HOCHSCHULE
MITTWEIDA
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

BACHELORARBEIT

Frau
Yana Henecka

Die Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende

Ein Vergleich zwischen der GoPro HERO 6 Black und der Canon EOS 70D

2018

Fakultät: Medien

BACHELORARBEIT

Die Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende

Ein Vergleich zwischen der GoPro HERO 6 Black und der Canon EOS 70D

Autorin:
Frau Yana Henecka

Studiengang:
Film und Fernsehen

Seminargruppe:
FF15wK2-B

Erstprüfer:
Prof. Dipl. Toningenieur Mike Winkler

Zweitprüfer:
Diplomkameramann Achim Bendix

Faculty of Media

BACHELOR THESIS

The advantages and disadvantages of a non-manual aperture

A comparison between the GoPro HERO 6 Black and the Canon EOS 70D

author:
Ms. Yana Henecka

course of studies:
Film and Television

seminar group:
FF15wK2-B

first examiner:
Prof. Dipl. Toningenieur Mike Winkler

second examiner:
Diplomkameramann Achim Bendix

Bibliografische Angaben

Henecka, Yana:

Die Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende – Ein Vergleich zwischen der GoPro HERO 6 Black und der Canon EOS 70D

The advantages and disadvantages of a non-manual aperture - A comparison between the GoPro HERO 6 Black and the Canon EOS 70D

73 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2018

Abstract

Diese Arbeit befasst sich mit den Vor- und Nachteilen einer nicht-manuellen Blende. Unter der Berücksichtigung der gleichen Aufnahmebedingungen behandelt sie die Frage, ob Fotos der GoPro HERO 6 Black vergleichbar mit denen der Canon EOS 70D in Bezug auf deren belichtungstechnische Eigenschaften sind. Nach einer Auseinandersetzung mit den theoretischen Begriffen und Grundlagen beider Kameras werden auf objektive Bildqualitätskennzahlen sowie subjektive Bildbewertung eingegangen und diese miteinander verglichen. In Bezug auf die darauffolgende Analyse der Bilder bzw. Gestaltungsmöglichkeiten beider Kameras und der statistischen Auswertung der Umfrage lässt sich erschließen, dass bei den Ergebnissen für die objektiven Bildqualitätskennzahlen die GoPro HERO 6 Black zwar besser abschließt, aber die Bilder der Canon EOS 70D von den Testpersonen subjektiv besser bewertet werden. Dies bedeutet, dass eine nicht manuelle Blende durchaus als Nachteil gesehen werden kann. Als Schlussfolgerung des Ergebnisses wird die Anwendung beider Kameras in der Praxis diskutiert.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis ..... **V**

Abkürzungsverzeichnis ..... **VII**

Formelverzeichnis ..... **VIII**

Abbildungsverzeichnis ..... **IX**

Tabellenverzeichnis ..... **X**

Vorwort ..... **XI**

1 Einleitung **1**

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung 2

1.2 Hintergrund und themenverwandte Arbeiten und Ansätze 4

1.3 Aufbau der Arbeit 6

2 Begriffe und theoretische Grundlagen **8**

2.1 Belichtungsparameter 8

2.1.1 ISO 8
2.1.2 Belichtungszeit 10
2.1.3 Blendenöffnung 11

2.2 Vorstellung der verwendeten Kameras 14

2.2.1 GoPro HERO 6 Black 14
2.2.2 Canon EOS 70D 16

2.3 Funktionsweise der Blende beider Kameras 18

2.3.1 Manuelle Blende 18
2.3.2 Digitale Blende 19

2.4 Vergleich der Brennweite und Belichtungszeit 20

2.4.1 Brennweitenvergleich beider Kameras 21
2.4.2 Belichtungszeitenvergleich beider Kameras 22

3 Objektive Bildqualitätskennzahlen **28**

4 Subjektive Bildbewertung **34**

5 Analyse der Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende **35**

5.1 Setup der Kameras 35

5.2 Aufnahmebedingungen 36

5.2.1 Wahl der Tageszeiten 36
5.2.2 Motivauswahl 37

5.3 Durchführung der Umfrage 37

6 Auswertung und Ergebnisse 40

6.1 Objektive Bildkennzahlen 40

6.2 Subjektive Kennzahlen 46

6.3 Vergleich objektive Kennzahlen mit subjektiven Testergebnissen 47

6.4 Diskussion 48

7 Fazit und Schlussfolgerungen für die Anwendungen in der Praxis 51

7.1 Sportfilm 51

7.2 Dokumentarfilm 53

7.3 Szenischer Bereich 54

Literaturverzeichnis XI

Anlagen XV

Eigenständigkeitserklärung XVII

Abkürzungsverzeichnis

B/O/F/F – Bayrische Outdoor Filmfestival

Bzw. – Beziehungsweise

D.h. – Das heißt

DSLR – Digital single-lens reflex (Spiegelreflexkamera)

