3 Ausrüstung

Der folgende Abschnitt soll sich mit der für die Versuchsaufbauten im Rahmen der Bachelorarbeit benötigten und eingesetzten Ausrüstung befassen. Dabei soll zunächst ein Überblick über alle Bestandteile gegeben werden, bevor im nächsten Kapitel der eigentliche Aufbau im Einzelnen erklärt wird.

2.3.1 Canon EOS 350D

Die Canon EOS 350D ist eine digitale Spiegelreflexkamera, die im März 2005 als Nachfolgerin der erfolgreichen EOS 300D auf dem Markt präsentiert wurde. Zu Verkaufszeiten war sie, bedingt durch ihr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis und ihre kompakte Größe, ein

²⁹ siehe: www.kevinkertz.com

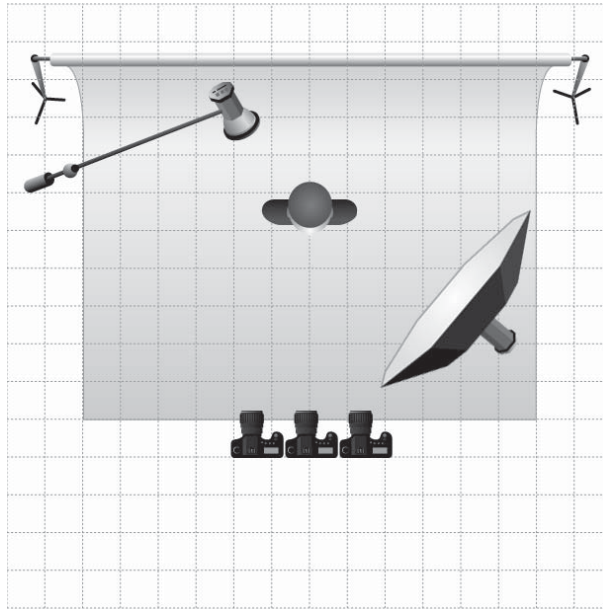


Abbildung 2.12: Idee eines Portrait-Setups für HDR-Aufnahmen mit drei baugleichen Kameras. (Quelle: Kevin Kertz: *Light Setup*²⁹, 2006, verändert.)

beliebtes Einstiegsmodell im digitalen Spiegelreflexkamera-Bereich. Sie verfügt über einen CMOS-Sensor der Größe $22,2 \times 14,8 \text{ mm}^2$ mit einer effektiven Auflösung von 8,0 Millionen Pixeln. Dabei ist zu beachten, dass durch den kleineren Sensor im Vergleich zum Kleinbild-Format ($36 \times 24 \text{ mm}^2$) ein Vergrößerungsfaktor („Crop-Faktor“) von ca. 1,6 für alle eingesetzten Objektive einzurechnen ist, um die effektive Brennweite zu bestimmen. Der einstellbare Empfindlichkeitsbereich liegt zwischen ISO 100 und 1600 und es können Verschlusszeiten zwischen $1/4000 \text{ s}$ und 30 s realisiert werden. Neben der Aufzeichnung im JPEG-Format in unterschiedlichen Qualitätsstufen, können Bilder – entweder alternativ oder parallel – auch im kameraeigenen RAW-Format gespeichert werden. Ferner unterstützt die Kamera eine Auslösung per kabelgebundenem oder infrarot-gesteuertem Fernauslöser. Über das EF-Bajonett³⁰ können sämtliche Objektive mit EF- oder EF-S-Anschluss an der Kamera verwendet werden.

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurden drei Kameras aus der Serie EOS 350D, jeweils mit dem Objektiv EF-S 18-55 mm f/3,5-5,6 verwendet. Das Objektiv bietet eine kleinbild-äquivalente Brennweite von 28,8 bis 88 mm und gilt als preisgünstiges Standard-Zoom-Objektiv, das auch aktuell – in leicht überarbeiteter Fassung – noch gerne als „Kitobjektiv“ im Paket mit Canon Spiegelreflexkameras verkauft wird. Die optischen Eigenschaften reichen zwar, bedingt durch die geringe Lichtstärke (3,5 bei 18mm und 5,6 bei 55mm) nicht an die einer,

³⁰ In der Fotografie gültige Bezeichnung für den Objektivanschluss am Kameragehäuse. Jeder Kamerahersteller verwendet hier in der Regel sein eigenes System, bestehend aus Bajonett und den dazu passenden Objektiven.



Abbildung 2.13: Canon EOS 350D mit Objektiv EF-S 18-55 mm f/3,5-5,6.



Abbildung 2.14: Eigens angefertigte Metallplatte mit Schiene zur Befestigung von drei Kameras.

für Portraitaufnahmen gerne eingesetzten Festbrennweite (50 oder 85mm) heran³¹, genügen jedoch zunächst für die Versuchszwecke. Zur zeitgleichen Auslösung der drei Kameras wurde ein Infrarot-Fernauslöser vom Typ Canon RC-1 zu Hilfe genommen.

2.3.2 Stativ und Halterungen

2.3.2.1 Metallplatte

Für die Befestigung der drei Kameras musste zunächst von der hochschuleigenen Werkstatt eine stabile, rechteckige Metallplatte zugeschnitten und gefräst werden. Auf einer Schiene an der langen Seite konnten so drei Kameras in beliebigen Anordnungen positioniert und mit Schrauben in Stativgewinde-Größe festgeschraubt werden. In der Mitte der Platte befand sich außerdem ein Gewinde zur Befestigung der Konstruktion auf stabilen Stativköpfen.

³¹ siehe: <http://www.the-digital-picture.com/Reviews>



Abbildung 2.15: L-Winkel Manfrotto MA 340 mit Canon EOS 350D.

2.3.2.2 L-Winkel Manfrotto MA 340

Bestellt und eingesetzt wurden außerdem drei Manfrotto L-Winkel vom Modell MA 340, die eine stabile Positionierung der Kameras auf der Metallplatte im Hochformat ermöglichten.

2.3.2.3 Säulenstativ Manfrotto MINI SALON 230

Die Basis für den Versuchsaufbau bildete das professionelle Manfrotto Säulenstativ MINI SALON 230, welches, neben einer soliden Säulenkonstruktion, über einen höhenverstellbaren und drehbaren Horizontalarm verfügte, der mit beliebigen Manfrotto Kameraköpfen bestückt werden konnte. Der Arm war zudem horizontal verschieb- und in sich drehbar, wodurch nahezu jede beliebige Kameraposition realisiert werden konnte. Am massiven, gusseisernen Sockel befanden sich Rollen zum einfachen Transport, die sich für den festen Stand am Aufnahmeort per Fußpedal blockieren ließen.

³² siehe: http://www.foto-video.at/catalog/images/manfrotto_809.jpg



Abbildung 2.16: Säulenstativ Manfrotto MINI SALON 230. (Quelle: Foto-Video.at³², 2011.)



Abbildung 2.17: Kamerakopf Manfrotto 826 am Horizontalarm des MINI SALON 230.

2.3.2.4 Kamerakopf Manfrotto 826

Der Manfrotto Kamerakopf 826 diente als Basis zur Befestigung der Metallplatte mit den Kameras. Er bestand aus einem gusseisernen, drehbaren Teller, der auf der Oberseite, rund um die Befestigungsschraube, eine rutschhemmende Gummierung enthielt. Der Kopf war auf dem Horizontalarm des Manfrotto MINI SALON 230 frei beweglich und mit einer Feststellschraube überall arretierbar. Die Drehbarkeit des Tellers konnte ebenfalls durch eine Feststellschraube blockiert werden, so dass sich die Metallplatte oder eine montierte Kamera in einer bestimmten Position fixieren ließ.

2.3.3 Filter

Zur Realisierung einer Belichtungsreihe mit unterschiedlichen Lichtwerten, jedoch konstanten Werten für Blende, Verschlusszeit und Empfindlichkeit, wurden verschiedene Neutraldichtefilter (ND-Filter) eingesetzt. ND-Filter sind in Schraub- und Stecksystemen sowie verschiedenen Stärken erhältlich. Die Stärke des Filters wird durch den Verlängerungsfaktor „ND X“ in logarithmischer Form angegeben. Gängige Filtertypen besitzen den Verlängerungsfaktor ND 2, 4 und 8. Tabelle 2.3 erläutert den Zusammenhang von Verlängerungsfaktor und Lichtwert.

Tabelle 2.3: Änderung des Lichtwerts bei verschiedenen „ND X“-Verlängerungsfaktoren

ND X	LW
1	0
2	+ 1,0
3	+ 1,5
4	+ 2,0
8	+ 3,0
16	+ 4,0
1000	+ 10,0
1000000	+ 20,0
...	...

So erhöht beispielsweise ein Filter mit dem Verlängerungsfaktor ND 4 den Lichtwert um 2 Stufen. Im dritten Versuchsteil (siehe Kapitel 3) wurden sowohl ein Hama Schraubfilter mit dem Faktor ND 2 (+1 LW) als auch ein Steckfilter des Cokin P-Systems³³ mit dem Faktor ND 4 (+2 LW) eingesetzt.

2.3.4 Beleuchtung

In der Portraitfotografie ist die Beleuchtung des Subjekts eine entscheidende Einflussgröße für den Charakter und Ausdruck des späteren Fotos. Professionelle Fotografen besitzen daher meist eine ganze Bandbreite an Blitzgeräten, verschiedensten Lichtformern und Reflektoren. Mit diesem Zubehör können Licht- und Schattenverlauf in der Aufnahme exakt nach den Wünschen des Fotografen oder Auftraggebers realisiert werden.

Da dieser Teilbereich der Fotografie jedoch problemlos das Thema einer kompletten wissenschaftlichen Arbeit bilden könnte, aber nicht im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen soll, beschränkte sich der Beleuchtungsumfang bei den hier durchgeführten Versuchen auf jeweils eine Lichtquelle.

Dabei wurde für den zweiten Versuchsteil eine Dauerlichtquelle in Form eines Scheinwerfers mit der Farbtemperatur 5500 K (Tageslichttemperatur) plus Beauty-Dish-Lichtformer³⁴ und

³³ siehe: <http://www.cokin.fr/ico15/ico15-haut.html>

³⁴ Lampenschirmähnlicher Lichtformeraufsatz, der das (Blitz-)Licht bei einer Aufnahme in die Breite streut und somit „weicher“ gestaltet. Daher ist der Beauty-Dish ein beliebter Lichtformer bei Portraitaufnahmen.



Abbildung 2.18: Hedler F250 Studioblitz mit Octagon-Softbox.

für den dritten Versuchsteil ein Studioblitz der Firma Hedler (Modell F250) in Verbindung mit einer Octagon-Softbox eingesetzt. Zur Ansteuerung des Blitzes wurde eine der Kameras mit einem kompatiblen Funk-Transmitter ausgerüstet. Die Lichtmessung am Modell erfolgte mit einem Sekonic L-758 Belichtungsmesser.

2.3.5 Weiteres Zubehör

Neben der essentiellen Ausrüstung wurden bei den Versuchen weitere Gegenstände und Hilfsmittel benutzt, die in diesem Abschnitt noch kurz erwähnt werden sollen.

So kam im ersten Versuchsabschnitt eine Siemensstern-Testtafel zum Einsatz, mit der die Abbildungsleistung einer Kamera-Objektiv-Kombination beurteilt werden kann. (siehe Abbildung 2.19) Befestigt wurde diese an einer Stellwand. Für die korrekte Ausrichtung der Kameras wurden ein Ultraschall-Entfernungsmesser sowie eine lasergestützte Ausrichtungshilfe mit integrierter Wasserwaage genutzt. In zweiten Versuchsteil war eine Puppe aus dem hochschuleigenen Videostudio zur Simulation des menschlichen Kopfes im Einsatz, um die Vorarbeit für die Aufnahme der „echten“, menschlichen Subjekte zu leisten. Verschiedenfarbige Hintergründe (blau, schwarz und weiß) rundeten schließlich den Ausrüstungsfundus ab.

2.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden zunächst die Grundlagen der Fotografie aufgearbeitet und – ausgehend von der Problematik des darstellbaren Dynamikumfangs – zur HDR-Fotografie übergeleitet. Nachfolgend wurden die Bedeutung der Aufnahmetechnik für den fotografischen Einsatz herausgestellt, außerdem mögliche Aufnahme- und Bearbeitungstechniken erläutert. Genau wie die Vorzüge wurden auch die Grenzen und möglichen Nachteile von HDRI nach

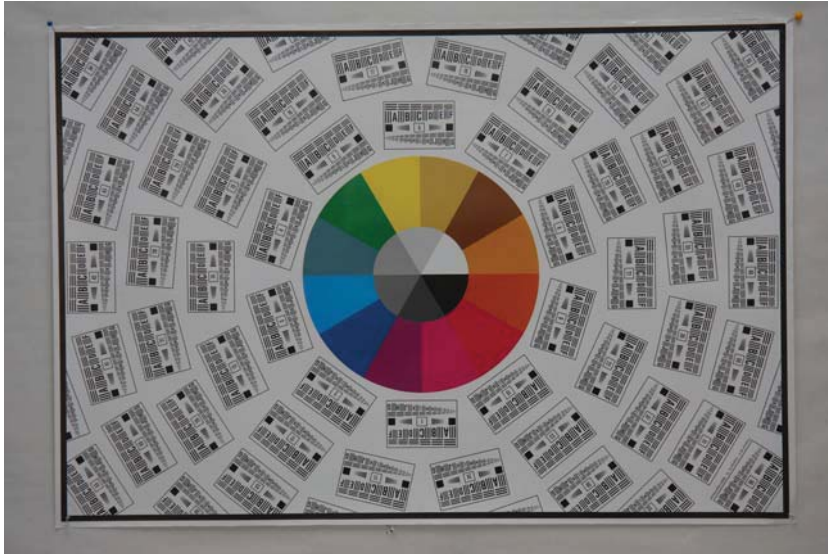


Abbildung 2.19: *Siemensstern-Testtafel.*

dem aktuellen Stand der Technik, hier mit besonderem Augenmerk auf der Problemstellung von bewegten Aufnahmeobjekten, veranschaulicht. Abschließend wurde, als Übergang zum nächsten Kapitel, die verwendete Ausrüstung vorgestellt, mit der die zeitgleiche Aufnahme einer Belichtungsreihe realisiert werden konnte. Die genaue praktische Umsetzung der Versuche, inklusive der Ideen und Vorüberlegungen, wird nun elementarer Bestandteil des folgenden Kapitels sein.

Kapitel 3

Praktische Umsetzung

Dieses Kapitel soll sich mit der praktischen Umsetzung der HDR-Portraitfotografie befassen. Im Rahmen der Bachelorarbeit wurden drei Versuchsstationen durchlaufen, um dies zu realisieren. Dabei werden zunächst die Ideen und Vorüberlegungen angesprochen, nachfolgend die Positionierung und Ausrichtung der unterschiedlichen Versuchsaufbauten erläutert und anschließend die Aufnahmetechniken der drei Stationen dokumentiert. Zum Abschluss des Kapitels werden noch einmal, anhand eines Versuchsbeispiels, die Erzeugung eines HDRIs demonstriert und die nötigen Schritte in der Postproduktion beschrieben.

3.1 Vorüberlegungen

Wie in Kapitel 2 erläutert, stößt die HDR-Fotografie bei bewegten Objekten an ihre Grenzen. So hat die Technik bisher keinen Einzug in fotografische Disziplinen, wie die Portrait- und Sportfotografie erhalten. Möchte man in diesen Bereichen dennoch ein HDRI aus einer zuvor aufgenommenen Belichtungsreihe zusammenfügen, muss ein neuer Ansatz gefunden werden. Doch warum sollte ein Portrait überhaupt als HDRI aufgenommen werden, wenn doch Blitzanlagen und Beleuchtungstechniken schon das meiste aus einem Bild herausholen können? Die Antwort liegt in der Abbildung eines höheren Dynamikumfangs und dem daraus resultierenden Detailreichtum, den einzig ein HDRI darstellen kann. Gerade feine Hautstrukturen können durch herkömmliche LDR-Fotos nicht so differenziert aufgelöst werden. Details und Strukturen in Licht- und Schattenpartien verschwinden nicht selten in komplett schwarzen oder weißen Bildbereichen ohne jegliche Zeichnung.

So entstand die Idee, vom bisherigen Ausgangspunkt der „Ein-Kamera-Aufnahme“ abzurücken und mehrere Kameras für einen solchen Versuch in Betracht zu ziehen, welche man zeitgleich auslöst. So wäre das Problem zeitversetzter Einzelaufnahmen gelöst und es bestünde die Möglichkeit, eine Belichtungsreihe von beispielsweise $-2/0/+2$ LW ohne Zeitversatz aufzunehmen. Aufgrund der Komplexitätssteigerung des Versuches mit jeder zusätzlichen Kamera und der für viele Situationen ausreichenden drei Belichtungsstufen, fiel die Entscheidung für einen Grund-Versuchsaufbau aus drei Kameras. Um eine Vergleichbarkeit herstellen zu können und homogene Resultate zu erhalten, war es außerdem wichtig, drei baugleiche Kamera-Objektiv-Kombinationen einzusetzen. Diese galt es, im ersten Versuchs-

teil auf ihre Abbildungsleistung zu prüfen und anschließend die theoretische Anwendbarkeit der Idee in der Praxis zu verifizieren.

3.2 Siemensstern-Testtafel

Ziel des ersten Versuchs war es, zunächst im 2D-Bereich einen geeigneten Bildausschnitt für jede mögliche Variante der Positionierung und Ausrichtung der drei Kameras festzulegen, (siehe Abschnitt 3.2.1) der auch für die spätere Anwendung in der Portraitfotografie und dem dreidimensionalen Raum nutzbar wäre. Anschließend sollte die Qualität des jeweiligen Aufbaus geprüft werden. Die Beurteilung erfolgte dabei zum einen in Hinblick auf dessen Praktikabilität, zum anderen natürlich in Hinblick auf die Bildqualität der Einzelaufnahmen und die Möglichkeit, ein fehlerfreies HDRI aus den Aufnahmen zu generieren. Letztere ist Teil des nächsten Kapitels, in dem es um die Diskussion der konkreten Versuchsergebnisse geht. Als Hilfsmittel und Beurteilungskriterium wurde daher eine Siemensstern-Testtafel eingesetzt, da sich mit ihr einerseits der Bildausschnitt vorgeben ließ und andererseits, anhand der aufgedruckten Testmuster, eine qualitative Beurteilung der einzelnen Bildresultate möglich wurde.

3.2.1 Positionierung und Ausrichtung

Für die Positionierung der Kameras standen grundsätzlich vier verschiedene Möglichkeiten zur Auswahl. Dies waren im Einzelnen: Querformat nebeneinander (1), Querformat untereinander (2), Hochformat nebeneinander (3) und Hochformat untereinander (4). (vgl. Abbildung 3.1) Neben der Überlegung, alle drei Kameras parallel nebeneinander zu positionieren und senkrecht auf das Aufnahmesubjekt auszurichten und somit drei versetzte Bildausschnitte zu erhalten, bestand hier außerdem die Alternative, die drei Kameras jeweils mittig auf das Subjekt auszurichten und die beiden seitlichen Kameras dahingehend zu drehen. In letzterem Fall wäre dabei erwartungsgemäß mit einem Parallaxeneffekt³⁵ und sichtbaren Abbildungsunterschieden zwischen den drei Kameras zu rechnen. Die beiden grundlegenden Ausrichtungsvarianten sind in Abbildung 3.2 dargestellt. Kombiniert mit den vier Positionierungsvarianten ergeben sich also acht mögliche Kombinationen, deren beste und praktikabelste es im diesem Versuchsteil zu finden galt. Im Folgenden sollen die einzelnen Varianten kurz vorgestellt und verglichen werden.

3.2.1.1 Hochformat nebeneinander

Parallele Ausrichtung

Nachdem die Metallplatte per Wasserwaage parallel zum Boden ausgerichtet worden war, wurden zuerst die Kameras per L-Winkel im Hochformat bei kleinstmöglichem Abstand a nebeneinander positioniert. Dieser ergab sich zum einen aus der Konstruktion der L-Winkel und deren Sockelgröße auf der Metallplatte, zum anderen aus der Höhe der einzelnen Kameras h . Daraus resultierte schließlich ein Abstand $a_{min} = 13,6 \text{ cm}$, siehe Abbildung 3.3.

³⁵ Unter dem Begriff „Parallaxe“ versteht man die scheinbare Positionsänderung von betrachteten Objekten, wenn man den eigenen Ausgangspunkt variiert.