Dt. – Deutsch

Ebd. – Ebenda, Ebendort

Engl. – Englisch

E.O.F.T – European Outdoor Filmtour

Li. – Links

O.V. – Ohne Verfasser

P – Testperson

Re. – Rechts

Vgl. – Vergleiche

z.B. – Zum Beispiel

Formelverzeichnis

Formel 1: Berechnung der mittleren Helligkeit 29
Formel 2: Berechnung des Kontrastumfangs 30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Blendenstufen 12
Abbildung 2: Zusammenspiel zwischen Blende, ISO und Belichtungszeit 13
Abbildung 3: Die GoPro HERO 6 Black 14
Abbildung 4: Die Canon EOS 70D 16
Abbildung 5: Beispiel eines Objektivs mit Blendenlamellen 19
Abbildung 6: Blende mit Lamelle und Nutenring 19
Abbildung 7: Objektiv Tokina AT-X 11-16mm f/2.8 Pro DX II 22
Abbildung 8: Setup des Experiments mit der GoPro HERO 6 Black 25
Abbildung 9: Fotoreihe der GoPro HERO 6 Black mit den verschiedenen Geschwindigkeitsstufen 26
Abbildung 10: Finaler Vergleich der Bilder von der GoPro HERO 6 Black (erstes Bild von li.) und der Canon EOS 70 D bei einer Belichtungszeit von 1/200 s. 26
Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung der Bildqualitätskennzahl „Schärfe“ 29
Abbildung 12: Beispiel der Bildqualitätskennzahl „Kontrast“ 31
Abbildung 13: Beispiel der Bildqualitätskennzahl „Rauschen“ 32
Abbildung 14: Digitaler Laser-Entfernungsmesser 35
Abbildung 15: Aufbau beider Kameras 36
Abbildung 16: Fotomotive im Olympiapark München und Schwabing West 37
Abbildung 17: Beispiel der Layouts der ersten Frage 38
Abbildung 18: Tag 1 42
Abbildung 19: Tag 2 43
Abbildung 20: Nacht 1 44
Abbildung 21: Nacht 2 45
Abbildung 22: Auswertung der Umfrage 46
Abbildung 23: Beispiel Korrelationskoeffizient 47
Abbildung 24: Freifallkameramann mit einer DSLR 53
Abbildung 25: Kamerahalterung für den Kinofilm „Hardcore“ 54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Der Vergleich zwischen den ISO, ASA und DIN-Werten 9
Tabelle 2: Das Verhältnis zwischen Belichtungszeit und Blendenöffnung..... 11
Tabelle 3: Technische Spezifikationen der GoPro HERO 6 Black..... 15
Tabelle 4: Technische Spezifikationen der Canon EOS 70D 18
Tabelle 5: Brennweitenvergleich der GoPro HERO 6 Black mit den FOV-Winkeln..... 21
Tabelle 6: Beispiel der Umfragenauswertung 39
Tabelle 7: Tag 1 40
Tabelle 8: Tag 2 41
Tabelle 9: Nacht 1 41
Tabelle 10: Nacht 2 41
Tabelle 11: Ergebnisse der objektiven Bildqualitätskennzahlen 48
Tabelle 12: Ergebnisse der Umfrage mit Testpersonen 48

Vorwort

Ein Wort über die Arbeit...

Durch meine Tätigkeit als Fallschirmspringerin und begeisterte Sportlerin bin ich auf die Kernthematik dieser Arbeit gestoßen. Ich benutze hierbei oft die GoPro HERO 6 Black und habe mich schon immer gefragt, wie es wohl wäre, wenn diese eine manuelle Blende besitzen würde. Die meisten professionellen Fallschirmspringer haben eine DSLR Kamera auf dem Helm montiert, um mehr Freiheiten und Einfluss auf die Bildgestaltung zu haben. Eine so große Kamera bei einem Fallschirmsprung bei sich zu tragen, bringt allerdings einige Risikofaktoren mit sich. Daher stellt sich mir die Frage, was die Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende sind und warum die Hersteller der GoPro Kameras darauf bisher verzichteten, eine manuelle Blende einzubauen.

Ein Wort des Dankes...

Mein besonderer Dank geht an meine Familie, insbesondere an meine Eltern, die mir das Studium ermöglicht und mich in allen meinen Entscheidungen unterstützt haben.

1 Einleitung

Die Blende einer Kamera ist ein essentieller Bestandteil für die Bildgestaltung in der Fotografie. Heutzutage gibt es zwei vorherrschende Blendentechnologien, einerseits das Konzept der manuellen und andererseits das der nicht-manuellen Blende. Hierfür werden beispielhaft zwei gängige, semiprofessionelle Kamerasysteme (GoPro HERO 6 Black und Canon EOS 70D) verwendet. Die folgende Bachelorarbeit befasst sich nun mit der Forschungsfrage:

„Sind Fotos der GoPro HERO 6 Black vergleichbar mit denen der Canon EOS 70D in Bezug auf deren belichtungstechnische Eigenschaften?“

Ziel dieser Bachelorarbeit ist das Aufzeigen der Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende unter z.B. Bewertung durch gängige objektive Kennwerte (z.B. Schärfe, mittlere Helligkeit, Kontrast und Bildrauschen) aus der Bildverarbeitung, oder der Bewertung der Bildqualität durch Testpersonen.

Zu Beginn werden Funktionsweise und Nutzen der Kamerablende aufgezeigt und erläutert. Für diese Arbeit werden als gängige aktuelle Kameras die Canon EOS 70D sowie die GoPro HERO 6 Black (im Linearmodus) verwendet, welche beide ein Zoomobjektiv haben. Hierbei wird auch im Speziellen nochmals auf die digitale Blende und deren Funktion in der GoPro HERO 6 Black eingegangen.

Um die Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende aufzuzeigen, werden mit beiden Kameras Testfotos unter den jeweils gleichen Bedingungen gemacht. Hierbei wird auf die Canon EOS 70D ein GoPro ähnliches Objektiv montiert (z.B. minimal 24 mm bis maximal 49 mm Objektivbrennweite[1]), um vergleichbare Bildausschnittbedingungen zu schaffen, welches aber im Gegensatz zur GoPro Hero 6 Black eine verstellbare Blende aufweist. Darüber hinaus werden die Belichtungs-Parameter (Blendenöffnung, ISO, Belichtungszeit) verändert, wobei die ISO und die Belichtungszeit bei beiden Kameras immer gleich eingestellt werden (z.B. ein konstanter Wert für Tagaufnahmen und ein konstanter Wert für Nachtaufnahmen). Dabei werden Testfotos (unbearbeitete Standbilder von Landschaften oder Stadtmotiven, bewegte und unbewegte Motive) unter den zwei Bedingungen „Tag“ und „Nacht“ erstellt und miteinander verglichen. Zudem soll der Unterschied von objektiven Kennwerten und der subjektiven Ergebnis-

---

[1] Vgl. O.V. Information zum Sichtfeld (FOV) der HERO6 Black. Unter: https://de.gopro.com/help/articles/question_answer/hero6-black-field-of-view-fov-information (abgerufen am 05.03.18).

se / Meinungen auswertet werden, um die Arbeit mit einer qualitativen als auch quantitativen Schlussfolgerung zu versehen. Die Auswertung der Bilder erfolgt somit einerseits unter Verwendung gängiger Bildverarbeitungskennzahlen und andererseits unter Auswertung der statistischen Meinungsverteilung der Testgruppe. Abschließend werden die Erkenntnisse dieser Ausarbeitung verwendet, um mögliche Begründungen zu geben, warum in gängigen Anwendungen in der Praxis (z.B. Sportfilm, Dokumentarfilm und im szenischen Bereich) jeweils die eine oder andere Kamera bevorzugt wird.

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die GoPro-Kameras zählen heutzutage zu den meistverwendeten und bekanntesten Action-Kameras für Sport und Freizeit. So werden diese Kameras nicht nur im Amateurbereich genutzt, sondern bekommen auch immer mehr Aufmerksamkeit im semiprofessinellen Film- und Fernsehbereich. Das aktuelle Modell der GoPro HERO Serie ist die GoPro HERO 6 Black. Sie ermöglicht dem Benutzer die Aufnahme von 4K Bildern mit 60 *fps* (engl. *frames per second* zu dt. Bilder pro Sekunde) und hat einen neuen GP1-Prozessor für eine flüssige Videoaufnahme und -widergabe, hochauflösende Bilder sowie eine schnelle Bildverarbeitung.[2] Solche technischen Merkmale in eine kleine und kompakte Kamera zu verbauen ist eine enorme Leistung und insbesondere in den teureren und größeren Kameramodellen nicht immer vorhanden. Des Weiteren hat der Benutzer die Möglichkeit, verschiedene “Aufnahmemodi” einzustellen und in den Untermenüs die gewünschten Auflösungen wie zum Beispiel *fps*, *FoV* (engl. *Field of View* zu dt. Sichtfeld oder Bildwinkel), Brennweite und erweiterte Einstellungen zu bestimmen und vorzunehmen[3] (Im Kapitel 2.2 bis 2.4 werden die einzelnen Eintstellungen im Detail nochmals genauer beschrieben). Jedoch bleibt dem Benutzer die Einstellung der Blendenöffnung in der ganzen GoPro HERO Serie verwehrt, welches in der Fotografie ein wichtiges und unverzichtbares Gestaltungselement darstellt, um einem Bild Schärfentiefe und Dreidimensionalität zu verleihen. Des Weiteren sorgt die Blende auch für die Lenkung des Blickes und der Reduzierung von zu viel Bildinformation für das menschliche Auge und den Bildsensor. Die amerikanische Wissenschaftsjournalistin K.C. Cole schrieb dazu folgenden Satz:

---

[2] Vgl. O.V. Verfügbare Videoauflösungen für HERO6 Black. Unter: https://de.gopro.com/help/articles/block/available-video-resolutions-for-hero6-black (abgerufen am 07.03.18).

[3] Vgl. O.V. HERO 6 Back. Benutzerhandbuch. Unter: https://de.gopro.com/content/dam/help/hero6-black/manuals/HERO6Black_UM_DE_REVB.pdf (abgerufen am 05.03.18).

"Die Blende einer Kamera und die Pupille sind nicht dazu da, Informationen hereinzulassen, sondern dazu, welche auszublenden. Wer je eine Kamera in der Hand hatte, weiß, dass zuviel Information einen genauso blind machen kann wie zuwenig."[4]

Die Blende als ein nicht vorhandenes Gestaltungsmittel bringt diverse Vor- und Nachteile mit sich. Einerseits ist es ein Nachteil für den Benutzer, da er mit einer nicht-manuellen Blende bestimmte Bildpunkte vom Hintergrund bzw. Vordergrung nicht hervorbringen kann. Das Auge bekommt ein Bild mit einem großen oder kleinen Bildwinkel, in dem viele Bildelemente scharf abgebildet werden und das keine klaren Anhaltspunkte enthält. Andererseits ist es gerade für den Sportbereich z.B. Fallschirmspringen, Tauchen, Klettern, Surfen, Fahrradfahren etc., wofür die GoPro HERO 6 Black auch hauptsächlich konzipiert wurde, ein enormer Vorteil, weil Objekte mit einer schnellen Bewegung oder mit viel Kamerabewegung scharf und hochauflösend abgebildet und wiedergegeben werden können. Zudem ist die Bauform der GoPro HERO 6 Black kompakt, klein und leicht. Mit ihrem zahlreichen Zusatzequipment lässt sie sich nahezu überall montieren und bietet neue Blickwinkel und Perspektiven. Die Handhabung der Canon EOS 70D ist hierbei komplizierter, weil die Kamera schwerer ist und sich nur mit eigenen Baukonstuktionen an Befestigungspunkten montieren lässt. Jedoch besteht hier die Möglichkeit, die Blende manuell oder automatisch zu bedienen. Dem Benutzer steht es je nach Situation frei, sein Bild mit der Blende zu gestalten oder nicht. Zudem wurde bereits in diversen Fotoforen, Fachzeitschriften und Communities über dieses Problem der nicht-manuellen Blende der GoPro HERO 6 Black des öfteren diskutiert.