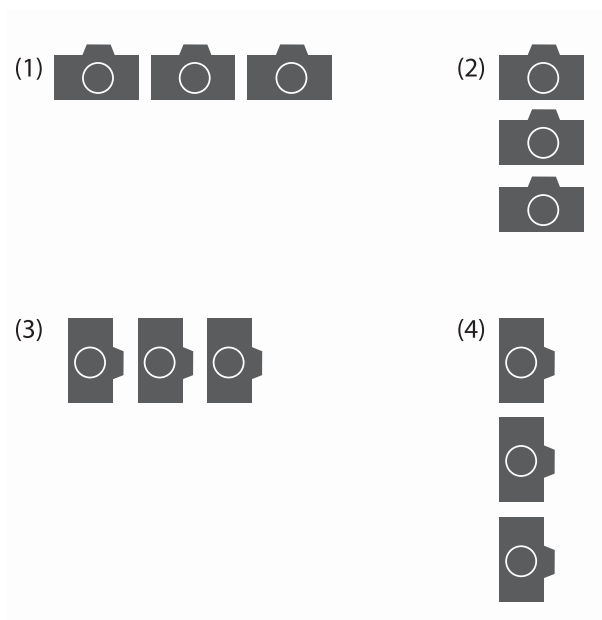


Abbildung 3.1: Vier grundlegende Möglichkeiten der Kamerapositionierung.

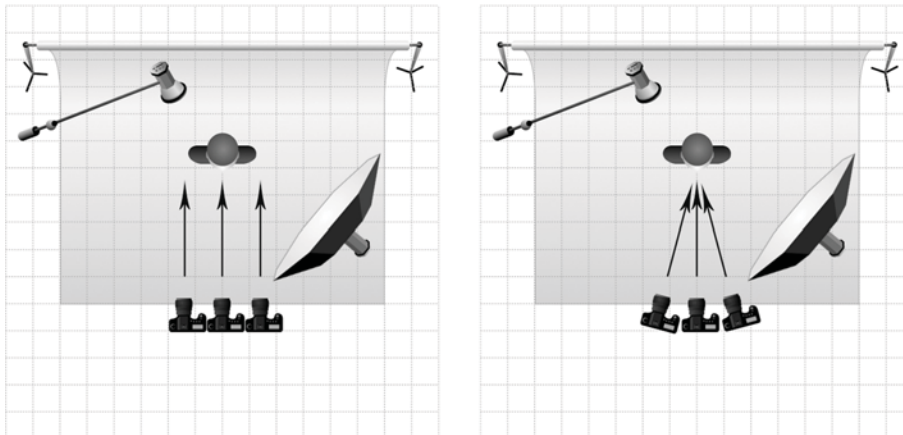


Abbildung 3.2: Zwei Möglichkeiten zur grundlegenden Ausrichtung der Kameras: Parallel (links) und objektzentriert (rechts). (Quelle: Kevin Kertz: Light Setup, 2006, verändert.)



Abbildung 3.3: Maße der Canon EOS 350D und Abstand a bei Montage auf der Metallplatte.

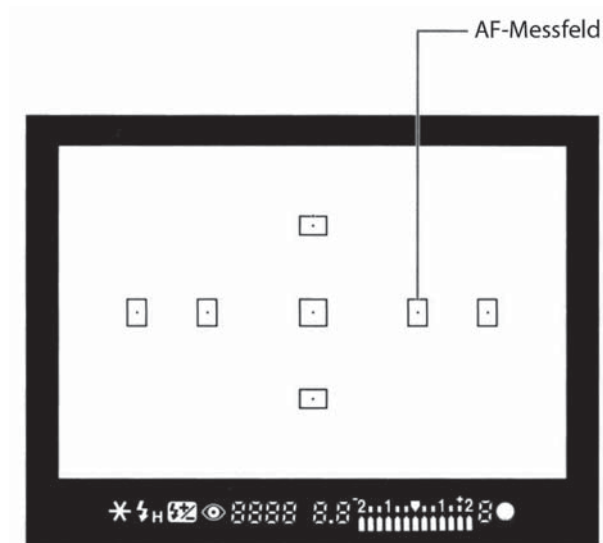


Abbildung 3.4: Sucher der Canon EOS 350D mit 7 AF-Messfeldern. (Quelle: *The Imaging Resource*³⁷, 2005, verändert.)

Die Siemensstern-Testtafel wurde anschließend gerade an einer Stellwand befestigt und die Kamera über den Horizontalarm des Stativs auf die gleiche Höhe gebracht. Dafür wurde die Mitte des Siemenssterns als Referenzpunkt gewählt und die drei Kameras zunächst über das zentrale Autofokus-Messfeld³⁶ (kurz: AF-Messfelder) der mittleren Kamera ausgerichtet.

³⁶ Die Canon EOS 350D verfügt innerhalb des Suchers über 7 Referenzpunkte, die mit dem Autofokussystem angesteuert werden können. Dabei liefert das zentrale Messfeld in der Regel die höchste Präzision.

³⁷ siehe: http://www.imaging-resource.com/PRODS/EXT/ZVFINFO_LG.JPG

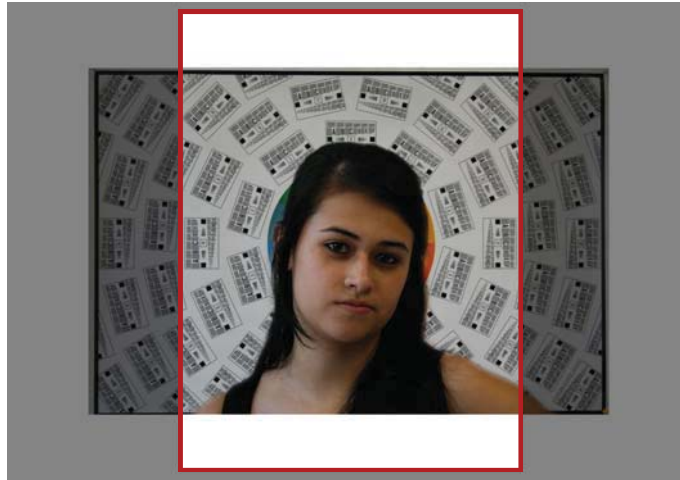


Abbildung 3.5: Realisierbarer Bildausschnitt bei paralleler Ausrichtung der Kameras im Hochformat nebeneinander.

In der Feinjustage mussten die drei Kameras noch per Wasserwaage senkrecht zum Boden positioniert werden. Hierbei leistete eine lasergestützte Positionierungshilfe mit zwei integrierten Wasserwaagen einen wertvollen Dienst. Die Brennweite f aller drei Objektive wurde auf 55 mm festgelegt. Dies entspricht, auf Kleinbildformat gerechnet, 88 mm und damit einem in Fotografenkreisen gängigen Brennweitenbereich für Portraitaufnahmen. Letzterer erhält seine Berechtigung durch mehrere Faktoren: Zum einen liegt die Brennweite relativ mittig zwischen dem Weitwinkel- und Telebereich. Sie erlaubt eine natürliche Abbildung der aufgenommenen Person und es entstehen weder weitwinklige Verzerrungen noch ein Verlust an Räumlichkeit durch eine zu große Brennweite. Oftmals wird für Portraits auch ein 50 mm „Normalobjektiv“ verwendet. Der Vorteil einer etwas größeren Brennweite liegt jedoch zum einen in der Möglichkeit, das Subjekt besser vom Hintergrund freistellen zu können, zum anderen in der Tatsache, dass der Fotograf nicht so dicht an das Modell herantreten muss. Denn ein zu geringer Abstand des Fotografen zum Modell wird oftmals als Bedrängnis empfunden.

Als sinnvoller Ausschnitt wurde, nach vorigem Test, der Siemensstern inklusive zweier Umkreisungen gewählt, da dieser einem durchschnittlich großen Kopf genug Raum für ein Portrait im Hochformat bietet. Abbildung 3.5 veranschaulicht dies noch einmal. Um den optimalen Bildausschnitt zu realisieren, musste nun ein Abstand d von den Kameras (ab Frontlinse) zur Testtafel gefunden werden, bei dem alle Kameras mindestens den Siemensstern plus zweier Umkreisungen aufnehmen. Der Abstand sollte aus Gründen der Qualitätsmaximierung, so klein wie möglich gehalten werden. Mit einem Ultraschall-Entfernungsmesser und Feinkorrektur über den Sucher der drei Kameras konnte dieser schließlich für $f = 55 \text{ mm}$ bei $d_{\min} = 2,46 \text{ m}$ gemessen werden.



Abbildung 3.6: Lasergestützte Positionierungshilfe mit integrierter Wasserwaage (links) und Ultraschall-Entfernungsmesser (rechts).

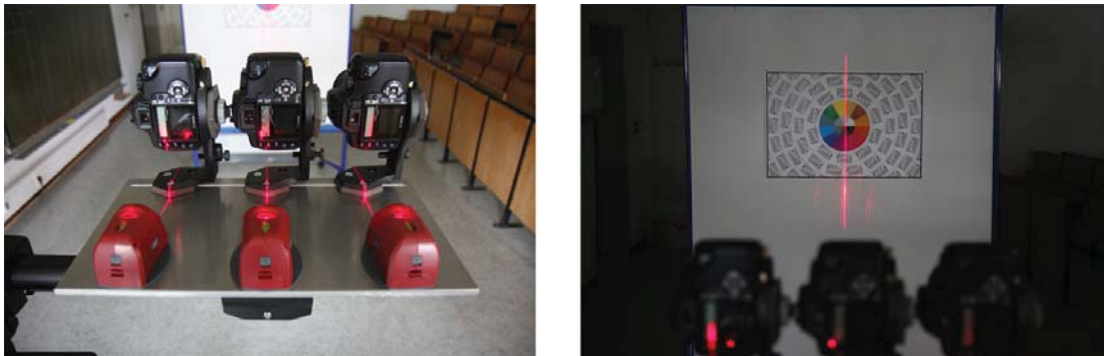


Abbildung 3.7: Ausrichtung der Kameras bei objektzentrierter Anordnung im Hochformat nebeneinander.

Objektzentrierte Ausrichtung

Die objektzentrierte Ausrichtung der Kameras erfolgte zunächst nach dem selben, oben genannten Schema. Der hauptsächliche Unterschied bestand in der Ausrichtung der beiden äußeren Kameras. Diese wurden zunächst grob nach innen gedreht und mithilfe der Laser-Ausrichtungshilfe auf den Mittelpunkt des Siemenssterns justiert. Die Feineinstellung erfolgte schließlich wieder mit dem mittleren AF-Messfeld. So ergaben sich im Vergleich zur parallelen Anordnung drei gleiche Bildausschnitte aus jedoch geringfügig differierenden Blickwinkeln. Auch hier wurde als Referenz wieder der Siemensstern plus zwei Umkreisungen gewählt. Bei $f = 55 \text{ mm}$ wurde ein minimaler Abstand $d_{min} = 1,56 \text{ m}$ benötigt.



Abbildung 3.8: Ausrichtung der Kameras im Querformat untereinander.

3.2.1.2 Querformat untereinander

Parallele Ausrichtung

Als Nächstes wurde die Anordnung der Kameras im Querformat untereinander getestet. Dazu musste die Metallplatte an eines der Seitengewinde des Stativ-Horizontalarms befestigt werden, was sich in der Praxis als relativ schwierig und mühevoll entpuppte. Grund dafür war, dass dieses Seitengewinde offensichtlich nicht für das hohe Gewicht von Platte und Kameras ausgelegt war und sich beim Festschrauben verkeilte. Die beiden feinen Stellschrauben, die zur Arretierung vorgesehen waren, leierten im Gewinde aus und drehten in der Folge leer, ohne die gewünschte Fixierung erzielen zu können. So musste umdisponiert und erneut auf den zuvor eingesetzten Stativkopf aus Abschnitt 3.2.1.1 zurückgegriffen werden. Dazu wurde das Hauptstativ um 90 Grad horizontal und der Stativarm anschließend um 90 Grad vertikal gedreht, um diesen Aufbau zu realisieren. Aufgrund des hohen Gewichts erwies sich jedoch auch diese Konstruktion als sehr empfindlich und fehleranfällig, da die Platte stets dazu neigte, mit der schweren Kameraseite nach unten zu klappen, wenn sie zuvor nicht mit großer Kraft festgestellt wurde. Auch die einzelnen Kameras ließen sich über die L-Winkel auf der glatten Metallplatte schlecht arretieren. So musste mit zusätzlichen, rutschhemmenden Unterlegscheiben gearbeitet werden, um eine sichere Befestigung zu gewährleisten. Die Feineinstellung wurde auf diese Weise zu einem zeitaufwendigen Geduldsspiel. Auch hier wurden zunächst die Metallplatte und anschließend die drei Kameras per Wasserwaage exakt gerade ausgerichtet. Als Bedingung für den Bildausschnitt wurde das gesamte Siemensstern-Poster



Abbildung 3.9: Aufbau und Ausrichtung der Kameras im Querformat nebeneinander.

auf allen Kameras gewählt, womit in der Nachbearbeitung ein Hoch- sowie ein Querformat-Portrait realisiert werden könnte. Da der vertikale Versatz der einzelnen Kameras durch den Aufbau ohnehin schon gegeben war, resultierte ein relativ hoher Kamera-Objekt-Abstand von $d_{min} = 2,78 \text{ m}$ bei $f = 55 \text{ mm}$. Die parallele Ausrichtung der einzelnen Kameras erfolgte mithilfe eines horizontalen Laserstrahls an der Metallplatte, die Feinjustage schließlich über die AF-Messfelder. Der minimale Abstand zwischen den Kameras blieb in beiden Varianten bei $a_{min} = 13,6 \text{ cm}$.

Objektzentrierte Ausrichtung

Die objektzentrierte Ausrichtung der Kameras erfolgte unter den gleichen Voraussetzungen und Schwierigkeiten wie die parallele, wobei in diesem Fall der Bildausschnitt jeweils zentriert auf die Mitte des Siemensstern-Posters gelegt wurde. Das Vorgehen glich dabei dem der objektzentrierten Ausrichtung aus Abschnitt 3.2.1.1. Als endgültiger Ausschnitt ergab sich bei allen drei Kameras das komplette Poster aus drei leicht unterschiedlichen Blickwinkeln. Auch hier konnte über diesen Weg der Kamera-Objekt-Abstand auf $d_{min} = 1,90 \text{ m}$ bei $f = 55 \text{ mm}$ reduziert werden.

3.2.1.3 Querformat nebeneinander

Parallele Ausrichtung

Für den folgenden Versuchsteil fielen die L-Winkel bei der Montage auf der Metallplatte weg, die Kameras wurden stattdessen direkt über das integrierte Stativgewinde mit der Platte verschraubt und im Querformat nebeneinander angeordnet. Der Abstand zueinander verringerte sich dadurch auf $a_{min} = 12,6 \text{ cm}$. Das Weglassen des L-Winkels ermöglichte eine bessere und einfachere Handhabung der Kameras und bedeutete zugleich auch das Einbüßen einer potentiellen Fehlerquelle bei der Kameraausrichtung. So konnten ohne größere Schwierigkeiten zunächst die Metallplatte wieder per Wasserwaage parallel zum Boden und die Kameras anschließend per Laserstrahl parallel zueinander sowie per Entfernungsmesser senkrecht zur Testtafel ausgerichtet werden. Als erforderlicher Bildausschnitt wurde der Siemensstern mit zwei Umkreisungen gewählt, um aus den drei Querformatauf-

nahmen später ein Hochformat-Portrait erzeugen zu können. Die Feinjustage wurde über das zentrale AF-Messfeld durchgeführt, der minimale Kamera-Objekt-Abstand per Ultraschall-Entfernungsmesser auf $d_{min} = 1,76 \text{ m}$ bei $f = 55 \text{ mm}$ bestimmt.

Objektzentrierte Ausrichtung

Wie auch bei den zuvor beschriebenen Ausrichtungsvarianten, unterscheidet sich der objektzentrierte Ansatz nur gering von dem parallelen. Die Grundausrichtung erfolgte genau gleich, während die beiden äußeren Kameras zum Mittelpunkt des Siemenssterns bewegt wurden. Per Laserstrahl wurde zunächst das Zentrum anvisiert und über das mittlere AF-Messfeld an jeder Kamera exakt ausgerichtet. Der Abstand a_{min} blieb gleich, ebenso auch d_{min} . Der Bildausschnitt galt, im Unterschied zur parallelen Ausrichtung, bei allen Kameras dem kompletten Siemensstern-Poster.

3.2.1.4 Hochformat untereinander

Parallele Ausrichtung

Für die letzte der möglichen Varianten wurde die Metallplatte, ausgehend vom vorigen Aufbau, wie auch bereits in Abschnitt 3.2.1.4, zunächst um 90 Grad gegen den Uhrzeigersinn gedreht, danach der Horizontalarm um 90 Grad gekippt, so dass die Kameras eine Anordnung im Hochformat untereinander einnahmen. Anschließend musste das gesamte Stativ nochmals um 90 Grad horizontal gedreht werden, um eine senkrechte Ausrichtung der Kameras auf die Stellwand mit der Siemensstern-Testtafel zu ermöglichen. Nach der Hauptjustage von Metallplatte und Kameras per Wasserwaage, wurden die Kameras mit Laserstrahl und einem Lineal parallel zueinander positioniert. Der Abstand a_{min} blieb im Vergleich zum vorigen Wert konstant bei $12,6 \text{ cm}$, d_{min} erhöhte sich jedoch auf $2,43 \text{ m}$ bei $f = 55 \text{ mm}$. Dieser zu Abschnitt 3.2.1.3 vergrößerte Abstand resultierte aus dem vorgegebenen Bildausschnitt des gesamten Siemenssternposters, welcher durch alle Kameras abgedeckt werden musste. So wären im Resultat Portraits im Hoch- und Querformat möglich. Auch wenn sich die Ausrichtung und Feinjustage durch den Wegfall der L-Winkel als nicht ganz so mühselig erwies wie in Abschnitt 3.2.1.2, scheint die Fehleranfälligkeit dennoch höher und die Praktikabilität geringer, als bei der Lösung im Abschnitt zuvor. Zum einen ist dies bedingt durch das Arbeiten gegen die Schwerkraft und den ungünstigen Schwerpunkt bei dieser Art von Versuchsaufbau. Zum anderen ist der Abstand zum Objekt mit $2,43 \text{ m}$ recht hoch und damit auch zugleich die Schärfentiefe, die bei Portraits jedoch nicht unbedingt erwünscht ist.

Objektzentrierte Ausrichtung

Die letzte Variante unterscheidet sich in der objektzentrierten Ausrichtung erneut nur geringfügig von der parallelen Ausrichtung. Als Bildausschnitt wurde der Siemensstern plus drei Umkreisungen gewählt, um noch Raum für eventuellen Beschnitt in der Nachbearbeitung zu lassen. Durch die Ausrichtung aller drei Kameras auf den Mittelpunkt des Siemenssterns verringerte sich, verglichen mit der parallelen Ausrichtung, erneut auch d_{min} , in diesem Fall auf einen Wert von $1,78 \text{ m}$ bei $f = 55 \text{ mm}$.

3.2.2 Aufnahme

Die Aufnahme der Belichtungsreihe erfolgte in allen Versuchsteilen nach einem einheitlichen Vorgehen: Zunächst wurden alle drei Objektive für die manuelle Fokussierung eingerichtet und die Testtafel über den Sucher scharfgestellt. Dieser Vorgang entpuppte sich als mühselige Feinarbeit und erforderte eine mehrfache Nachkontrolle über das Kameradisplay. Der Grund dafür lag hauptsächlich in der relativ „billigen“ Plastikkonstruktion des Objektivs und dem Fehlen eines soliden Fokussierings. Schon eine winzige Berührung des Einstellrings (dieser bestand lediglich aus der Kunststoff-Fassung der Objektiv-Frontlinse) machte die zuvor mühsam gefundene Fokussierung unbrauchbar. Erschwerend hinzu kam im Fokussierprozess außerdem der sehr kleine Kamerasucher und die fehlende Entfernungsskala auf dem Objektiv, mit der zumindest eine erste Grob-Fokussierung möglich gewesen wäre.

Abhilfe würde hier für zukünftige Versuche sicherlich eine Fokussierlupe oder ein Kamera-Body mit „Live-View“³⁸ bzw. die Nutzung von höherwertigen Objektiven mit solidem Fokussiering schaffen.