Die GoPro HERO 6 Black wird heutzutage nicht mehr nur für Sport- und Action-Videos genutzt. Es werden mit ihr sowohl Film- und Fernsehausschnitte gedreht als auch Landschaftsaufnahmen und Portraits gemacht. Des Weiteren hat das Unternehmen "GoPro" eine eigene Webseite für einen laufenden Film- und Fotowettbewerb offen. Hierbei können die GoPro-Nutzer ihre Film- und Fotoinhalte hochladen und veröffentlichen. Das Unternehmen sucht dann die besten Videos und Fotos heraus und nominiert die Gewinner mit einem GoPro-Award und zahlreichen Preisen. Und auch die sozialen Netzwerke katalysieren Fotowettbewerbe mit der GoPro HERO 6 Black Kamera mit Inhalten, die von Sport- bis Landschaft- und Kunstfotos oder Portraits reichen. Gerade für diese Ziegruppe von ambitionierten, semi-professionellen Fotografen und Amateuren wäre die einfache Funktion einer einstellbaren Blende z.B. via Touch-Screen hilfreich und interessant. Eine neue Funktion für die GoPro HERO-

---

[4] Banek Cora, Banek Georg (2013): Fotografieren lernen. Band1. Die Technischen Grundlagen. Kameras, Objektive und Zubehör. 2., Aktualisierte Auflage. Heidelberg. dpunkt.Verlag. S. 85.

Serie könnte darüber hinaus dazu beitragen, sich von dem stetig wachsendem Markt an Action-Kameras hervorzuheben und ein Alleinstellungsmerkmal zu generieren.

1.2 Hintergrund und themenverwandte Arbeiten und Ansätze

Einen genauen Vergleich zwischen der GoPro HERO 6 Black und der Canon EOS 70D gibt es bislang noch nicht. Zumal die GoPro HERO 6 Black erst seit Ende des Jahres 2017 auf dem Markt ist. Allerdings gibt es Arbeiten zu älteren GoPro-Kameramodellen in Zusammenhang mit anderen Forschungsansätzen, zum Beispiel eine Arbeit von Denise Friedrich über den Einsatz der GoPro Kameras im Bereich Fernsehen.[5] Darüber hinaus schrieb Jakob Ihde über die GoPro HERO 3 im Professionellen TV-Bereich und welche Probleme in der Prostproduktion und im Arbeitsprozess mit dieser Kamera und ihren Codecs auftreten können.[6]

Im Bereich der Fachliteratur gibt es zu dem Thema Blende und ihrer Funktionsweise, den verschiedenen Belichtungsparametern und der Fotografie im Allgemeinen zahlreiche Publikationen. Hinsichtlich des Inhalts dieser Literatur sind sie sich ähnlich und unterscheiden sich lediglich in der Spezifizierung und der einzelnen Schwerpunkte im Bereich der Fotografie. So schrieb Michael Freemans ein Buch über die “Kunst der perfekten Belichtung: Der Schlüssel zu brillianten Bildern”.[7] Hierbei geht es ihm nicht nur um die Blende und wie sie funktioniert, sondern wie sie im Zusammenhang mit den Belichtungsparametern ISO und Belichtungszeit ein perfektes Bild enstehen lässt. Der technische Aspekt steht genauso im Vordergrund wie der Gestalterische. Jörg Jovy schrieb ein umfassendes Handbuch über das digitale Filmen, [8] welches unter anderem auch ein Vergleich sowie die Funktionsweise der manuellen Blende versus der Blendenautomatik beinhaltet. Darüber hinaus zählt er auch die Vor- und Nachteile einer solchen Kamerafunktion auf und ihr Zusammenspiel mit der Belichtung. Für die technische Funktionsweise und den Aufbau einer solchen Blendenöffnung gibt es eine Fach-

---

[5] Vgl. Friedrich, Denise (2014): Produktionstechnische Eignung der digitalen Kompaktkamera GoPro für den Broadcast-Bereich. Hochschule Mittweida. Unter: https://monami.hs-mittweida.de/frontdoor/index/index/docId/5361 (abgerufen am 07.03.18).

[6] Vgl. Ihde, Jakob (2013): Integration der GoPro Hero 3 Black Edition in einem professionellen Post-produktionsworkflow. Hochschule Mittweida. Unter: https://monami.hs-mittweida.de/frontdoor/index/index/docId/4056 (abgerufen am 07.03.18).

[7] Freemans, Michael (2009): Kunst der perfekten Belichtung. Der Schlüssel zu brillianten Bildern. Markt + Technik Verlag. München.

[8] Vgl. Jovy, Jörg (2017): Digital Filmen. Das umfassende Handbuch. 2. Auflage. Bonn. Rheinwerk Verlag GmbH.

literatur, geschrieben von Ulrich Schmidt, die sich ausschließlich mit der professionellen Videotechnik, sowie der analogen und digitalen Grundlagen der Film- und Fernsehtechnik befasst.[9] Indessen geht es neben der mechanischen Bauweise und Funktion auch um die mathematischen Kennzahlen der Blendenöffnung. Des Weiteren werden auch die Vor- und Nachteile einer Blende angesprochen, als auch die Veränderungen der Schärfentiefe in Abhängigkeit der Blendenöffnung. Für die Kamera Canon EOS 70D gibt es von Christina Westphalen ein kameraspezifisches Handbuch, welches sich durchgreifend nur mit diesem Kameramodell beschäftigt, alle relevanten und technischen Daten beschreibt und darüber hinaus auch die gestaltungstechnischen Möglichkeiten der Kamera aufzeigt.[10]

Das Auffinden von Fachliteratur und themenverwandten Arbeiten sowie Ansätzen für die GoPro HERO 6 Black in Bezug auf die Blende gestaltet sich schwierig. Zumal es für die aktuelle Version der Kamera noch keine Literatur gibt, beschränken sich die Informationen der technischen Daten auf die öffentlich zugänglichen Angaben von dem Unternehmen GoPro sowie dessen Benutzerhandbuch für die Kamera GoPro HERO 6 Black. Über die Handhabung der GoPro-Kamera gibt es ein umfangreiches Buch über das vorherige Modell der HERO-Serie, der GoPro HERO 5, und wie diese am besten zum Einsatz gebracht wird. Diese Literatur ist hauptsächlich für das Videofilmen vorgesehen und nicht für das Fotografieren, jedoch werden auch Informationen zum Thema Grundwissen über die GoPro-Kamera vermittelt, um dessen Potenzial bestmöglich ausschöpfen zu können.[11] Die GoPro-Kameras haben in den letzten Jahren einen konstanten Hype ausgelöst, der seit der ersten kommerziellen GoPro-Kamera bis heute noch anhält. Die beiden Autoren Ahmad Mohammadi und Timo Laufs haben in ihrem Buch „Frozen Frames: Die Portabilisierung des Bulletin Time Effektes“[12] eine kurzen Ausschnitt dazu beschrieben. Allerdings handelt es sich hierbei um die ältere Version der GoPro HERO 3 Reihe. Für die Anwendung in der Praxis werden hauptsächlich die Quellen von den Unternehmen GoPro selbst verwendet oder es die Inhalte beziehen sich auch auf Beispielfilme von Youtube oder Vimeo.

---

[9] Vgl. Schmidt, Ulrich (2005): Professionelle Videotechnik. Analoge und digitale Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, HDTV, Kameras, Displays, Videorecorder, Produktion und Studiotechnik. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag.

[10] Vgl. Westphalen, Christina und Haarmeyer, Holger (2015): Das Kamerahandbuch Canon EOS 70D. Ihre Kamera im Praxiseinsatz. 1. Auflage, korrigierter Nachdruck. Bonn. Rheinwerk Verlag GmbH.

[11] Vgl. Breuer, Julian (2017): GoPro. Mit spaß und System zum spektakulären GoPro-Video. 2. Auflage. Heidelberg. dpunkt. Verlag GmbH.

[12] Laufs, Timo und Mohammadi, Ahmad (2014): Frozen Frames. Die Portabilisierung des Bulletin Time Effektes. Hamburg. Bachelor + Master Publishing. S. 37.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit lässt sich, wie im Inhaltsverzeichnis veranschaulicht, in sieben Teile gliedern. Nach einer Einleitung, welche die Beschreibung der Forschungslücke und des Forschungsstands beinhalten, folgen die theoretischen Begriffe und Grundlagen. Hierbei werden die themenrelevanten Kamerabegriffe umfänglich erläutert und beschrieben, insbesondere diejenigen welche in Abhägigkeit zur Blende stehen, z.B. ISO und Belichtungszeit. Anschließend werden die beiden Kameras, GoPro HERO 6 Black und Canon EOS 70D, vorgestellt und auf ihre spezifischen Eigenschaften und Fähigkeiten eingegangen. Im Zuge dessen wird auch auf die Funktionsweise und den Nutzen der Blende eingegangen, im Speziellen auf die manuelle Blende der Canon EOS 70D und der Blendenautomatik der GoPro HERO 6. Nach der Erläuterung der Blendenfunktion beider Kameras findet ein Vergleich der Brennweite und der Belichtungszeit statt. Besonders in diesem Teil wird auch auf die Wahl der Brennweite eingegangen, da diese bei der GoPro HERO 6 Black nicht ersichtlich ist wie bei der Canon EOS 70D. Dies ist auch der Fall mit der Bestimmung der Belichtungszeit der GoPro HERO 6 Black, denn diese Einstellungsoption ist nicht unter den erweiterten Einstellungen zu finden und muss mit Hilfe einer Tastenkombination freigeben werden. Darüber hinaus gibt es unter den Belichtungszeiten die Einstellungsoption “Auto”, welche nicht vom Hersteller definiert ist. Diese Funktion wird im Rahmen dierse Arbeit experimentell erörtert und festgelegt.

Anschließend werden die gängigen und objektiven Bildqualitätskennzahlen sowie die subjektiven Bildbewertungen vorgestellt und erläutert. Das Kapitel 5 befast sich mit der Analyse der Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende. Hierbei wird der Ablauf und der Aufbau der beiden Kameras beschrieben und die genaue Vorgehensweise für die Aufnahme der Testfotos erklärt. Daraufhin werden die Aufnahmebedingungen und der Aufnahmevorgang der Testfotos veranschaulicht mit Bezug auf die Wahl der Tageszeiten und der Motivauswahl. Mit den ausgewählten Fotoergebnissen wird parallel zur Auswertung der Bildanalysekennzahlen eine Umfrage durchgeführt. Diese beschäftigt sich mit den subjektiven Bewertungen der Bilder anhand einer breiten Zielgruppe von Männern und Frauen zwischen 20 und 60 Jahren.

Die Auswertung der Ergebnisse teilt sich in die Beurteilung und Erläuterung der objektiven Bildkennzahlen, einer kurzen statistischen Auswertung der Umfrage, einem Vergleich der objektiven Kennzahlen mit den subjektiven Testergebnissen der Umfrage mit einer anschließenden Diskussion aller Ergebnisse. Hierbei wird auch auf die Probleme und Feststellungen während des Experiments eingegangen.