Im nächsten Schritt wurde, um den förderlichen Blendenbereich³⁹ des Objektivs zu nutzen, an allen Kameras ein Blendenwert von $f/9$ und das Kameraprogramm „Av“ (Verschlusszeit-automatik) gewählt. In diesem Programm passt sich die Verschlusszeit automatisch an die vorgewählte Blende an, um eine optimale Belichtung zu erzielen. Die mittlere Kamera wurde hierbei als „Referenzkamera“ genutzt und bildete den „korrekt“ belichteten Teil der Belichtungsreihe. Die (vom Fotografen aus gesehen) linke Kamera wurde über die kamerainterne Belichtungskorrektur um -2 LW unterbelichtet, während die rechte Kamera über diesen Einstellweg um 2 LW überbelichtet wurde. Zu den Vorbereitungen zählte außerdem noch die Aktivierung eines manuellen Weißabgleichs und die parallele Aufnahme in RAW und JPEG. Letzterer Aufnahmemodus hat den Vorteil, dass zum einen die maximalen Bildinformationen im RAW-Bild abgespeichert werden, zum anderen aber auch ein JPEG als „Vorschaubild“ zur groben Beurteilung des Fotos ohne vorausgehende RAW-Entwicklung vorliegt. Um in dem – lediglich durch Tageslicht beleuchteten – Aufnahmeraum nicht zu lange Verschlusszeiten realisieren zu müssen, wurde die ISO auf einen mittleren Wert von 400 eingestellt, bei dem das Bildrauschen noch moderat ausfiel und eine objektive Beurteilung der Ergebnisse möglich war. Auf die in Abschnitt 2.2.1.1 empfohlene Spiegelvorauslösung wurde verzichtet, da diese den ohnehin schon umständlicheren Aufnahmeprozess durch einen zusätzlichen Zwischenschritt des Spiegelherunterklappens, vor allem in Hinblick auf Portraitaufnahmen mit menschlichen Modellen, unnötig erschweren würde. Nachdem alle Vorarbeiten abgeschlossen waren, konnten die Aufnahmereihen beginnen: Mithilfe eines Canon RC-1 Infrarotauslösers wurden die Kameras, nachdem der Aufnahmemodus zuvor auf „Fernauslösung“ gestellt worden war, parallel ausgelöst. Dieser Vorgang bedurfte jedoch etwas Übung, da es bei jeder Aufnahme galt, die Empfänger-Sensoren aller Kameras, die sich an deren Vorderseite befanden,

³⁸ Ermöglicht bei digitalen Spiegelreflexkameras die Echtzeit-Vorschau des aufzunehmenden Fotos auf dem Kameradisplay. Zur präzisen Fokusbestimmung bieten die meisten Modelle in diesem Modus außerdem eine Ausschnittsvergrößerung in mehreren Stufen an.

³⁹ Als „förderliche Blende“ bezeichnet man die Blendenöffnung, bei der ein Objektiv die beste Abbildungsleistung erzielt. In der Regel liegt dieser Wert zwei bis drei Blendenstufen über der Offenblende.

⁴⁰ siehe: <http://a.img-dpreview.com/reviews/CanonEOS350D/Images/NewFeatures/rearcontrols.jpg>



Abbildung 3.10: Display der Canon EOS 350D auf der Kamerarückseite mit Belichtungsskala und Schalter zu Wahl des Auslösemodus. (Quelle: Digital Photography Review⁴⁰, 2005, verändert.)

den (siehe Abbildung 3.11), zu treffen. Mit ein wenig Übung konnten so jedoch alle Kameras per Knopfdruck zeitgleich ausgelöst werden.

3.2.3 Fazit

Nach Abschluss der ersten Versuchsreihe lässt sich feststellen, dass alle acht getesteten Aufbau- und Ausrichtungsvarianten verschiedene Vor- und Nachteile in der Anwendung mit sich bringen. So erwiesen sich vor allem die Aufbauten unter Einsatz von L-Winkeln als problematisch, empfindlich und fehleranfällig. Besser und präziser ließen sich die Kameras hingegen bedienen, wenn sie direkt mit der Metallplatte verschraubt wurden. Hinzu kam der Einfluss der Schwerkraft, wenn die Kameras sowie die Metallplatte nicht parallel zum Boden, auf dem Stativarm aufliegend, sondern senkrecht dazu montiert wurden. In diesem Fall erschwerte das stets in Richtung Boden ziehende Gewicht der Konstruktion die präzise Montage und Ausrichtung. Es kam dadurch mehrfach zu einzelnen Lockerungen während des laufenden Versuchs. Bei den Ausrichtungen im Hochformat kam außerdem ein relativ hoher Kamera-Motiv-Abstand hinzu, um einen sinnvollen Bildausschnitt zu realisieren. Dieser ist im Hinblick auf Portraitfotografien jedoch eher problematisch, da somit eine – eventuell gewünschte – Bildgestaltung durch geringe Tiefenschärfe schwierig wird. Aus Sicht der



Abbildung 3.11: Infrarot-Empfänger auf der Vorderseite der Canon EOS 350D (siehe rote Kästchen).



Abbildung 3.12: Infrarot-Auslöser Canon RC-1.

Praktikabilität, aber auch aufgrund von qualitativen Kriterien, die im folgenden Ergebniskapitel noch näher besprochen werden, blieb daher, vor allem im Hinblick auf die folgenden Versuchsteile, nur Variante „Querformat nebeneinander“ (siehe Abschnitt 3.2.1.3) als wirklich praktikable und am wenigsten fehleranfällige Alternative übrig. Letztere soll daher die Grundlage für die nun folgenden Versuchsteile bilden. Tabelle 3.1 gibt noch einmal einen abschließenden Überblick über die einzelnen Versuchsaufbauten.

Tabelle 3.1: Übersicht der einzelnen Versuchsaufbauten

Ausrichtung	Vorteil(e)	Nachteil(e)	Fazit
Hochformat nebeneinander	–	Fehleranfälligkeit der Konstruktion durch L-Winkel, hoher Kamera-Motiv-Abstand, dadurch Verlust an Bildinformationen	wenig praxistauglich
Querformat untereinander	–	Fehleranfälligkeit der Konstruktion durch L-Winkel, Probleme in der Feinausrichtung: Schwerkraft zieht Platte und Kameras nach unten	nicht praxistauglich
Querformat nebeneinander	Einfache Ausrichtung, präzise Feineinstellung möglich, geringster Kamera-Motiv-Abstand im Vergleich	–	praxistauglich
Hochformat untereinander	–	höchster Kamera-Motiv-Abstand im Vergleich, dadurch sehr großer Verlust an Bildinformationen	wenig praxistauglich

3.3 Puppe

Nachdem die Entscheidung als sinnvollste Alternative auf die Ausrichtung der Kameras im Querformat nebeneinander gefallen war, galt es im nächsten Versuchsteil, diesen Aufbau unter zunächst vereinfachten Bedingungen auf die Abbildung im dreidimensionalen Bereich zu testen. Dazu wurde eine Puppe aus dem hochschuleigenen Videostudio zu Hilfe genommen, die dort normalerweise zur Demonstration verschiedener Aufnahmetechniken sowie zur Beleuchtungseinstellung für Personenaufnahmen eingesetzt wird. Diese bot jedoch optimale Voraussetzungen, um auf statische Weise eine Portrait-Situation zu simulieren, da die Proportionen der Puppe in etwa mit denen einer durchschnittlichen Kopfgröße übereinstimmen und auch Haut-, Augen- und Haarfarbe relativ realistisch nachgebildet wurden.

3.3.1 Positionierung und Ausrichtung

Wie bereits zu Abschluss von Abschnitt 3.2 erwähnt, fiel die Entscheidung der optimalen Kamerapositionierung nach dem ersten Testlauf auf die Variante „Querformat nebeneinander“. Nach Analyse der Bildresultate aus diesem Versuchsteil (siehe Abschnitt 4.1), wurde als Ausrichtungsvariante ferner die parallele Anordnung der Kameras festgelegt. Als Hilfsmittel für die folgenden Aufnahmen fungierten außerdem eine Stellwand mit blauem Bezug für den Motivhintergrund und eine Tageslichtlampe mit Beauty-Dish-Lichtformer für die Ausleuch-



Abbildung 3.13: Die zu Testzwecken eingesetzte Puppe ermöglichte im zweiten Versuchsteil erstmals die Aufnahme einer dreidimensionalen Szene.

tung der Puppe. Letztere wurde so positioniert, dass diese, wie in Abbildung 3.14 gezeigt, die Puppe etwa im 45° -Winkel von links beleuchtete. Wichtig war hierbei, dass durch die Lichtsetzung sowohl Licht- als auch Schattenpartien im Gesicht der Puppe und außerdem ein plastischer Gesamteindruck des Portraits entstehen würden, welches die spätere HDRI-Erzeugung auf den Prüfstand stellen könnte. Für die Bestimmung der Entfernung zwischen Kamera und Motiv wurde auf den Wert von $d_{min} = 1,75 \text{ m}$ aus Abschnitt 3.2.1.3 zurückgegriffen, gemessen wurde dabei von der mittleren Objektiv-Frontlinse zum linken Auge der Puppe, auf dem in der Aufnahme auch der Fokus liegen sollte. Die Höhe der Kameraplatte auf dem Stativ-Horizontalarm wurde zunächst grob per Augenmaß voreingestellt und anschließend wieder mithilfe des zentralen AF-Messfeldes der mittleren Kamera feinjustiert. Um den farblich zwar neutralen, aber durchaus eine sichtbare Struktur aufweisenden Bildhintergrund (durch Stoff und Falten) nicht zu sehr im späteren Bildausschnitt sichtbar zu haben, wurde die Stellwand auf eine Entfernung von $c = 1 \text{ m}$ hinter der Puppe aufgestellt, wie auf Abbildung 3.14 zu sehen ist.

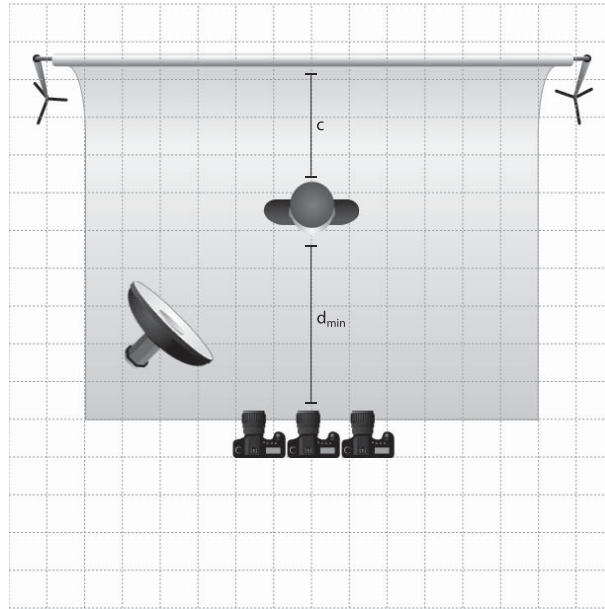


Abbildung 3.14: Exemplarischer Versuchsaufbau für die Testaufnahmen mit Puppe. (Quelle: Kevin Kertz: *Light Setup*, 2006, verändert.)

3.3.2 Aufnahme

Für die Testaufnahmen wurden dieselben Vorbereitungen getroffen, wie bei der vorigen Versuchsreihe: Zunächst wurde wieder ISO 400 als Empfindlichkeit vorgewählt, um für die erzeugte Lichtmenge aus der Tageslichtlampe noch akzeptable, nicht zu lange Verschlusszeiten $< 1\text{ s}$ realisieren zu können. Der Weißabgleich wurde wieder manuell vorgenommen und zunächst mit der Offenblende von $f/5,6$ bei $f = 55\text{ mm}$ begonnen. Ziel der Aufnahmereihe war es, das dreidimensionale Gebilde des Puppenkopfes mit verschiedenen Blendenwerten (und somit Schärfentiefen) aufzunehmen, um zu sehen, ob die HDRI-Erzeugung in diesem Bereich generell noch fehlerfrei möglich wäre und ob – darüber hinaus – bei zunehmender Schärfentiefe, Fehler im Endresultat durch die unterschiedlichen Blickwinkel auftreten würden. Als sehr nützliches Hilfsmittel erwies sich die iPhone-App „DoF Plus“⁴¹, mit der es möglich war, die exakte Schärfentiefe für das vorliegende Motiv zu berechnen. Bei einem Abstand $d_{\min} = 1,75\text{ m}$ und $f/5,6$ betrug die berechnete Schärfentiefe $20,9\text{ cm}$ in einem Bereich zwischen $1,65\text{ m}$ und $1,86\text{ m}$, was damit fast schon der gesamten Kopftiefe der Puppe von rund 23 cm entsprach. Ab dem nächst höheren Blendenwert, $f/8$, resultierte schon eine Schärfentiefe von 30 cm , womit die Tiefe des gesamten Puppenkopfs abgedeckt war. Zur weiteren Beurteilung folgten außerdem Aufnahmen mit $f/11$, $f/16$ und $f/22$. Wie schon im letzten Versuchsteil, wurde die Auslösung der Kameras wieder mit einem Canon RC-1 Infrarot-Auslöser vorgenommen.

⁴¹ siehe: <http://itunes.apple.com/us/app/dof-plus/id309381301?mt=8>



Abbildung 3.15: Oberfläche der iPhone-App „DoF Plus“ mit Schärfentiefe-rechner.

3.3.3 Fazit

Von der technischen Seite her lässt sich nach Abschluss des zweiten Versuchsteils konstatieren, dass der hier gewählte Aufbau den vorläufigen Realtest bestanden hat. Aufbau und Aufnahmen erfolgten, natürlich auch aufgrund der Erfahrungen aus dem ersten Teil, bereits in diesem Schritt problemlos und zügig. Vergleichsweise wenige Vorarbeiten und Feinjustagen waren bis zum betriebsbereiten Zustand nötig. Mit diesen positiven Erfahrungen konnte nun zum „echten“ Einsatz bei menschlichen Modellen übergegangen werden.

3.4 Modell

Als letzter Schritt der Versuchsreihe und zugleich Ziel dieser Arbeit, folgte nun die Übertragung der Erkenntnisse und Erfahrungen aus den ersten beiden Teilen auf den letztendlichen Einsatzzweck der hier vorgestellten Aufnahmetechnik: Das Realportrait mit menschlichen Modellen. Diese Aufnahmen sollten unter realistischen Bedingungen erfolgen und möglichst vielfältige Resultate hervorbringen. So wurden für den Aufnahmetermin vier verschiedene Modelle mit unterschiedlichen Haarfarben und -längen bemüht, die wiederum vor verschie-

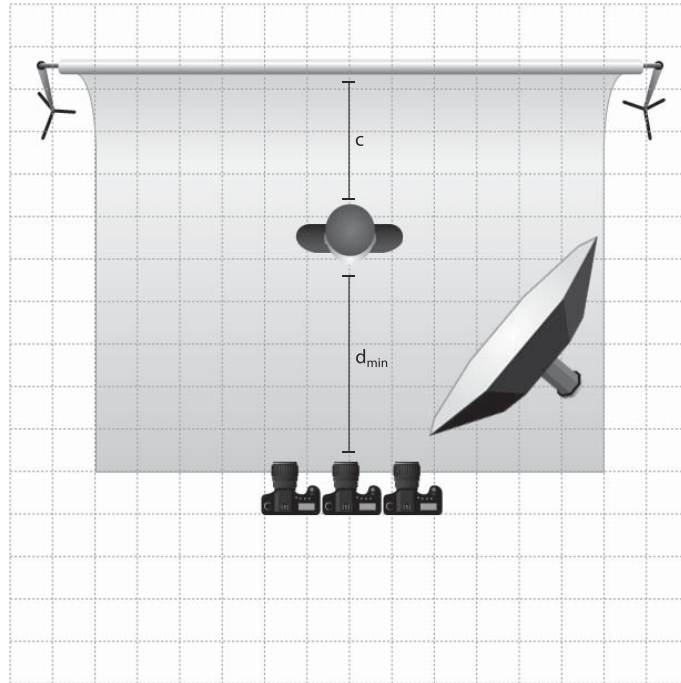


Abbildung 3.16: Exemplarischer Versuchsaufbau für die Testaufnahmen mit einem Modell. (Quelle: Kevin Kertz: *Light Setup*, 2006, verändert.)

denfarbigen Hintergründen (High-Key⁴², Low-Key⁴³, neutral) fotografiert werden sollten, um eventuelle Stärken und Schwächen der HDRI-Technik herausstellen zu können. Zur Beleuchtung der Szene wurde nun statt der Tageslichtlampe ein Studioblitz der Firma Hedler (Modell F250) eingesetzt, befestigt auf einem Lichtstativ und gepaart mit einer 120 cm durchmessenden Octagon-Softbox als Lichtformer.

3.4.1 Positionierung und Ausrichtung

Zunächst erfolgte der Kameraaufbau wie in den Versuchen zuvor. Nachdem dieser eine feste Position erhalten hatte, wurde wieder der Motivabstand von $d_{min} = 1,75 \text{ m}$ aus den vorigen Versuchen als Ausgangspunkt gewählt und in dieser Entfernung ein Klebebandstreifen auf dem Boden angebracht. Mittig auf diesen Streifen wurde schließlich der Stuhl gestellt, auf dem die Modelle bei den anschließenden Aufnahmen sitzen sollten. Erneut in einem Abstand von $c = 1 \text{ m}$ wurde hinter dem Stuhl eine Stellwand mit austauschbaren Hintergrundfarben aufgestellt, um die oben genannten Aufnahme-Charakteristika realisieren zu können. Abschließend wurde der Blitz im 45° -Winkel von vorne rechts auf den Aufnahme-

⁴² Unter High-Key versteht man in der (Portrait-)Fotografie die Ablichtung eines Modells oder Objekts vor einem hellen bis weißen Hintergrund.

⁴³ Bei Low-Key-Aufnahmen wird das zu fotografierende Modell oder Objekt vor einem dunklen bis schwarzen Hintergrund positioniert.

platz ausgerichtet, so dass er von leicht erhöhter Position auf das Modell leuchten würde. Die Ausrichtung der Kameras erfolgte, wie auch in den vorigen Versuchsteilen, zunächst wieder unter Zuhilfenahme von Wasserwaage, Laser-Ausrichtungshilfe und Lineal. Die optimale Höhe wurde zunächst nach Augenmaß und dann, im Vorlauf zur jeweiligen Aufnahmeserie, individuell für die Größe des Modells über das zentrale AF-Messfeld ermittelt.

3.4.2 Aufnahme

Zur Vorbereitung der Aufnahme wurde zunächst wieder ein manueller Weißabgleich vorgenommen, ISO 100 für ein geringstmögliches Bildrauschen und $f/8$ als Blendenwert vorgewählt, da dieser mit einer resultierenden Schärfentiefe von 30 cm zum einen den gesamten Kopf des Modells in der Tiefe und zum anderen den optimalen Schärfebereich (förderliche Blende) des Objektivs abdeckte. Die mittlere Kamera wurde außerdem mit einem Funk-Sender zur Synchronisation des Studioblitzes bei den Aufnahmen ausgestattet. Anschließend wurde das Modell zunächst in der richtigen Position auf den Stuhl gesetzt und der Blitz grob ausgerichtet. Es folgten Testauslösungen mithilfe eines Belichtungsmessers, um die optimale Position des Blitzes so zu bestimmen, dass sowohl auf der Licht- als auch auf der Schattenseite des Modells zwei Lichtwerte Differenz zum vorgewählten, „optimalen“ Blenden-Verschlusszeitpaar entstanden. Mit dem Versuch der ersten Aufnahmereihe offenbarte sich jedoch ein im Vorfeld begangener Denkfehler: Die Belichtungsreihe wurde bisher immer so erzeugt, dass bei einer fest vorgewählten Blende über die kamerainterne Belichtungskorrektur bei ± 2 Lichtwerten jeweils die Verschlusszeit dementsprechend angepasst wurde. Bei statischen Objekten war dies zunächst nicht problematisch. Im nun vorliegenden Fall wurde das Problem jedoch erstmals sichtbar, als der zu synchronisierende Blitz, bedingt durch unterschiedliche Verschlusszeiten, manche Aufnahmen nicht vollständig belichtete. Es entstanden schwarze Balken im Bild, zu denen teilweise leichte Bewegungsunschärfen durch zu lange Verschlusszeiten hinzukamen. Diese Variante konnte mit den eingangs getroffenen Überlegungen also nicht zuverlässig funktionieren. Daher musste ein anderer Weg gefunden werden, bei dem möglichst Blende und Verschlusszeit konstant bleiben würden. Möglich wäre dies – kameraintern – noch über die Erhöhung der Empfindlichkeit gewesen, doch diese Option schied aufgrund der damit einhergehenden, massiven Erhöhung des Bildrauschens und dem daraus resultierenden Detailverlust ab ISO 400 aufwärts, aus. Als einzig praktikable und zugleich qualitätssichernde Lösung ergab sich nur der Rückgriff auf Neutraldichte- bzw. Graufilter. So wurden ein ND-2 Schraubfilter an der mittleren und ein ND-4 Steckfilter an der (vom Fotografen aus gesehen) linken Kamera montiert, welche eine Verringerung der eintreffenden Lichtmengen um 1, bzw. 2 LW bewirkten. So wurde die mittlere Kamera zur Referenzkamera umgewandelt, während die linke Kamera nun in der Lage war, um -1 LW unterbelichtete und die rechte Kamera (ohne Filtervorsatz) um +1 LW überbelichtete Aufnahmen zu produzieren.