Zuletzt wird ein Fazit gefasst und noch eine kurze Schlussfolgerung für die Anwendung in der Praxis erläutert. Hierbei handelt es sich um die praktische Anwendung der

Kameras im Bereich des Sportfilms, des Dokumentarfils sowie im Film- und Fernsehbereich im Bezug auf die Ergebnisse dieser Arbeit. Des Weiteren werden zu den jeweiligen Genres auch Beispielfilme mit kurzen Interpretationen aufgezeigt. Dies veranschaulicht nochmals den Nutzen der manuellen und nicht-manuellen Blende.

2 Begriffe und theoretische Grundlagen

Dieses Kapitel erläutert die wichtigsten belichtungstechnischen Eigenschaften, welche im Zusammenhang mit der Blende stehen. Diese sind allgemein und nicht auf die beiden Kameras Canon EOS 70D und GoPro HERO 6 Black bezogen. Für die belichtungstechnischen Eigenschaften beider Kameras siehe Kapitel 2.2 bis 2.4.

2.1 Belichtungsparameter

Die Belichtungsparameter sind keine alleinstehenden Kennzahlen, sondern sollten im Zusammenspiel betrachtet werden. Ihre Kombination lässt am Ende das perfekte Foto entstehen. Dadurch wird ein Bild dreidimensional geformt und gestaltet. Gleichzeitig sind die individuellen Einstellungen der Parameter wie eine Visitenkarte eines jeden Fotografen. Jeder dieser Parameter steht in Beeinflussung des anderen Parameters, wie zum Beispiel die ISO im Zusammenhang zur Belichtungszeit. Der Fotografenmeister Peter Uhl und die Fotografin Martina Walther Uhl bescheiben diesen Zusammenhang als ein "Tauschgeschäft", da die ISO zwar ein besser beleuchtetes Bild liefert, aber die Bildqualität unter Umständen verringert wird.[13] Zum Thema der Belichtungsparameter schrieb der US-amerikanische Fotograf Edward Steichen, welcher auch als Patriach der Fotografie bekannt war, folgenden Satz:

"Schon in der Anfangszeit, als der Fotograf die Belichtungszeit selbt abmaß, als in der Dunkelkammer der Entwickler penibel angemischt wurde, um bestimmte Effekte zu erzielen, da wurde manipuliert. Tatsächlich ist jedes Foto von A bis Z eine Fälschung. Ein völlig sachliches, unmanipuliertes Foto ist praktisch nicht möglich. Letzten Endes bleibt es allein eine Frage von Maß und Können."[14]

2.1.1 ISO

Die ISO (engl. ***I**nternational **S**tandard **O**rganisation*) oder auch ASA (engl. ***A**merican **S**tandard **A**ssociation*) genannt, bezeichnet die Lichtempfindlichkeit des Kamerasensors. Der Begriff stammt aus der analogen Fotografie während der

---

[13] Vgl. Uhl, Peter und Walther-Uhl, Martina (2017): Fotoschule des Sehens (HRSG.). Grundlagen der Reisefotografie. Profifotos in 3 Schritten. 64 faszinierende Bildideen und ihre Umsetzung. 2. Auflage. Hannover. Humboldt. S. 53.

[14] Binder-Sabha, Lucie (2007): Foto. Kunst. Kunst der Gegenwart. Kalifornien. Edition Sammlung Essl. S. 31.

Verwendung von Zelluloidfilm und ist des Weiteren im deutschsprachigen Bereich auch noch als DIN-Wert (**D**eutsches **I**nstitut für **N**ormung) bekannt. Darüber hinaus verbindet der Begriff ISO die beiden Normen ASA und DIN in einer Kennzahl. Dies lässt sich wie folgt darstellen, zum Beispiel ergibt sich aus 400 ASA und 27 DIN der ISO-Wert 400/27°.[15] Das Gradzeichen beschreibt die Lichtempfindlichkeit einer Fotoemulsion nach dem deutschen Astronom Julius Scheiner.[16] Die Skalen zwischen ISO und ASA lassen sich 1:1 gleichwertig ablesen und unterscheiden sich nur in ihrer Schreibform. So sind 200/24° ISO gleichzeitig auch 200 ASA. Für die Umrechnung zwischen ASA und DIN wird von dem Ausgangswert 12 ausgegangen, denn 12 DIN entspechen auch 12 ASA und 12/12° ISO.[17] Der DIN-Wert ist logarithmisch und durch die Halbierung des ISO-Werts z.B. von ISO 100 zu ISO 50, ergibt sich die Subtraktion von 3 und durch Verdopplung ergibt sich die Addition von +3 des DIN-Werts.[18] Verdoppelt sich nun der ISO-Wert beispielsweise von 200 auf 400 ISO, so verdoppelt sich auch die Lichtempfindlichkeit des Sensors.[19] Wird vom Zelluloidfilm ausgegangen, so hat der Wert ISO 100/21° die halbe Lichtempfindlichkeit von ISO 200/24°, bzw. die doppelte Lichtepfindlichkeit von 400/27°.

DIN	ASA	ISO
12	12	12/12°
15	25	25/15°
18	50	50/18°
21	100	100/21°
24	200	200/24°
27	400	400/27°
30	800	800/30°

Tabelle 1: Der Vergleich zwischen den ISO, ASA und DIN-Werten[20]

Des Weiteren ist der ISO-Wert von der Belichtungszeit abhängig. Das bedeutet, je höher die eingestellte ISO ist, desto kürzer wird die Belichtungszeit.[21] Hierbei können

---

15 Vgl. Maschke, Thomas (2013): Digitale Kameratechnik. Technik digitaler Kameras in Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag. S. 44.

16 Vgl. Riat, Martin (2006): Graphische Techniken. Eine Einführung in die verschiedenen Techniken und ihre Geschichte. E-Book. 3. deutsche Ausgabe. S. 27.