Um für die veränderte Ausgangslage nun korrekte Belichtungswerte zu erhalten, wurde die Lichtmessung erneut, mit einem vor die Kalotte gehaltenen ND-2 Filter, vor der Stirn des Modells durchgeführt und der Blitz entsprechend neu positioniert. Als ideale Verschlusszeit, mit der die Blitzsynchronisation optimal funktionierte, stellte sich nach mehreren Testläufen

1/30 s bei einer Blitz-Synchronisation auf den zweiten Verschlussvorhang⁴⁴ heraus. Nach diesen Vorarbeiten konnten schließlich vier Testreihen mit verschiedenen Modellen vor unterschiedlichen Hintergründen durchgeführt werden. Dabei kam bei einem Modell zu Testzwecken noch eine weiße Reflektorleinwand zum Einsatz, welche die im Schatten liegende Gesichtshälfte etwas aufhellte.

3.4.3 Fazit

Nach zwischenzeitlichen Problemen in der Wahl des optimalen Vorgehens wurde schließlich mit dem Einsatz von Neutraldichtefiltern ein optimaler Weg gefunden, die HDR-Portraitaufnahme mit konstanten Blenden-, Verschlusszeit- und ISO-Werten durchführen. Als Einschränkung stellte sich in diesem Versuchsteil die Schraubfilterlösung heraus, da diese für ein 48mm-Filtergewinde vorgesehen war und per Adapter auf das 58mm-Filtergewinde des vorliegenden Objektivs angepasst werden musste. Daraus resultierte im Endergebnis ein etwas kleinerer Bildausschnitt. Hinzu kam die geringere Stärke der zum Versuchszeitpunkt vorhandenen Filter von lediglich ND2 bis ND4, mit denen nur eine Belichtungsreihe im Abstand von 1 LW realisiert werden konnte. Für zukünftige Versuche könnte hier aber mit passenden Filtern unterschiedlicher Stärken noch das Optimum an Qualität erzielt werden.

3.5 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde die Vorgehensweise der praktischen Versuchsumsetzung betrachtet. Beginnend bei den Vorüberlegungen wurden, aufeinander aufbauend, alle drei Versuchsteile mit ihren individuellen Charakteristika, Möglichkeiten und Problemen beschrieben. Dabei wurden vor allem im ersten Teil die unterschiedlichen Aufbauten in den Belangen Positionierung und Ausrichtung verglichen und anhand der praktischen Umsetzbarkeit der jeweiligen Variante beurteilt. Es folgte außerdem eine Vorstellung der Aufnahmetechniken und ein abschließendes Fazit zu jedem Versuchsteil, in dem deren Vor- und Nachteile sowie die Resultate verglichen und bewertet wurden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die im ersten Versuchsteil getestete Ausrichtungsvariante „Querformat nebeneinander parallel“ die praxistauglichste aller möglichen Alternativen darstellte, da diese die geringste Fehleranfälligkeit im praktischen Einsatz zeigte. Daher wurde nur diese für die folgenden Versuchsteile eingesetzt. Ein Umdenken in der ursprünglichen Aufnahmetechnik erforderte die nicht mögliche Blitzsynchronisation bei höheren Verschlusszeiten im letzten Versuchsteil. Um außerdem ein konstantes Blenden-Verschlusszeitpaar bei vorgegebener ISO-Empfindlichkeit zu erreichen, wurden für die Aufnahmen mit menschlichen Modellen Neutraldichtefilter zur Erzeugung der Belichtungsreihe eingesetzt. Im folgenden Ergebnis-Kapitel steht nun die Vorstellung der Versuchsergebnisse und deren qualitative Analyse und Beurteilung im Mittelpunkt.

⁴⁴ Ein externer Blitz kann bei den meisten Spiegelreflexkameras auf den ersten oder zweiten Verschlussvorhang synchronisiert werden. Im ersten Fall zündet dieser unmittelbar nach dem Öffnen, im zweiten Fall unmittelbar vor dem Schließen des Verschlusses.

Kapitel 4

Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der einzelnen Versuchsteile in chronologischer Reihenfolge der Entwicklungsstufen vorgestellt. Dabei liegt der Fokus zunächst auf dem Erzeugungs- und Nachbearbeitungsvorgang und damit einhergehenden Problemstellungen bei der HDRI-Verarbeitung, wie z.B. Geisterbildern oder Bildfehlern, die sich aus den Aufnahmen dreier perspektivisch versetzter Kameras ergeben. Da im Rahmen der praktischen Umsetzung eine Vielzahl an Aufnahmen entstand, werden anschließend jeweils nur die qualitativ besten und aussagekräftigsten Ergebnisse jeder Versuchsstation präsentiert und beurteilt.

Für die konkrete Erzeugung des HDR-Bildes aus den Einzelaufnahmen der jeweiligen Belichtungsreihe wurden zwei unterschiedliche Vorgehensweisen durchgeführt. Zunächst fand die HDRI-Erzeugung aus dem originalen RAW-Bildmaterial der drei Einzelaufnahmen statt. Diese wurden jeweils in Photoshop (Versionen CS4 und CS5) sowie Photomatix Pro (Versionen 3 und 4) geladen, zu einem HDRI verschmolzen und bei einem anschließenden Tonemapping mit natürlichen Parametern in ein darstellbares 16-Bit LDRI umgewandelt. Dabei lieferten die verschiedenen Erzeugungsalgorithmen nicht nur in der Farb-, Kontrast- und Detailwiedergabe, sondern auch im Bereich der Fehlerkorrektur unterschiedliche Resultate, die in diesem Kapitel ebenfalls betrachtet und verglichen werden sollen. Nach dem Erzeugungsvorgang erfolgten in Photoshop noch globale Bildoptimierungen (Helligkeit/Kontrast/Dynamik) sowie – falls nötig – kleinere, selektive Korrekturen von Bildfehlern.

Da sich, vor allem im letzten Versucheteil mit realen Modellen, bei der HDRI-Erzeugung teilweise Probleme durch die drei unterschiedlichen Bildausschnitte und leicht veränderten Blickwinkel ergaben, wurde hier, als zweite erwähnte Vorgehensweise, noch ein weiterer Zwischenschritt eingelegt, in dem die jeweiligen Einzelaufnahmen im RAW-Konverter zunächst entwickelt, auf einen einheitlichen, im Endresultat erwünschten Ausschnitt gebracht und anschließend als 16-Bit TIFF-Datei gespeichert wurden. Aus diesen Dateien konnte dann, genau wie im ersten Schritt, anschließend das HDRI erzeugt, daraufhin das Resultat per Tonemapping in ein LDRI zurückgewandelt und zum Abschluss nachbearbeitet werden.

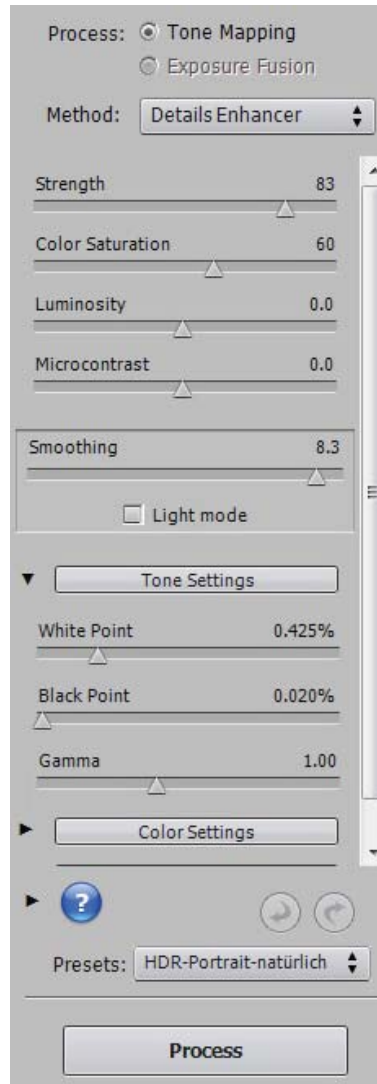


Abbildung 4.1: Diese Tonemapping-Parameter wurden in Photomatix Pro 4 durchgehend für die hier vorgestellten Ergebnisse verwendet. Sie lieferten eine fotorealistische, natürliche Bildwiedergabe. Zur Optimierung des Arbeitsablaufs wurde dafür ein eigenes Preset angelegt.

4.1 Siemensstern-Testtafel

Beim ersten vorliegenden Aufnahmemotiv, an dem sowohl das Auflösungs- und Abbildungsvermögen der Objektive, als auch die grundsätzlichen Fähigkeiten des Aufbaus zur Erzeugung von HDRIs gemessen werden sollten, handelte es sich um eine Siemensstern-Testtafel. Diese wird im Alltag vor allem zum Test optischer Systeme eingesetzt, findet aber auch in der Beurteilung des Auflösungsvermögens von Monitoren, Fernsehgeräten oder Ausgabemedien, wie z.B. Druckern ihre Anwendung. Der Kern des Mediums besteht in den meisten Fällen aus „[...] keilförmig aufeinander zulaufenden und immer feiner werdenden Liniensegmenten, die sich in der Mitte treffen. Die Auflösung endet da, wo die Linien miteinander verschwimmen und wird [...] in Linien pro mm angegeben.“ [Kin08] Mit diesen Sätzen erläutert der Fotograf und Buchautor Klaus Kindermann den grundsätzlichen Aufbau eines Siemenssterns. Auf dem Plakat, das im ersten Versuchsteil zum Einsatz kam, sind diese immer feiner werdenden Liniensegmente in kreisförmig um einen zentralen Farbkreis angeordneten, rechteckigen Boxen aufgedruckt, mit denen das Auflösungsvermögen der jeweiligen Kamera-Objektiv-Kombination somit bis in die Randbereiche (Bildecken) beurteilt werden kann, siehe auch Abbildung 2.19.

4.1.1 Vergleich der Ergebnisse – Siemensstern

Im Folgenden sollen für jede Ausrichtungsvariante das rohe Aufnahmematerial mit Histogrammen und ein daraus erzeugtes HDRI gegenübergestellt werden, um die Unterschiede zwischen den resultierenden Bildausschnitten und -ergebnissen zu verdeutlichen. Es folgen vergrößerte Detailansichten zum direkten Vergleich von Bildpassagen sowie von LDRI und HDRI. Abschließend wird ein fertig bearbeitetes Endergebnis der besten Versuchsvariante präsentiert.

Da es in diesem Versuchsteil primär um die Praktikabilität und den direkten Vergleich der Ausrichtungs- und Positionierungsvarianten ging, stehen die HDRI-Ergebnisse zunächst noch etwas im Hintergrund. Um die unmittelbaren Vorteile eines HDRIs auszuspielen und sichtbar machen zu können, mangelt es dem Motiv sicherlich an Bilddynamik. Sichtbar werden jedoch auch hier schon die Unterschiede in der Kontrast- und Detailzeichnung, siehe Abbildung 4.11. Es lässt sich abschließend festhalten, dass die HDRI-Erzeugung bei einem zweidimensionalen Motiv, wie der vorliegenden Testtafel, durchweg über alle Versuchsvarianten möglich war, wenngleich auch mit sichtbaren Unterschieden im späteren Bildausschnitt und Resultat. Da die Variante „Querformat nebeneinander parallel“ sowohl hinsichtlich der Praktikabilität als auch in den Ergebnissen überzeugte, fiel die Entscheidung nach Auswertung aller Aufnahmen, mit dieser Variante in den nächsten Versuchsteilen weiterzuarbeiten.

4. ERGEBNISSE

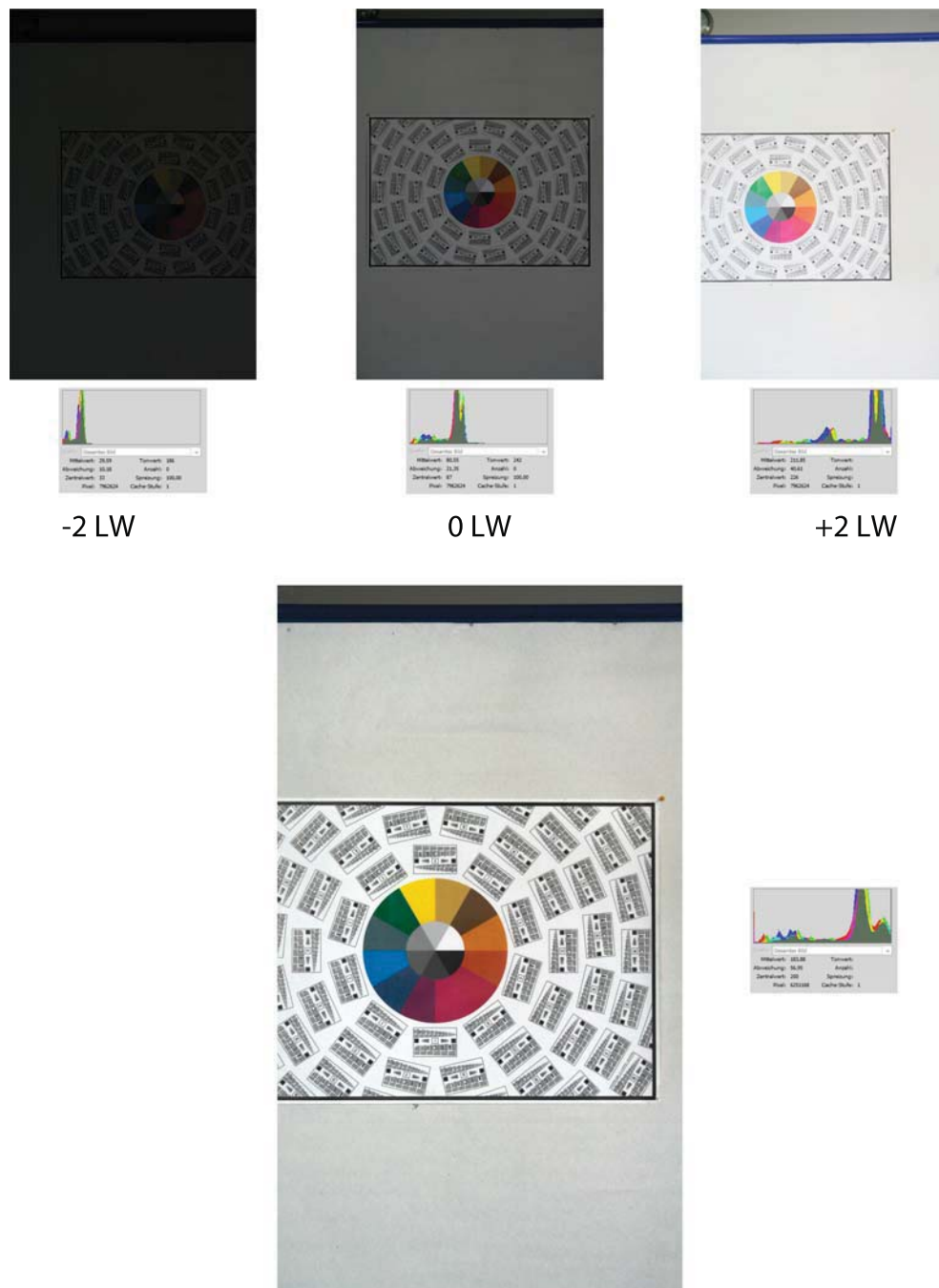


Abbildung 4.2: Hochformat nebeneinander parallel: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping in Photoshop CS5.



-2 LW



0 LW



+2 LW

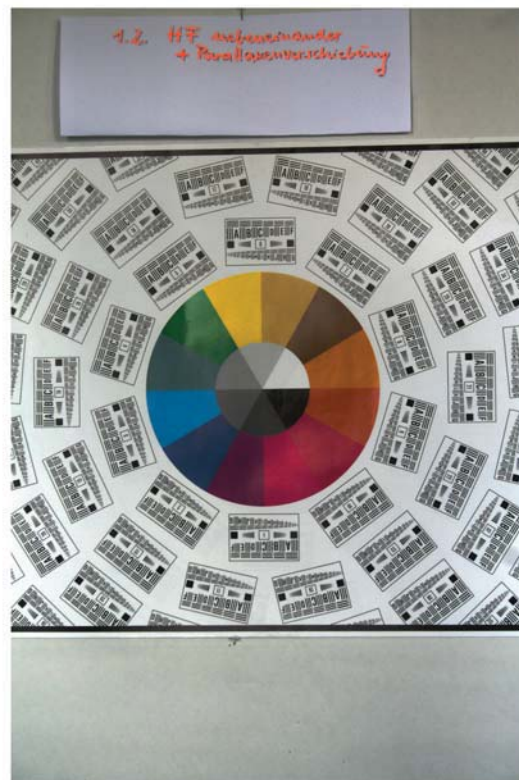
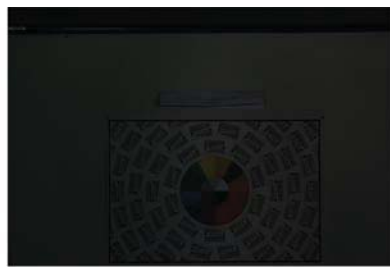


Abbildung 4.3: Hochformat nebeneinander objektzentriert: Belichtungsreihe und HDRI nach Tone-mapping in Photoshop CS5.



-2 LW



0 LW



+2 LW

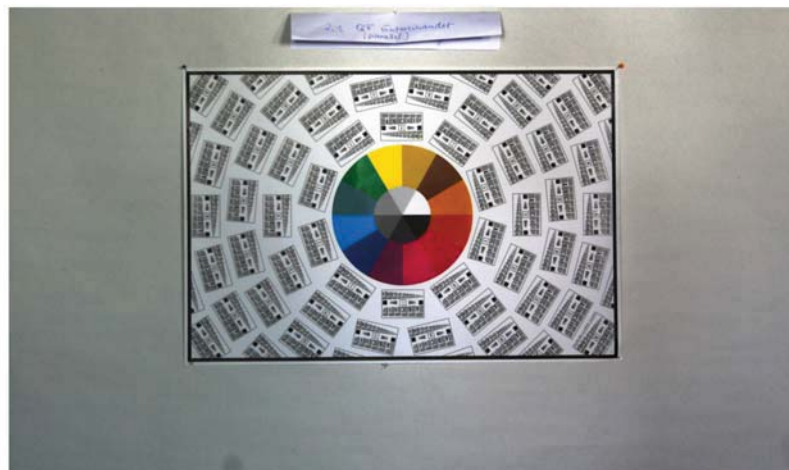


Abbildung 4.4: Ergebnis Querformat untereinander parallel: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping in Photoshop CS5.



-2 LW



0 LW



+2 LW

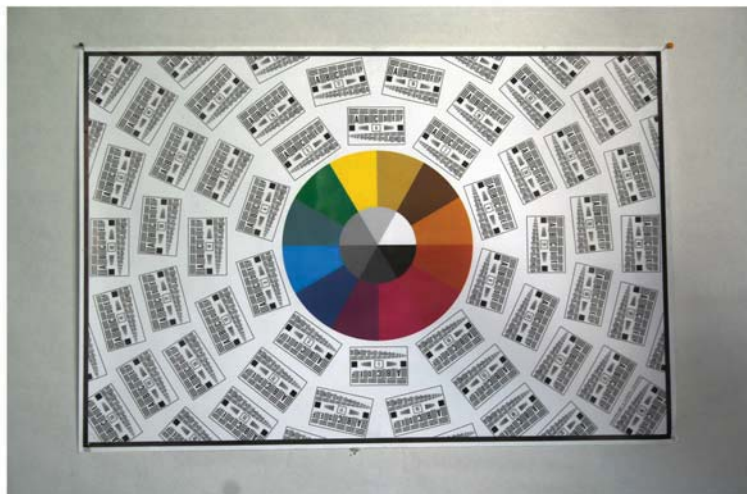


Abbildung 4.5: Ergebnis Querformat untereinander objektzentriert: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping in Photoshop CS5.

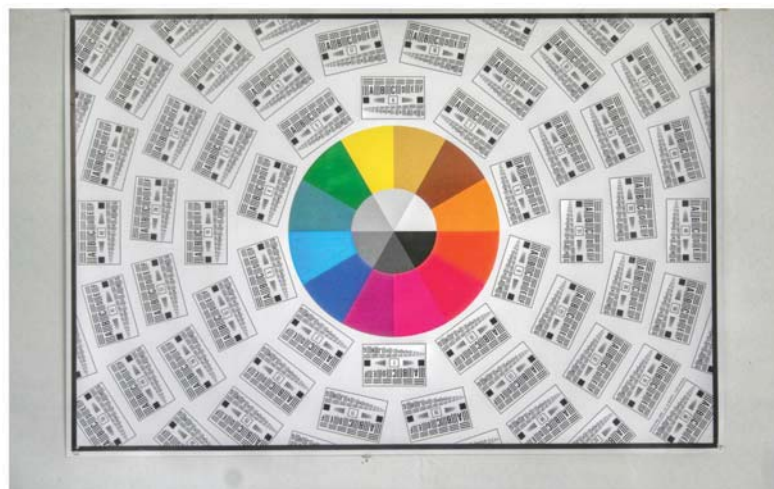
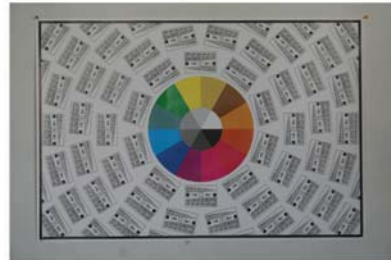


Abbildung 4.6: Ergebnis Querformat nebeneinander parallel: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping in Photomatix Pro 4.



-2 LW



0 LW



+2 LW

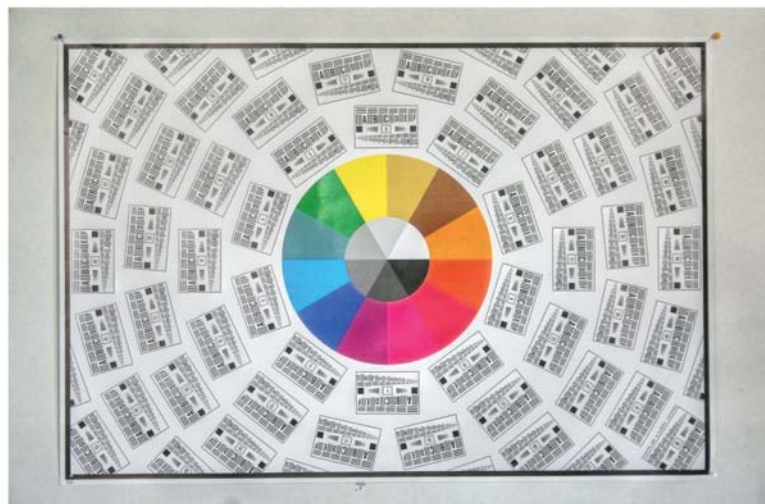
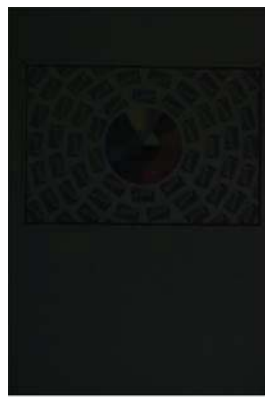


Abbildung 4.7: Ergebnis Querformat nebeneinander objektzentriert: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping in Photomatix Pro 4.



-2 LW



0 LW



+2 LW

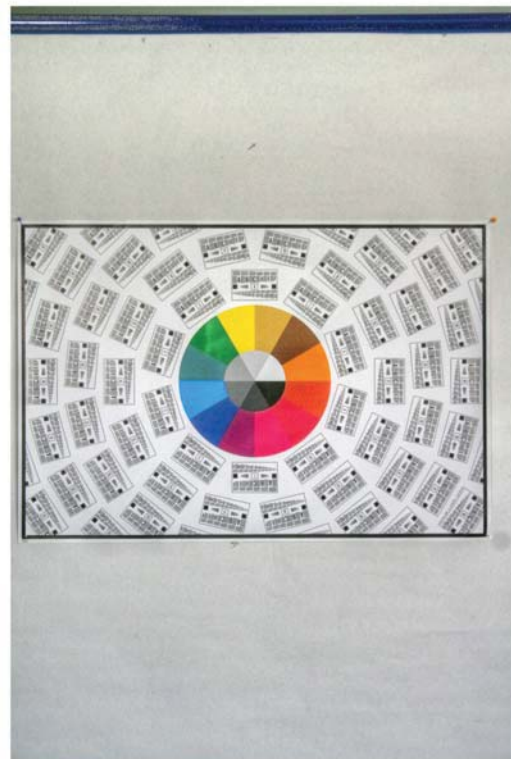


Abbildung 4.8: Hochformat untereinander parallel: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping in Photomatix Pro 4.

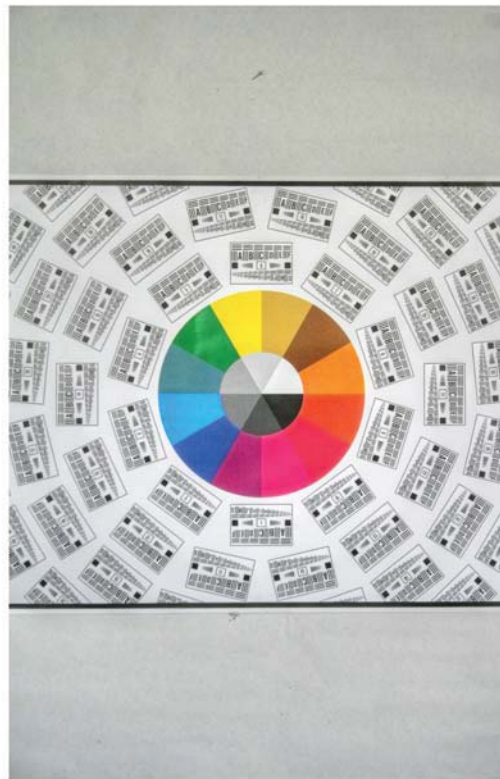


Abbildung 4.9: Hochformat untereinander objektzentriert: Belichtungsreihe und HDRI nach Tone-mapping in Photomatix Pro 4.



Abbildung 4.10: Vergleich von Bildschärfe und -details an den Bildrändern (oben) und im Zentrum (unten). Die beiden 100%-Ansichten zeigen deutlich die Abnahme von Auflösung und Schärfe in den Randbereichen der Aufnahme. Dieses Phänomen betrifft sämtliche optische Systeme, tritt aber vor allem bei geringwertigeren Objektiven stärker in Erscheinung. (Quelle: Ausschnitt aus Abbildung 4.12, Ergebnis-HDRI im „Querformat nebeneinander parallel“.)

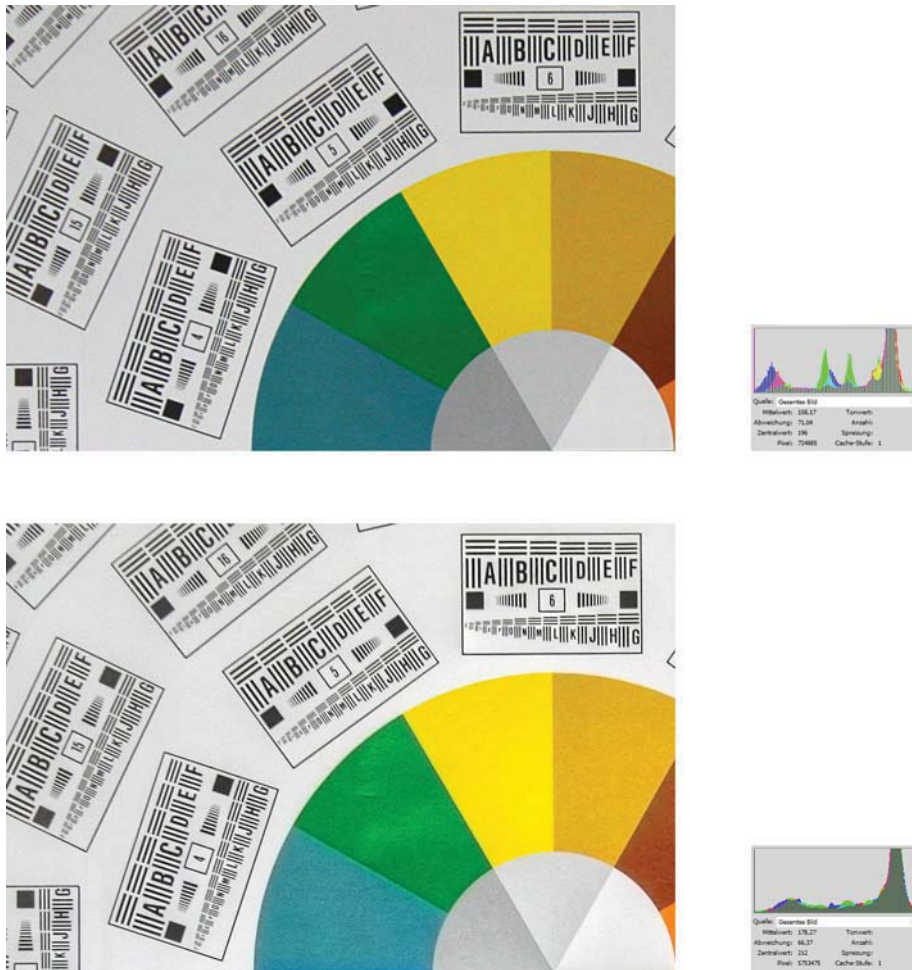


Abbildung 4.11: „Korrekt“ belichtetes LDRI (oben) und HDRI nach Tonemapping (unten) im Vergleich. Das HDRI zeigt eine deutlich ausgewogenere Belichtung mit feinen Details und Kontrastübergängen, vor allem im Bereich des Farbkreises. Bei Annäherung des LDRI mittels Tonwertkorrektur entstehen deutlich sichtbare Lücken in Form von Tonwertabbrissen im Histogramm.

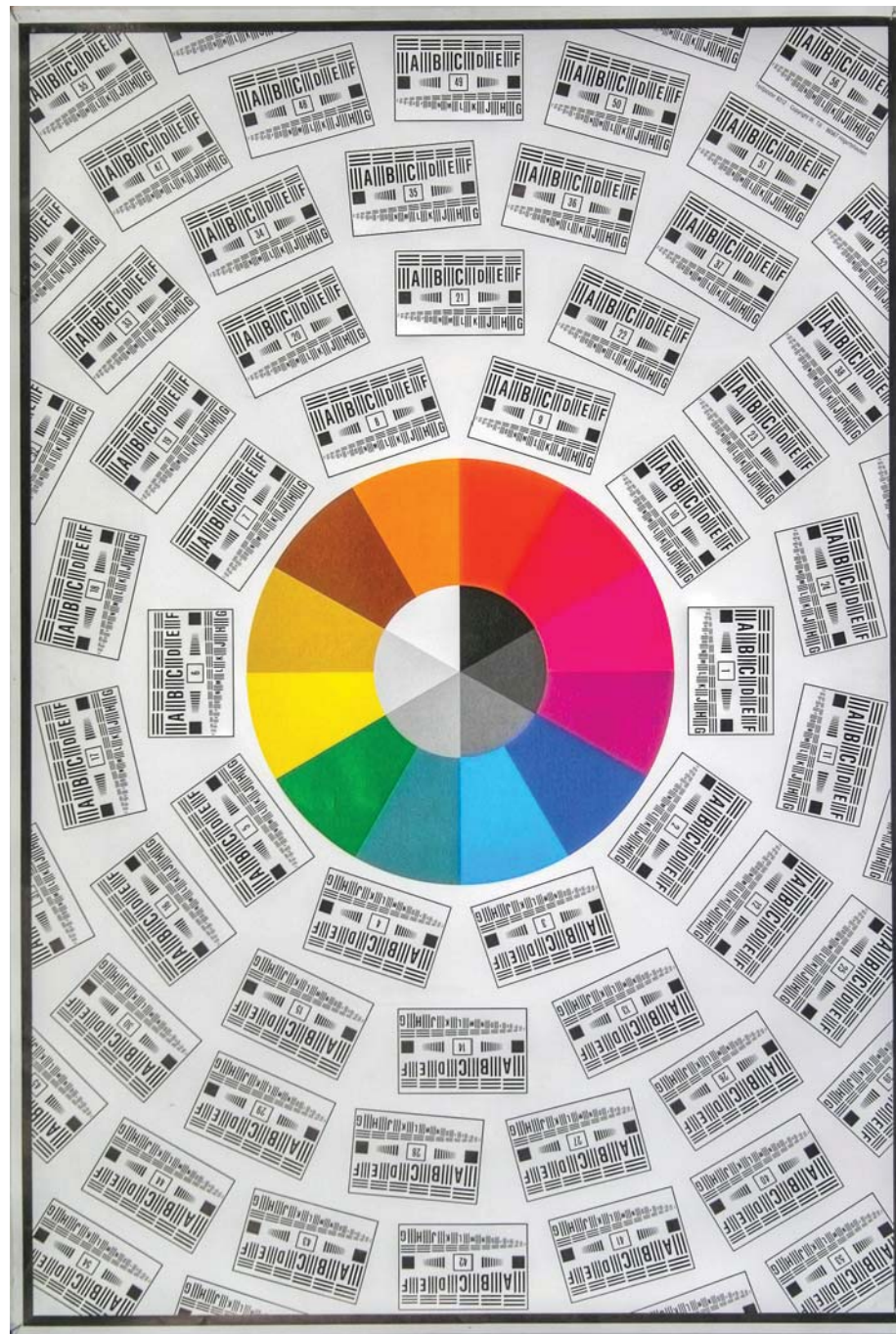


Abbildung 4.12: Nachbearbeitetes HDRI der Variante „Querformat nebeneinander parallel“. Im Rahmen der Postproduktion erfolgte eine moderate Tonwertanpassung in Form einer Kontrastanhebung sowie eine leichte Nachschärfung per Hochpassfilter.

4.2 Puppe

Ziel des zweiten Versuchsteils war es, die aus Teil 1 gewonnenen Versuchsergebnisse erstmals für den dreidimensionalen Raum zu verifizieren. Dafür wurde, um zunächst noch unter statischen Bedingungen arbeiten zu können, eine Puppe eingesetzt, die von der Größe, Haut- und Haarfarbe sowie den Gesichtsformen einer realen Person sehr nahe kam. Die Aufgabe dieses Abschnitts galt damit dem Test, ob die HDRI-Erzeugung auch bei einem dreidimensionalen Objekt, wie dem Kopf, der aus drei leicht abweichenden Blickwinkeln aufgenommen werden würde, fehlerfrei möglich wäre. Mit verschiedenen Blendenwerten von $f/5,6$ bis $f/22$ sollte außerdem überprüft werden, ob bei einer daraus resultierenden Zunahme der Schärfentiefe auch die Abbildungsfehler im Ergebnis-HDRI ansteigen würden.

4.2.1 Vergleich der Ergebnisse – Puppe

Auf den nächsten Seiten sollen die Ergebnisse des zweiten Versuchsteils präsentiert werden. Es wurden hierfür fünf Belichtungsreihen im Abstand $-2/0/+2$ LW mit den Blendenwerten $f/5,6$, $f/8$, $f/11$, $f/16$ und $f/22$ aufgenommen, die anschließend mit dem jeweiligen Ergebnis-HDRI gezeigt und anhand von Ausschnittsvergrößerungen verglichen werden sollen. Als Positionierungs- und Ausrichtungsvariante wurde die im vorigen Teil bewährte Methode „Querformat nebeneinander parallel“ eingesetzt. Abschließend wird auch hier nochmals das qualitativ beste Resultat als HDRI nach Tonemapping und Nachbearbeitung präsentiert.

Auch der zweite Versuchsteil bestätigte die erfolgreiche HDRI-Erzeugung aus drei perspektivisch abweichenden Einzelbildern des zugrunde liegenden Versuchsaufbaus. Die befürchtete Zunahme von Bildfehlern durch die Erweiterung auf den dreidimensionalen Raum, blieb weitestgehend aus. Kleinere Bildstörungen und Geisterbilder konnten problemlos in der Nachbearbeitung eliminiert werden. Das HDRI überzeugt erwartungsgemäß durch insgesamt feinere Tonwertübergänge und einen deutlich größeren Umfang an Bilddetails. Das Plus an Tonwerten wird besonders in den Haut- und Haarstrukturen aber auch im Bereich der Augen gut sichtbar. Beim Betrachten der Ergebnis-HDRIs wurde jedoch auch eine Abnahme der gesamten Bildschärfe sichtbar. Das Resultat wirkte im direkten Vergleich subjektiv etwas „flauer“ als das LDRI (vgl. Abbildung 4.20). Außerdem nahm, verglichen mit dem LDRI-Pendant, das Bildrauschen zu und es entstanden im Verarbeitungsprozess härtere Übergänge und Strukturen im Bereich des unscharfen Bildhintergrunds. Diesen Nachteilen kann durch gezielte Nachbearbeitung noch (in begrenztem Maße) entgegengewirkt werden. Einmal verlorene Bildschärfe kann jedoch auch in der Postproduktion nicht mehr vollständig rekonstruiert werden.

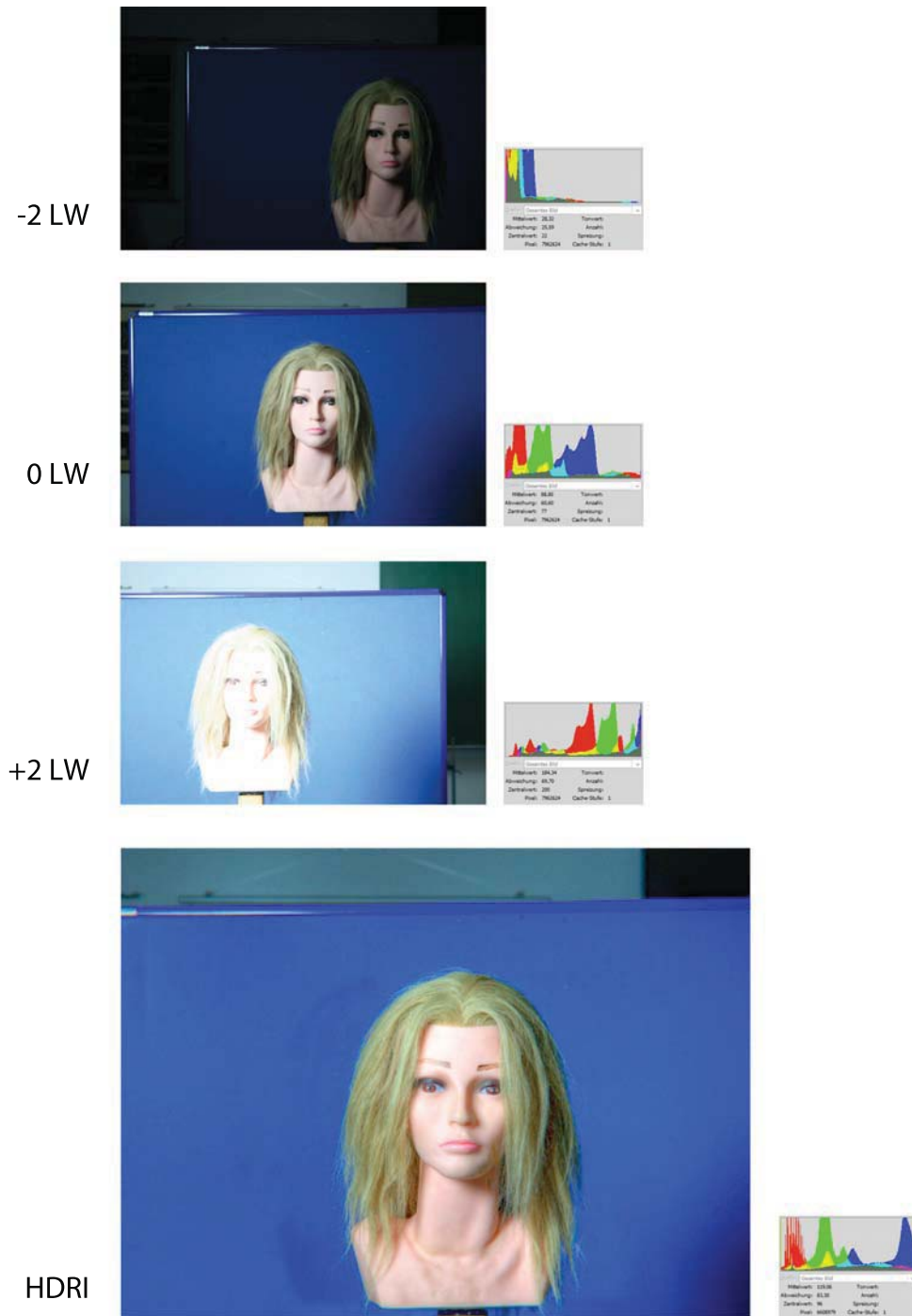


Abbildung 4.13: Puppe bei Blende 5,6: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping in Photo-matrix Pro 4, inklusive Histogramme.