17 Vgl. O.V. Kleine-Fotoschule. DIN/ASA/ISO. Unter: https://www.kleine-fotoschule.de/kameratechnik/blende-belichtungszeit-und-iso-zahl/din-asa-iso.html (abgerufen am 08.03.18).

18 Vgl. Schmidt, Ulrich (2005): Professionelle Videotechnik. Analoge und digitale Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, HDTV, Kameras, Displays, Videorecorder, Produktion und Studiotechnik. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag. S.269.

19 Vgl. Ebd. Maschke, Thomas. S. 44.

20 Ebd. Schmidt, Ulrich. S. 269.

Objekte mit einer schnellen Bewegung in schlechteren Lichtverhältnissen bzw. mit einer kleinen Blende erfasst werden. Jedoch muss mit einem Qualitätsverlust und dem sogenannten “Bildrauschen” gerechnet werden. Dieses Problem tritt besonders dann auf, wenn die native Lichtempfindichkeit des Sensors (ISO 100-200) überschritten wird.

2.1.2 Belichtungszeit

Die Belichtungszeit, auch Verschlusszeit genannt, spielt eine weitere wichtige Rolle in der Aufnahme, Gestaltung und Entstehung eines Bildes. Sie bestimmt den Zeitraum in der das Licht auf die Sensorebene der Kamera trifft und somit ein Bild belichtet. Dies geschieht mit einem Verschluss vor dem Sensor, welche für eine gewisse Zeit (Belichtungszeit) den Sensor freigibt. Hierbei gibt es drei verschiedenen Verschlusstechniken: den mechanischen Zentralverschluss, welcher vorallem bei Groß- und Mittelformatkameras vorkommt, den mechanischen Schlitzverschluss, welcher bei Kleinbildkameras mit Wechselobjektiven aufzufinden ist, und den digitalen Verschluss. Zudem gibt es Mischformen zwischen den verschiedenen Verschlusstechniken.[22] Die Kennzahl wird mit einem Bruch und der Zeitangabe “s” für die Sekunden angegeben, wie zum Beispiel “1/40 s”. Die Belichtungszeit steht in einem engen Zusammenhang mit der Blendenöffnung (F) und der ISO. Des Weiteren ist die Belichtungszeit von der Intensität des bereits vorhandenen Lichts am Motiv abhängig, der Lichtmenge, die durch das Objektiv auf den Sensor trifft, sowie der Empfindlichkeit des Sensors. Aus diesen Faktoren wird die korrekte Belichtungszeit bestimmt.[23] Daraus lässt sich die Faustregel “Die Belichtung ist das Produkt von Intensität mal Zeit”[24] erschließen. Ein Foto kann also nur mit einer bestimmten Gleichgewichts-Kombination zwischen Belichtungszeit und Blendenöffnung entstehen, daher muss bei der Veränderung der Blende auch die Belichtungszeit angepasst werden. Dies bedeutet, dass bei einer großen Blende eine kurze Belichtungszeit und bei einer kleinen Blende eine lange Belichtungszeit eingestellt werden sollte.[25] Die folgende Tabelle veranschaulicht die Kombination zwischen den Faktoren Belichtungszeit (s) und Blendenöffnung (F):

---

[21] Vgl. Uhl, Peter und Walther-Uhl, Martina (2017): Fotoschule des Sehens (HRSG.). Grundlagen der Reisefotografie. Profifotos in 3 Schritten. 64 faszinierende Bildideen und ihre Umsetzung. 2. Auflage. Hannover. Humboldt. S. 53.

[22] Vgl. Maschke, Thomas (2013): Digitale Kameratechnik. Technik digitaler Kameras in Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag. S. 99.

[23] Vgl. Gartside, Tim und Macdonald, Roderick (2005): Digital fotografieren/001. Landschaft. Step by Step. München. Markt+Technik Verlag. S. 54.

[24] Weber, Ernst A. (2013): Fotopraktikum. Basel. Springer-Verlag. S. 18.

[25] Vgl. Ebd. Weber, Ernst A. S. 19.

Blendenöffnung (F)	Belichtungszeit (s)
1	1/500
1.4	1/250
2	1/125
2.8	1/60
4	1/30
5.6	1/15
8	1/8
11	1/4
16	1/2
22	1

Tabelle 2: Das Verhältnis zwischen Belichtungszeit und Blendenöffnung[26]

Die Belichtungszeit ist darüber hinaus auch mit der Brennweite verbunden. Das bedeutet, dass z.B. mit einer langen Brennweite von 200mm eine lange Belichtungszeit gewählt werden sollte, da einerseits durch die lange Brennweite ein Lichtverlust gegeben ist und zum anderen durch den engen Bildausschnitt Verwacklungen und Bewegungsunschärfen entstehen können.

Kurze Belichtungszeiten, wie z.B. “1/400 s”, erzeugen eine scharfe Abbildung ohne Verwacklungen, welche z.B. durch die Handkameraführung entstehen können. Darüber hinaus lässt eine kurze Belichtungszeit Bewegungen wie “eingefroren” erscheinen. Bei der Verwendung von langen Belichtungszeiten wie z.B. “1/2 s” wird der Einsatz von einem Stativ empfohlen, weil die lange Zeitspanne des geöffneten Verschlusses Verwacklungen und Unschärfen entstehen lässt. Des Weiteren erzeugt die lange Verschlusszeit ein “fließendes” Bild, in dem die Bewegungen ineinander übergehen und verwischen.[27]

2.1.3 Blendenöffnung

Die Blende (engl. *F-Stop*) stellt ein wichtiges Element in jedem Objektiv dar und gehört zur Gruppe der drei Belichtungsparameter. Der Blendenverschluss, welcher aus mehreren Lamellen besteht, besitzt einen veränderbaren Durchmesser, der sich entweder durch den Blendenring am Objektiv selbst oder digital im Kameramenü einstellen lässt.