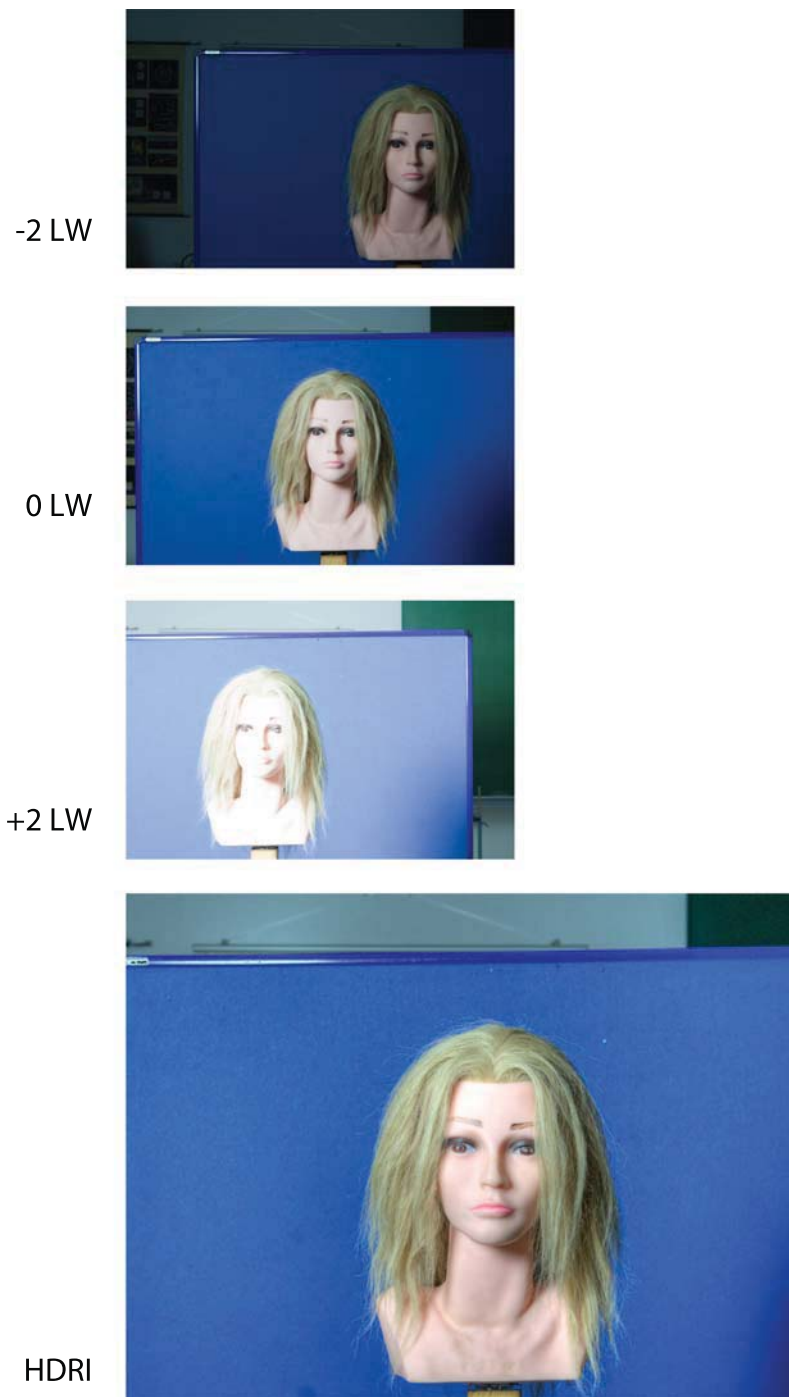


Abbildung 4.14: Puppe bei Blende 8: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping in Photomatix Pro 4.

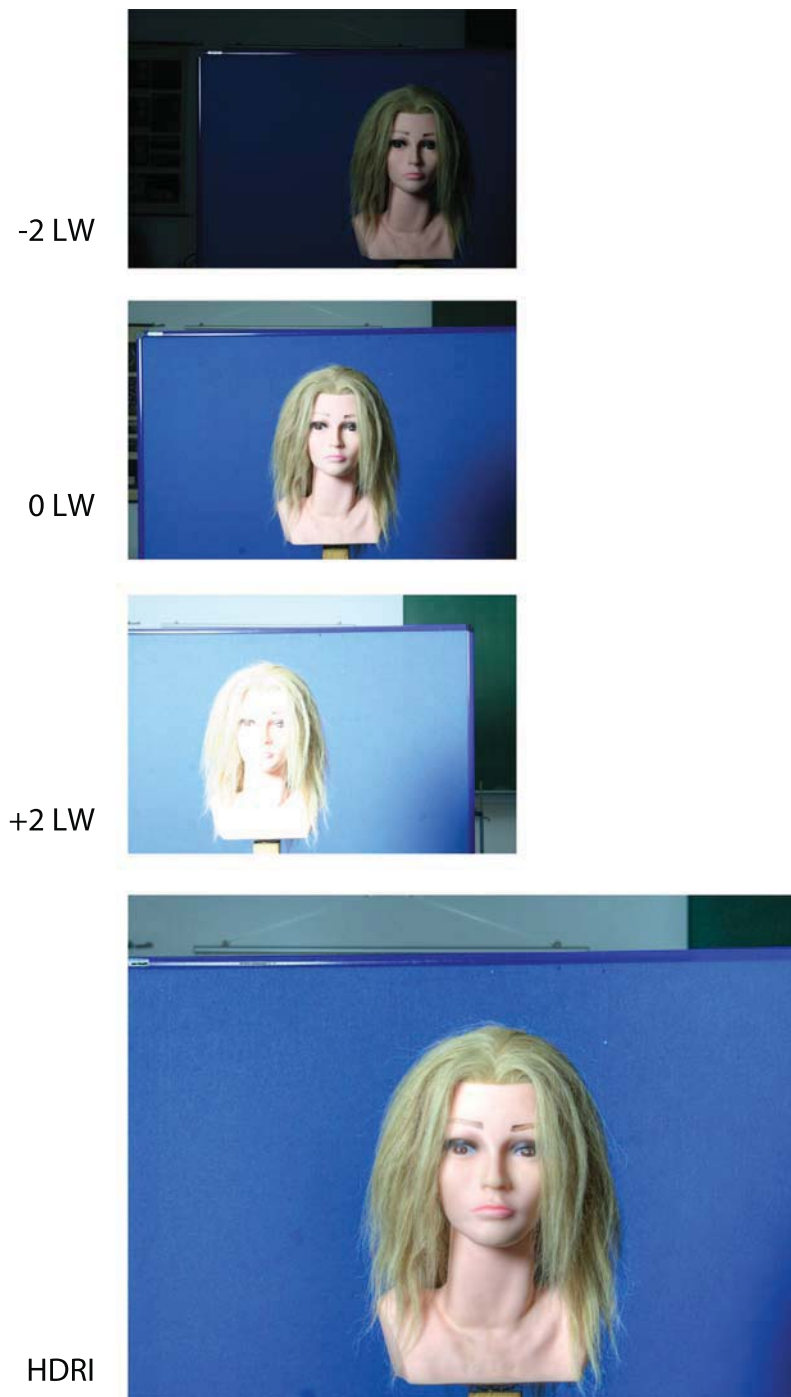


Abbildung 4.15: Puppe bei Blende 11: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping in Photomatix Pro 4.

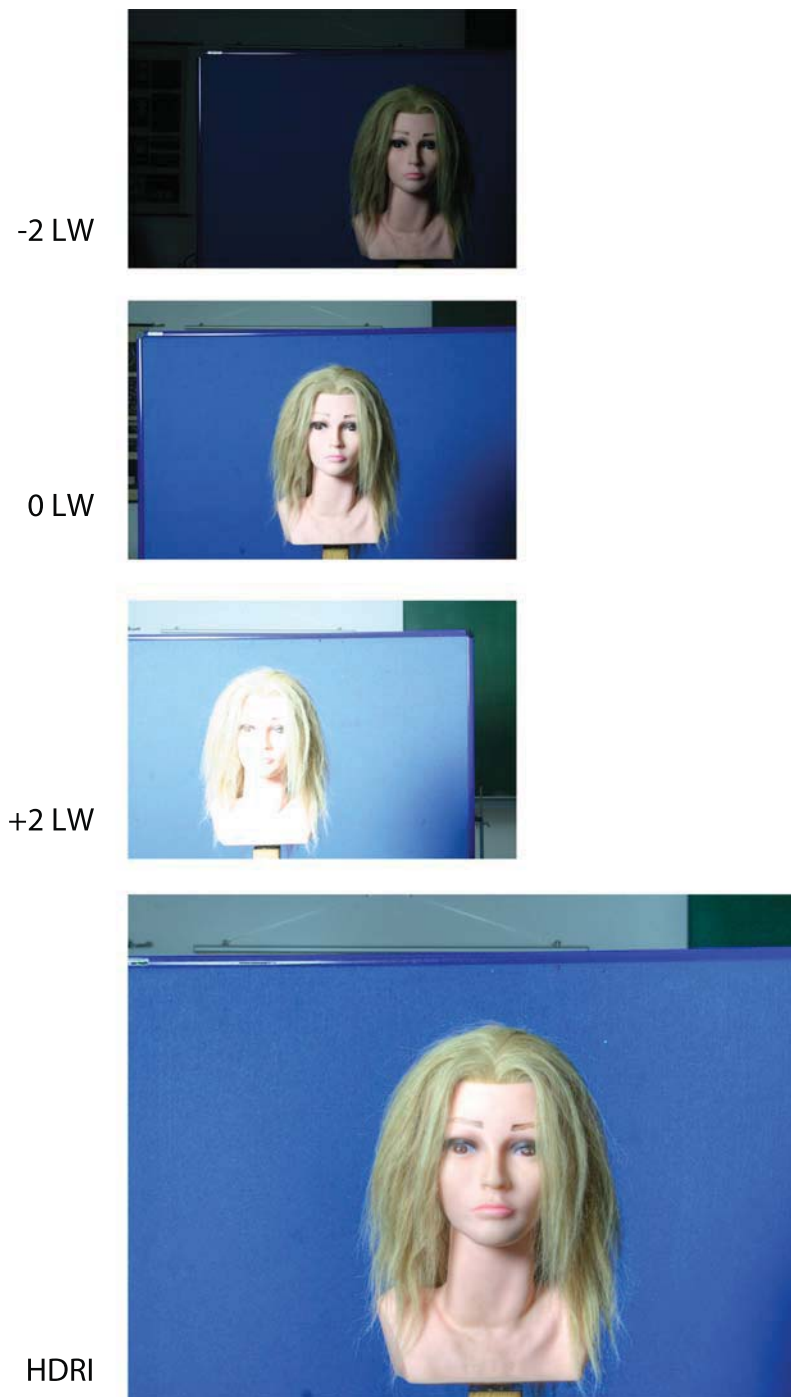


Abbildung 4.16: Puppe bei Blende 16: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping in Photomatix Pro 4.

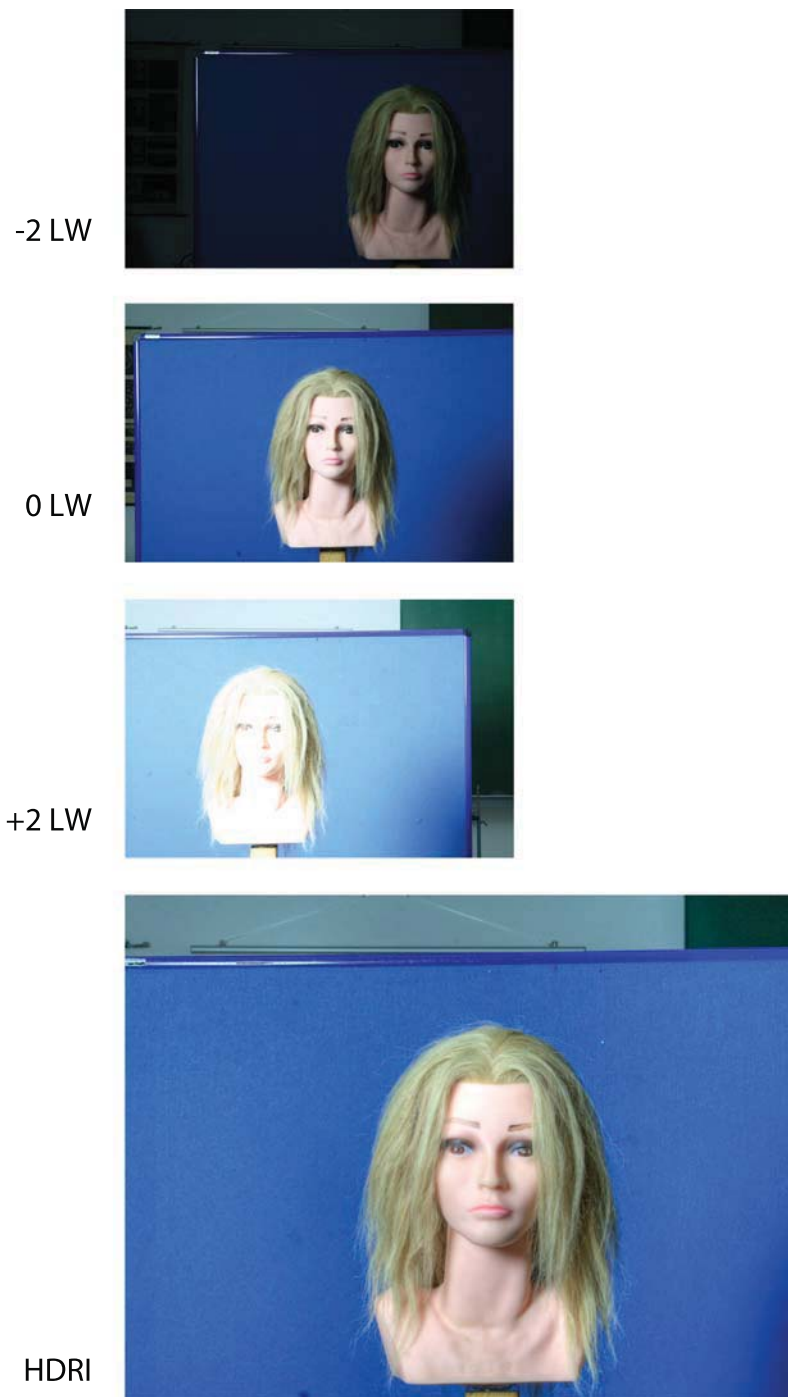


Abbildung 4.17: Puppe bei Blende 22: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping in Photomatix Pro 4.



Abbildung 4.18: Bildfehler bei der HDRI-Erzeugung in Photomatix Pro 4: Ohne Geisterbilder-Korrektur (oben) ist das Bild unbrauchbar, bei automatischer Korrektur (Mitte) sind kleinere Bildfehler sichtbar, die bei der semi-manuellen Korrektur (unten) nahezu verschwinden. Letztere Korrekturform führt jedoch zu einem sichtbaren Bildrauschen im Bereich um den Puppenkopf.

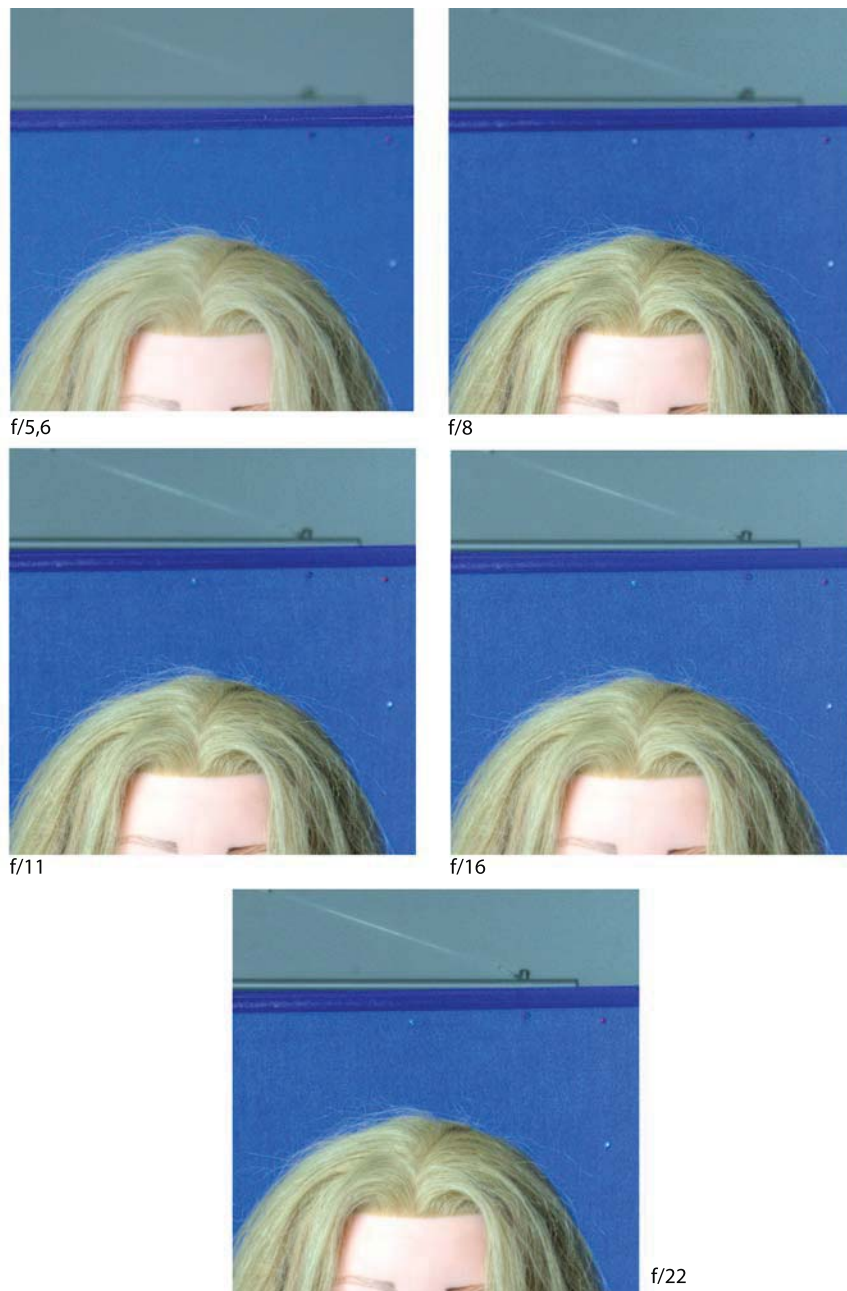


Abbildung 4.19: 100%-Ausschnitte der Ergebnis-HDRIs: Bei höherer Blendenzahl vergrößert sich der Schärfentiefe-Bereich. Bildfehler durch die HDRI-Erzeugung nehmen bei der Erweiterung des dreidimensionalen Raumes nicht signifikant zu. Schön sichtbar ist dagegen jedoch die Veränderung der gesamten Bildschärfe beim Vergleich von Offenblende (f/5,6), förderlicher Blende (f/8 und f/11) und geschlossener Blende (f/16 und f/22).

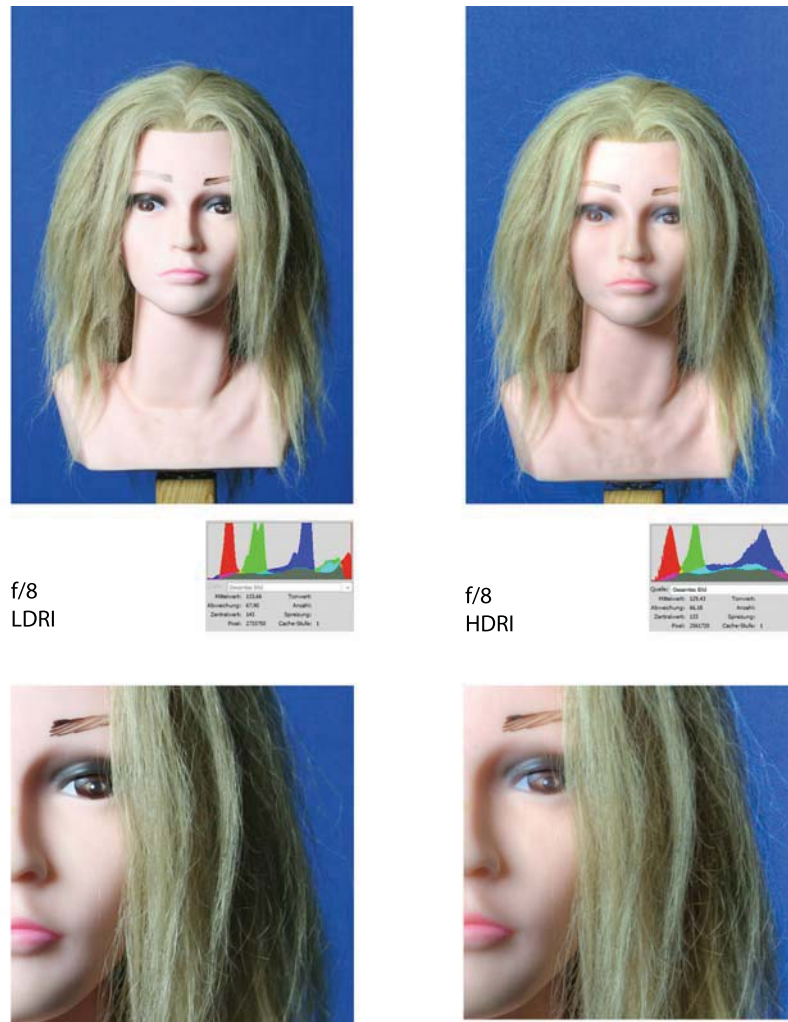


Abbildung 4.20: Vergleich von LDRI (links) und HDRI (rechts) bei Blende 8. Das HDRI zeigt mehr Bilddetails und feinere Tonwertübergänge. Dies bestätigt auch ein Blick auf das Histogramm. Allerdings geht dabei im Vergleich zum LDRI die globale Bildschärfe etwas verloren. Auch der Unschärfe-Verlauf im Hintergrund ist beim LDRI harmonischer, siehe 100%-Ausschnitte.



Abbildung 4.21: Ergebnis-HDRI bei Blende 8, auf Hochformat zugeschnitten. In Photoshop wurden kleinere Bildfehler korrigiert und eine leichte Kontrastanhebung durchgeführt.

4.3 Modell

Der abschließende Versuchsteil, sozusagen die „Kür“ des gesamten Projekts, sollte die zuvor getroffenen Aussagen über eine erfolgreiche HDRI-Erzeugung aus Aufnahmen von statischen Objekten im dreidimensionalen Raum schließlich für die Ausgangsproblematik von bewegten Objekten, in diesem Fall Menschen, verifizieren. Dafür wurden männliche und weibliche Modelle verschiedenen Alters und mit unterschiedlichen äußerlichen Merkmalen wie Haar-, Haut- und Augenfarbe zu einem echten „Shooting“ einbestellt. Für „Realbedingungen“ sorgten eine Studioblitzanlage und verschiedenfarbige Bildhintergründe. Neben der generellen Eignung des Versuchsaufbaus für bewegte Objekte sollten außerdem die Einsatzmöglichkeiten und Eigenschaften eines HDRIs bei einem neutralen, hellen („High Key“) und dunklen Bildhintergrund („Low Key“) überprüft werden.

Die Aufnahmen erfolgten, wie auch zuvor, im „Querformat nebeneinander parallel“, diesmal mit einem festen Blendenwert von $f/8$, welcher beim vorliegenden Motivabstand von $1,75\text{ m}$ eine für den menschlichen Kopf optimale Schärfentiefe von 30 cm erzielte. (vgl. Abschnitt 3.4.1)

4.3.1 Vergleich der Ergebnisse – Modell

In diesem Abschnitt sollen die Ergebnisse des finalen Versuchsteils vorgestellt werden. Dabei wird zunächst mit der Betrachtung der Einzelaufnahmen und eines aussagekräftigen HDRIs von jeder aufgenommenen Person begonnen. Im Anschluss daran folgt der Vergleich zum LDRI und die Vorstellung der Wiedergabe-Charakteristika bei verschiedenen Hintergründen sowie deren Auswirkungen auf das Endresultat. Anhand von 100%-Ausschnitten werden außerdem Detailansichten gezeigt, die eine Beurteilung von Schärfe und Detailreichtum erlauben. Abschließend wird das Ergebnis-HDRI nochmals in Vergleich zu einem Pseudo-HDRI aus nur einer Einzelaufnahme gesetzt und beurteilt.

Auffällig war in diesem letzten Versuchsteil, dass bei der HDRI-Erzeugung mehr Schwierigkeiten in Form von Geisterbildern und Artefakten auftraten, als im vorigen Versuchsteil. So konnte der – bis zu diesem Zeitpunkt zuverlässig arbeitende – automatische Geisterbilder-Reduktionsmodus in Photomatix Pro 4 bei den vorliegenden Aufnahmen jeweils keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielen. Auch der Algorithmus von Adobe Photoshop CS5 erwies sich in diesem Falle als unbrauchbar, deutlich zu sehen in Abbildung 4.22. So musste zum neuen Werkzeug der „semi-manuellen“ Geisterbilder-Entfernung gegriffen werden, das Photomatix Pro erstmals seit der Version 4.0 mitbringt. (siehe Kapitel 2.2.1.1) Auf diesem Weg konnten gute Resultate erzielt werden, jedoch erforderte die Option auch ein gewisses Fingerspitzengefühl beim Markieren und Kennzeichnen von fehlerhaften Bildbereichen und führte letztlich zu einem deutlich höheren Zeitaufwand pro erzeugtem HDRI. Die nur sehr rudimentäre Vorschaufunktion unterstützte dabei den Korrekturprozess nicht gerade im positiven Sinne, da eine echte Vergrößerungsfunktion zum Testzeitpunkt noch nicht realisiert war. So musste stellenweise auf „gut Glück“ retuschiert werden und manche Bildfehler fielen dadurch erst nach der HDRI-Erzeugung auf, was weitere Nachbearbeitung, teilweise aber auch eine komplette Neuerzeugung des HDRIs, nach sich zog. Ein wenig Abhilfe schuf

im Vorfeld der Verarbeitung das Zuschneiden der Ausgangsbilder auf das spätere Format. Hierdurch konnten zumindest die deutlich abweichenden Bildausschnitte und etwaige daraus resultierende Geisterbilder bereits vor der Erzeugung des HDRI wirkungsvoll minimiert werden.

Die bereits erwähnten Perspektivabweichungen zwischen den Einzelaufnahmen traten in diesem Versuchsteil vermutlich deshalb so deutlich in Erscheinung, weil sich die portraitierte Person mit dem Gesicht niemals genau parallel zu den Kameras befand, sondern den Kopf hin und wieder leicht oder auch stärker in eine bestimmte Richtung gedreht hatte. Dieser dadurch sichtbar in Erscheinung tretende Parallaxeneffekt erschwerte jedoch die saubere Herstellung eines HDRIs. So überzeugten die Ergebnisse zwar erneut durch die von einem HDRI zu erwartenden sanften, harmonischen Tonwertübergänge und eine Mehrzahl an Bilddetails. Allerdings ließen die Resultate, wie bereits im vorigen Versuchsteil, durch eine Abnahme der gesamten Bildschärfe, die stellenweise Zunahme an Bildrauschen sowie durch leichte Veränderungen von Gesichtsproportionen, bedingt durch den Parallaxeneffekt und die semi-manuelle Geisterbilderreduktion, zu wünschen übrig.

Im direkten Vergleich zum Pseudo-HDRI aus einer einzelnen, optimal belichteten RAW-Datei, siehe Abbildungen 4.31 und 4.32, kann das echte HDRI zwar weiterhin durch sein Plus an Tonwerten und eine ausgewogenere Helligkeitsverteilung punkten, jedoch ist der Unterschied zwischen den beiden Alternativen – subjektiv betrachtet – nicht sehr groß. Diese Einschätzung unterstreicht sicherlich auch die Tatsache, dass das HDRI, bedingt durch den Parallaxeneffekt, im Verarbeitungsprozess an Bildschärfe einbüßt und im Vergleich zum Pseudo-HDRI etwas „verwaschen“ wirkt. Auch die Analyse bestimmter Bildpassagen in der 100%-Vergrößerung belegt diesen Eindruck. Die ursprüngliche Brillanz und Detailschärfe der Ausgangsaufnahme, die das Pseudo-HDRI über den Verarbeitungsprozess hinweg behält, lässt sich, auch durch nachträgliches Scharfzeichnen, im echten HDRI nicht mehr vollständig zurückholen.



(1)



(2)



(3)

Abbildung 4.22: HDRIs im Vergleich: Photoshop's HDRI-Werkzeug (1) hat sichtbare Probleme bei der Verschmelzung der drei Einzelbilder. Das Ergebnis ist durch Verzerrungen und Geisterbilder unbrauchbar. Etwas besser schlägt sich Photomatix Pro: Bei der automatischen Geisterbilderkorrektur (2) bleiben jedoch sichtbare Bildfehler zurück. Korrigiert man diese selektiv mit dem semi-manuellen Reduktionswerkzeug (3), entstehen teilweise Veränderungen an den Gesichtsproportionen.

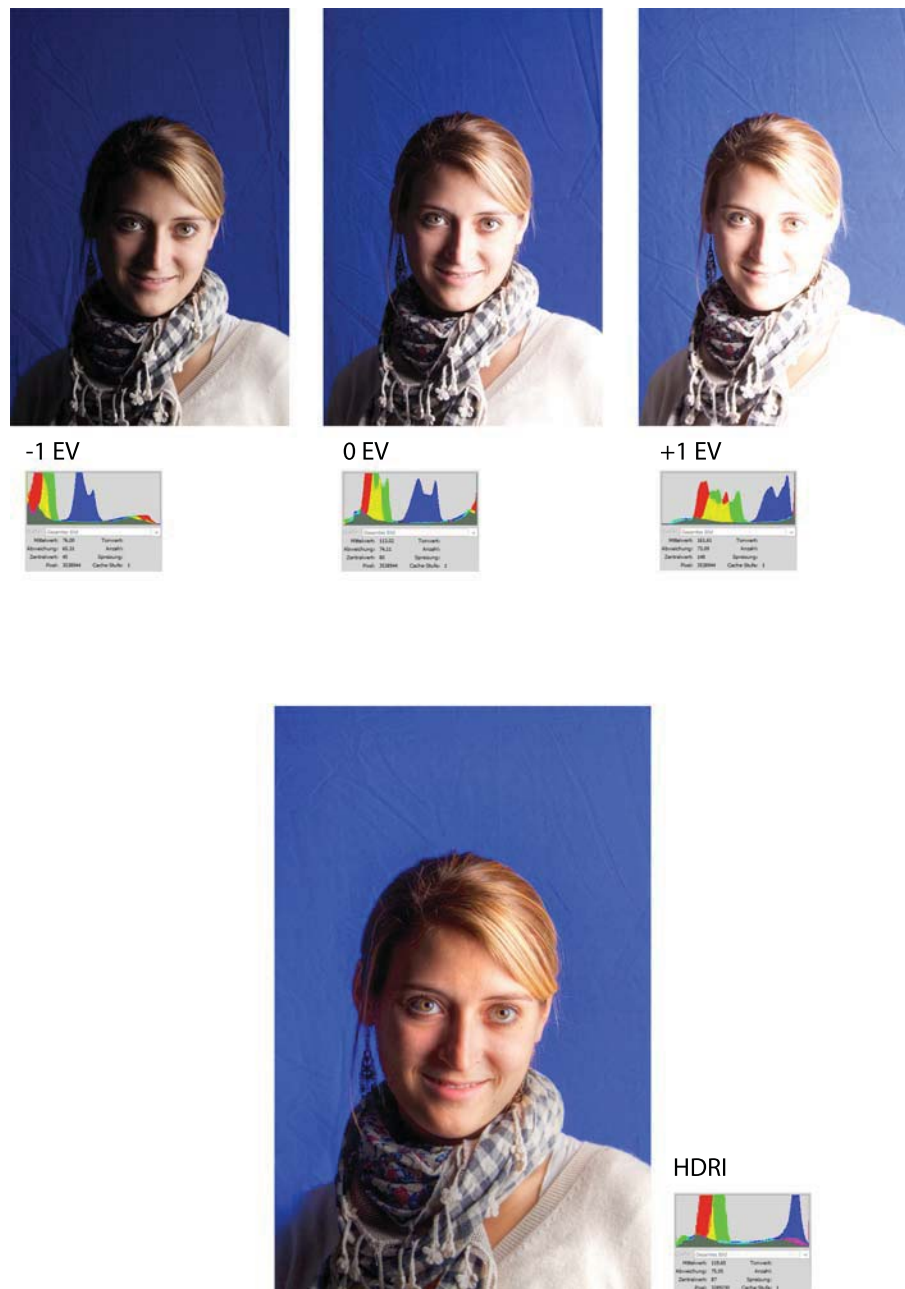


Abbildung 4.23: Modell weiblich, blond: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping und semi-manueller Geisterbilderkorrektur in Photomatix Pro 4.

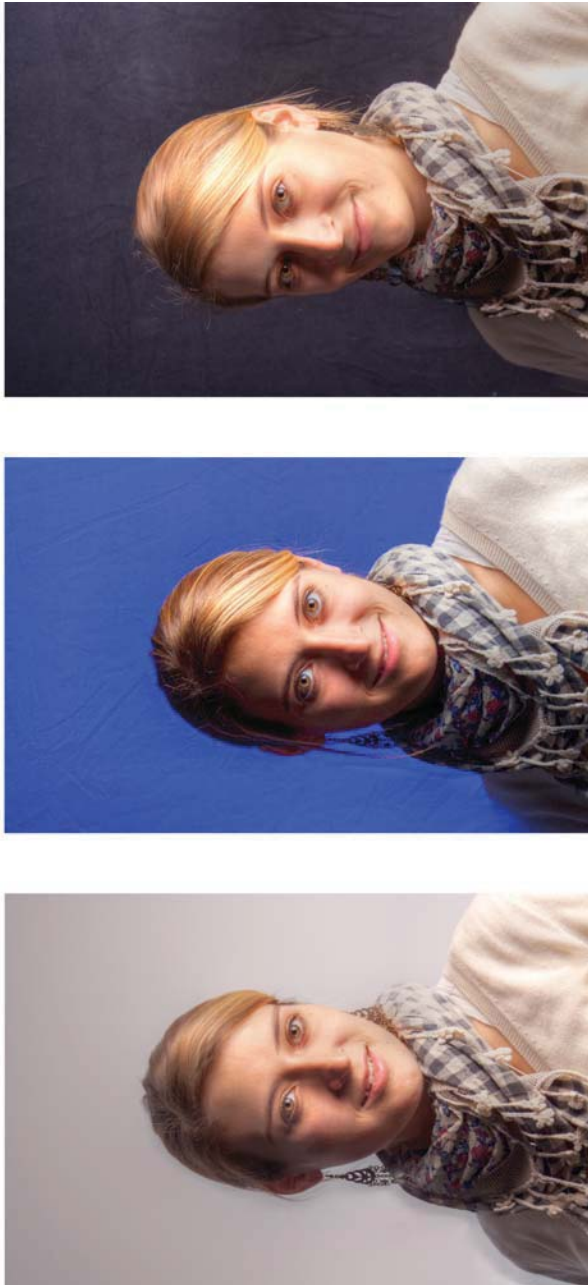


Abbildung 4.24: *Modell weiblich, blond: HDRIs aus Aufnahmen vor weißem, blauem und schwarzem Hintergrund nach Tonemapping und semi-manueller Geisterbilderkorrektur in Photomatix Pro 4.*



Abbildung 4.25: Modell männlich, dunkelblond: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping und semi-manueller Geisterbilderkorrektur in Photomatix Pro 4.



Abbildung 4.26: *Modell männlich, dunkelblond: HDRIs aus Aufnahmen vor weißem, blauem und schwarzem Hintergrund nach Tonemapping und semi-manueller Geisterbilderkorrektur in Photomatix Pro 4.*

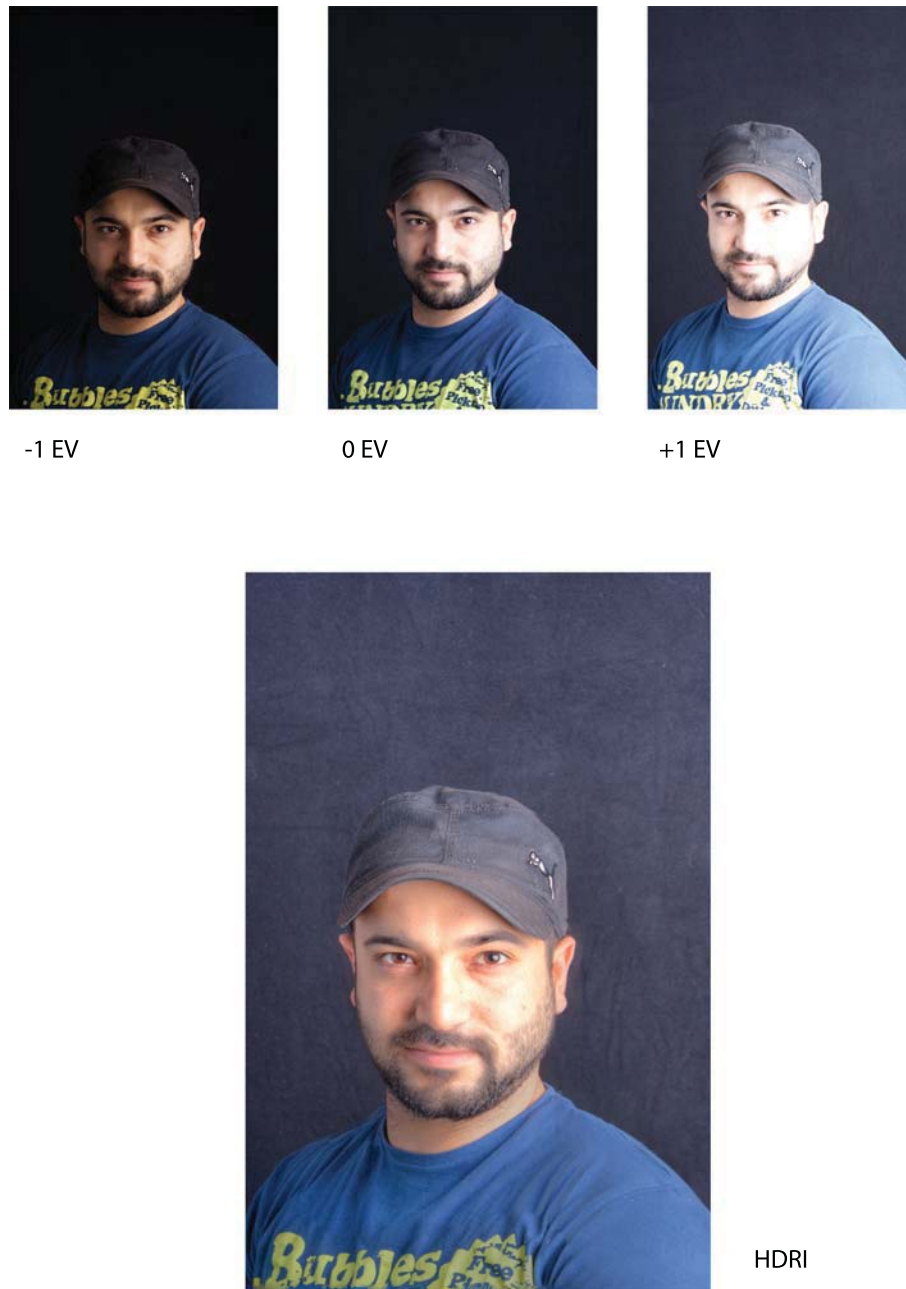


Abbildung 4.27: Modell männlich, mit Bart und Mütze: Belichtungsreihe und HDRI nach Tone-mapping und semi-manueller Geisterbilderkorrektur in Photomatix Pro 4.

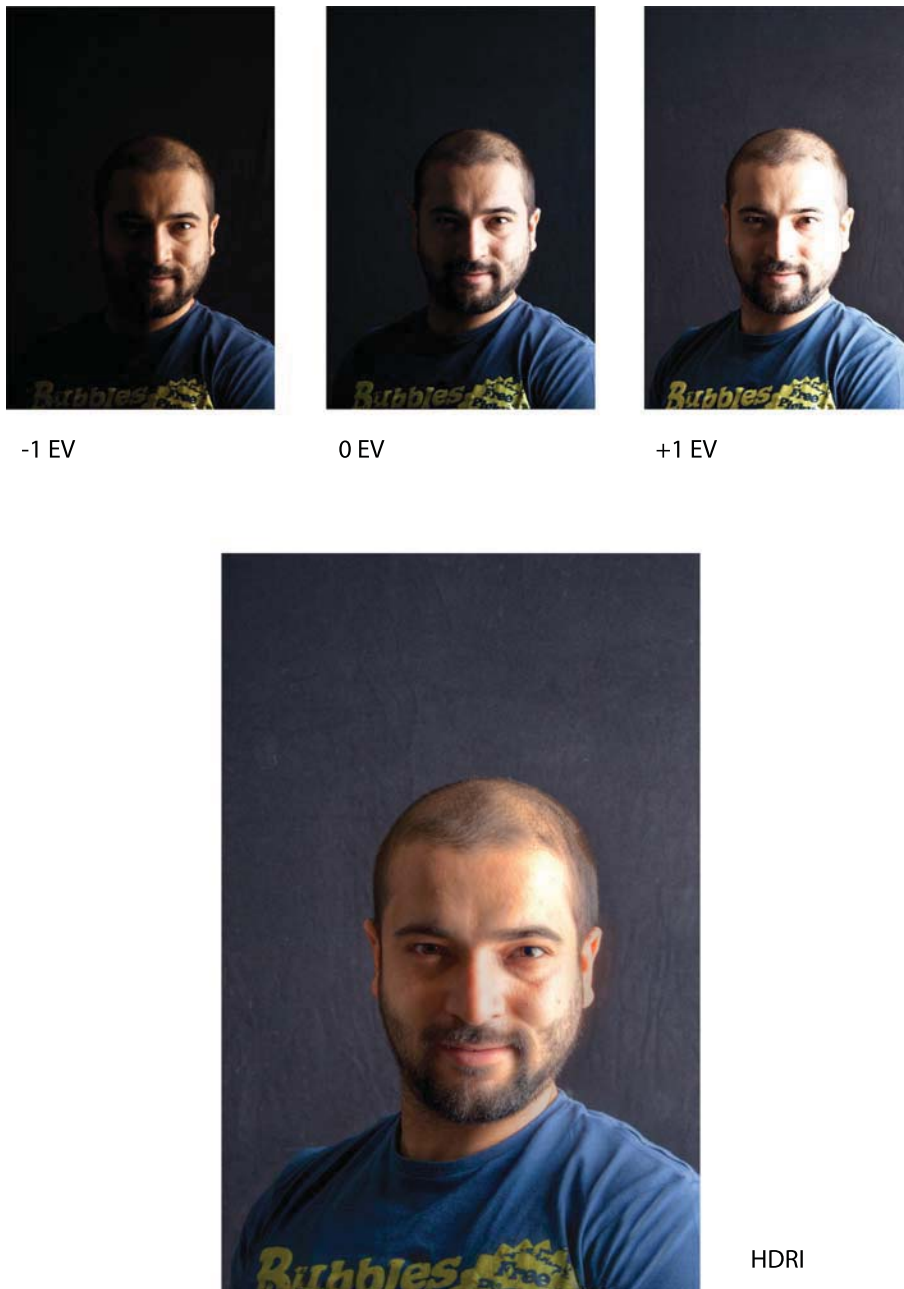


Abbildung 4.28: Modell männlich, mit Bart, ohne Mütze: Belichtungsreihe und HDRI nach Tone-mapping und semi-manueller Geisterbilderkorrektur in Photomatix Pro 4.

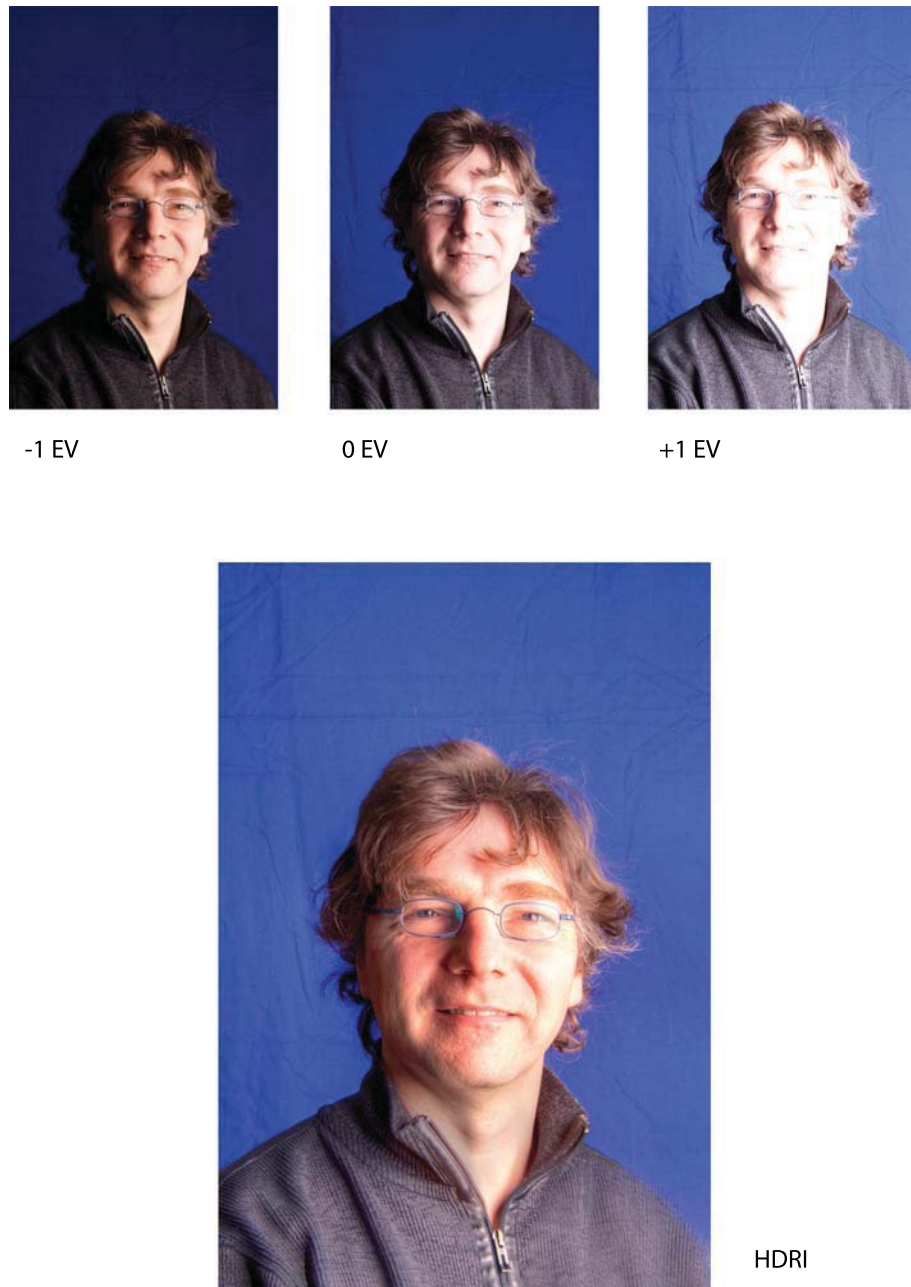


Abbildung 4.29: Modell männlich, braunhaarig: Belichtungsreihe und HDRI nach Tonemapping und semi-manueller Geisterbilderkorrektur in Photomatix Pro 4.

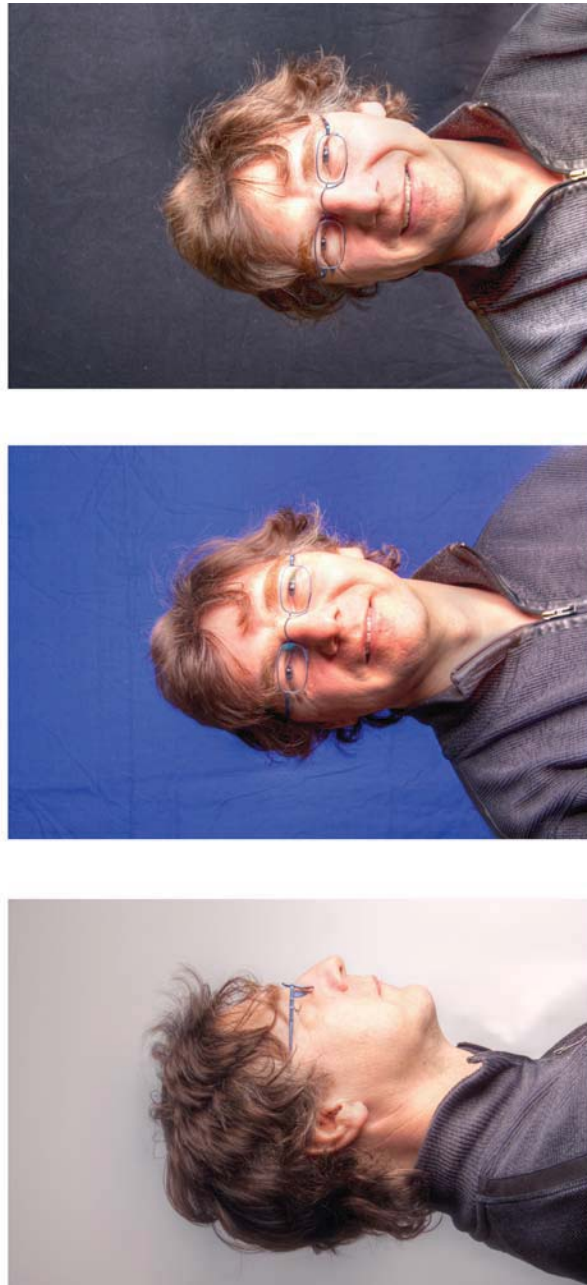


Abbildung 4.30: *Modell männlich, braunhaarig: HDRIs aus Aufnahmen vor weißem, blauem und schwarzem Hintergrund nach Tonemapping und semi-manueller Geisterbilderkorrektur in Photomatix Pro 4.*



Abbildung 4.31: *Modell weiblich, blond: Vergleich von HDRI (Mitte), Pseudo-HDRI (oben) und LDRI (unten).*



Abbildung 4.32: Modell weiblich, blond: Vergleich von HDRI (Mitte), Pseudo-HDRI (oben) und LDRI (unten) im 100%-Ausschnitt. Das HDRI punktet mit sanften Tonwertübergängen und Details, vor allem im Bereich um das linke Auge des Modells. LDRI und Pseudo-HDRI charakterisieren härtere Übergänge und „ausgefressene“ Lichter im Bereich des Nasenrückens und der Stirn. Sie sind jedoch insgesamt sichtbar schärfer als das HDRI.

4.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die Ergebnisse der drei aufeinander aufbauenden Versuchsreihen zur Herstellung von HDRI-Portraitaufnahmen vorgestellt und nach qualitativen Gesichtspunkten beurteilt und verglichen. In den ersten beiden Abschnitten konnte die grundsätzliche Realisierbarkeit dieser Aufnahmen mit dem vorliegenden Versuchsaufbau zunächst für den zwei-, anschließend auch für den dreidimensionalen Bereich verifiziert werden. Im dritten, entscheidenden Versuchsteil mit menschlichen Modellen wurde die Problematik des Parallaxeneffekts und dessen Auswirkungen auf das spätere Ergebnis angesprochen. Die Resultate dieses Abschnitts wurden – zusätzlich zum Vergleich mit dem LDRI – speziell auch der im Bereich bewegter Objekte oft eingesetzten Pseudo-HDRI-Technik gegenübergestellt und dahingehend bewertet. Im nachfolgenden, abschließenden Kapitel werden nochmals alle Ergebnisse dieser Bachelorarbeit zusammengefasst und es folgt ein Ausblick in die Zukunft der HDR-Fotografie von bewegten Objekten.

Kapitel 5

Zusammenfassung und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es, einen neuen Weg zu entwickeln, mit dem es möglich wäre, HDR-Aufnahmen bewegter Objekte ohne den Zeitversatz einer üblichen Belichtungsreihe zu realisieren. Dazu wurden in einem Grundlagenteil zunächst die derzeitigen Methoden und Möglichkeiten zur Aufnahme und Produktion von HDRIs erläutert. Aufbauend auf die Problemstellung bewegter Objekte im Zusammenhang mit der HDR-Fotografie, wurde schließlich die Idee eines möglichen Versuchsaufbaus vorgestellt, der den Zeitversatz zwischen den Einzelaufnahmen einer Belichtungsreihe umgeht. Diese Idee wurde schließlich über drei Versuchstationen ausgebaut und auf das letztendliche Einsatzgebiet von HDR-Portraitaufnahmen angepasst und optimiert. Im Laufe dieses Prozesses wurden zunächst Aufnahmen unter Einbeziehung des zweidimensionalen, später auch unter Einbeziehung des dreidimensionalen Raumes durchgeführt, anhand derer sich das grundsätzliche Gelingen von HDR-Aufnahmen mit dieser Technik für den vorgesehenen Einsatzzweck beweisen ließ. Parallel zu den Aufnahmen wurden auch der digitale Erzeugungs- und Nachbearbeitungsprozess von HDRIs mit gängiger Bildbearbeitungssoftware und dabei auftretende Schwierigkeiten beschrieben. In der konkreten Anwendung des Versuchsaufbaus mit menschlichen Modellen stellte sich heraus, dass der bei den zuvor betrachteten, statischen Aufbauten noch wenig ins Gewicht fallende Parallaxenfehler weitaus deutlicher in Erscheinung trat, wenn das Modell mit dem Gesicht nicht exakt parallel zur Kameraebene gewandt war. Als Folge dessen entstanden deutliche Perspektivabweichungen zwischen den Einzelaufnahmen und daraus resultierend Geisterbilder und Proportionsverschiebungen im späteren HDRI. Dies offenbarte eine Einschränkung des Versuchsaufbaus auf Portraits aus Blickwinkeln, die keine größere Räumlichkeit miteinschließen.

Qualitativ betrachtet erzielten die HDRI-Ergebnisse zwar den erwarteten Zuwachs an Tonwerten und dadurch eine ausgewogenere Helligkeitsverteilung über das gesamte Spektrum. Jedoch entstanden durch den zuvor erwähnten Parallaxenfehler und dessen obligatorische Korrektur im HDRI-Erzeugungsprozess, je nach Ausprägung des Fehlers, leicht verwaschene Ergebnisse mit einem sichtbaren Verlust an Bildschärfe. So kann an dieser Stelle nur schwer ein klares Pro oder Contra in der Beurteilung des gesamten Versuchs ausgesprochen werden. Da der Versuchsaufbau, auch bei perfekter Positionierung von Kamera und Modell, stets durch einen (wenn auch geringen) Parallaxenfehler beeinflusst sein wird, muss der

Mehraufwand für ein solches Shooting immer in Relation zur tatsächlich erzielbaren Bildqualität, verglichen mit einem Pseudo-HDRI oder LDRI, gesetzt werden. Die Entscheidung wird dabei zusätzlich auch von der Einschränkung des Versuchsaufbaus auf wenig räumliche Aufnahmesituationen beeinflusst.

Die HDR-Fotografie bewegter Objekte wird auch in Zukunft ein Thema bleiben, dass es aus Gründen der Bildqualitätssteigerung zu erforschen und weiterzuentwickeln gilt. Bei künftigen Anwendungen des hier vorgestellten Versuchsaufbaus könnte, neben der möglichst parallelen Positionierung des Modells zur Kamera, auch die Verwendung lichtstarker Festbrennweiten für eine Verbesserung der späteren Resultate sorgen, da diese (bei entsprechender Blendenöffnung) die Schärfentiefe und damit die sichtbaren Details im räumlichen Bildeindruck vermindern. Auch der Einsatz von zwei Neutralfiltern gleicher Güte und noch höherer Stärke (ND 16 und ND 4 für eine Belichtungsreihe von $-2/0/+2$ LW), würde die Qualität der Aufnahmen noch einmal verbessern.

Im Bereich der Software-Entwicklung ist, in die Zukunft blickend, davon auszugehen, dass gängige HDRI-Programme bereits in Kürze ausgereifere Funktionen zur Korrektur von Geisterbildern bereitstellen werden, mit denen eine weitere Bildoptimierung möglich ist. Doch auch hier gilt: Einmal durch eine fehlerhafte Bildaufnahme oder den Erzeugungsprozess verlorengegangene Bildinformationen können auch über diesen Weg nicht mehr wiederhergestellt werden. Betrachtet man jedoch die derzeitige, rasante technische Entwicklung auf dem Kameramarkt und den anhaltenden Boom von HDRI, könnten diese Korrekturmechanismen ohnehin bald obsolet werden. Denn es ist durchaus vorstellbar, dass Kameras bereits in wenigen Jahren über eingebaute, vollautomatische Lösungen für hochdynamische Aufnahmen bewegter Objekte verfügen werden, bei denen ein einziger Druck auf den Auslöser genügt. Auch bei einem Blick auf die momentane Entwicklung moderner LED-Monitore, die heutzutage schon über eine sehr hohe Leuchtkraft und Brillanz verfügen, ist es denkbar, dass diese bald auch in den Bereich der HDR-Darstellbarkeit vordringen. Damit einhergehend würde die (derzeit noch obligatorische) Herunterrechnung eines HDRIs über das Tonemapping nach und nach in den Hintergrund rücken und der Fokus der Postproduktion bald auf der Bearbeitung nativer 32-Bit-HDR-Bilder liegen.

Literaturverzeichnis

- [BSB⁺08] BLOCH, Christian (Hrsg.) ; STEINMUELLER, Uwe (Hrsg.) ; BETHKE, Dieter (Hrsg.) ; KRAHM, Rudolf (Hrsg.) ; DORAU, Rainer (Hrsg.) ; KRAUS, Almute (Hrsg.): *Das HDRI-Handbuch, inkl. DVD, High Dynamic Range Imaging für Fotografen und Computergrafiker*. 1. Auflage. dpunkt.verlag GmbH, 2008. – ISBN 9783898644303
- [GG08] GULBINS, Jürgen ; GULBINS, Rainer: *Multishot-Techniken in der digitalen Fotografie*. 1. Auflage. dpunkt.verlag GmbH, 2008. – ISBN 9783898645522
- [Hel09] HELD, Jürgen: *HDR-Fotografie. Das umfassende Handbuch*. 2. erweiterte Auflage. Galileo Design, 2009. – ISBN 9783836214032
- [How09] HOWARD, Jack: *HDRI in der Praxis: High Dynamic Range Imaging für Fotografen*. 1. Auflage. dpunkt.verlag GmbH, 2009. – ISBN 9783898645805
- [Kin08] KINDERMANN, Klaus: *Fotografieren für Fortgeschrittene: Foto-, Licht- und Aufnahmetechnik optimal einsetzen*. 1. Auflage. Franzis, 2008. – ISBN 9783772367779
- [Str08] STRIEWISCH, Tom: *Der große humboldt Fotolehrgang*. 5., vollst. aktual. Aufl. humboldt, 2008. – ISBN 9783899941791
- [Wag11] WAGNER, Reinhard: *Profibuch HDR-Fotografie*. 2. Auflage. Franzis, 2011. – ISBN 9783645600996
- [Wit09] WITTWER, Florian: *Vergleich globaler Beleuchtungsmodelle für Image Based Lighting über HDR-I*. Fachhochschule Gießen-Friedberg, 2009