---

[26] Vgl. Weber, Ernst A. (2013): Fotopraktikum. Basel. Springer-Verlag. S. 18.

[27] Vgl. Uhl, Peter und Walther-Uhl, Martina (2017): Fotoschule des Sehens (HRSG.). Grundlagen der Reisefotografie. Profifotos in 3 Schritten. 64 faszinierende Bildideen und ihre Umsetzung. 2. Auflage. Hannover. Humboldt. S. 47 - 50.

Die Hauptaufgabe der Blende ist es, den einfallenden Lichtstrom auf den Kamerasensor zu regeln. Dies geschieht durch die Reduzierung des nutzbaren Bereichs der Objektivlinsen. Darüber hinaus verhindert sie die Entstehung von Aberrationen bzw. Abbildungsfehlern, welche meistens durch Randeinstrahlungen am Objektiv entstehen können. Diese werden durch die Blende abgeschnitten bzw. ausgeblendet.

Das Formelzeichen von der Blendenzahl ist das „F“ und steht im Verhältnis mit dem Durchmesser eines Objektivs (d) und dessen maximaler Lichtstärke und der Brennweite (f´) und lässt sich wie folgt darstellen: „F = f´/d.“[28] Ein Anwendungsbeispiel zur Bestimmung des maximalen Durchmesser in der Praxis wäre zum Beispiel: D = 85 mm / 2.8 = 30mm. Des Weiteren ist zu unterscheiden zwischen *F-Stop* und *T-Stop*. Dieser wird meisten bei Kino-Optiken angegeben und bezieht sich auf die Werte der tatsächlichen Lichtmenge, welche durch das Objektiv durchgeht und am Bildsensor ankommt. Der *T-Stop* ist im Gegensatz zum *F-Stop* präziser und der Lichtverlust der Optik (Transmissionsverlust) ist hierbei schon mit einbezogen. Die Blendenzahlen sind in Abstufungen angegeben, welche jeweils um den Faktor √2 proportional im Verhältnis stehen (z.B. 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16). Die Blendenzahl selbst ist ein Bruch, d.h. f/8 wäre korrekterweise F = 1/8. Daher kommt auch die Bedeutung, dass große Blendenzahlen, kleine Blendenöffnungen darstellen. Denn der Zahlenwert 1/8 ist größer als der Zahlenwert 1/16.[29] Die Blendenfläche und die damit verbundene Lichtintensität wird mit der Steigerung um jeweils eine Blendenzahl halbiert.[30]

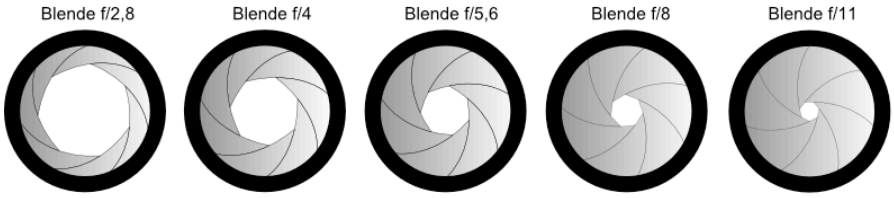


Abbildung 1: Blendenstufen[31]

---

[28] Vgl. Schmidt, Ulrich (2005): Professionelle Videotechnik. Analoge und digitale Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, HDTV, Kameras, Displays, Videorecorder, Produktion und Studiotechnik. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag. S. 336.

[29] Vgl. Uhl, Peter und Walther-Uhl, Martina (2017): Fotoschule des Sehens (HRSG.). Grundlagen der Reisefotografie. Profifotos in 3 Schritten. 64 faszinierende Bildideen und ihre Umsetzung. 2. Auflage. Hannover. Humboldt. S. 42.

[30] Ebd. Vgl. Schmidt, Ulrich. S. 336.

[31] Vgl. O.V. Foto-Kurs.com. Besser fotografieren lernen mit Online Fotokurs. Die Blende (aperture: „Öffnung“) Gestaltungselement Nr. 1. Unter: https://www.foto-kurs.com/kamera-blende.php (abgerufen am 11.03.18).

Darüber hinaus beeinflusst die Blende auch die Schärfentiefe. Denn je kleiner bzw. größer die Blendenöffnung wird, desto größer bzw. kleiner wird der Schärfentiefe-Bereich. Nicht ohne weiteres können bei einer kleinen Blendenöffnung (d.h. große Blendenzahl) Bildfehler entstehen, wie z.B. Beugungsunschärfen, wo hingegen bei einer großen Blende (kleine Blendenzahl) die Lichtintensität zum Bildrand abnehmen kann. Um die bestmögliche Bildqualität zu erreichen, sollte ein mittlerer Blendenwert gewählt werden.[32] Weiterführend steht die Blendenöffnung auch im Zusammenhang mit der Belichtungszeit. Denn einer bei einer kleinen Blende ist die Lichtmenge, welche auf den Sensor trifft, reduziert. In diesem Fall muss eine längere Belichtungszeit gewählt werden. Das gleiche gilt auch bei einer großen Blende, da hier viel Licht eintrifft, daher sollte eine kurze Belichtungszeit gewählt werden. Die ist unabhängig von dem eingestellten ISO-Wert bzw. bei gleichbleibenden Lichtverhältnissen.[33]

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die drei Belichtungsparameter stets im Zusammenspiel miteinander stehen. Verändert sich der eine Zahlenwert, müssen die anderen beiden auch angepasst werden. Nachfolgende Abbildung veranschaulicht die drei Parameter nochmals:

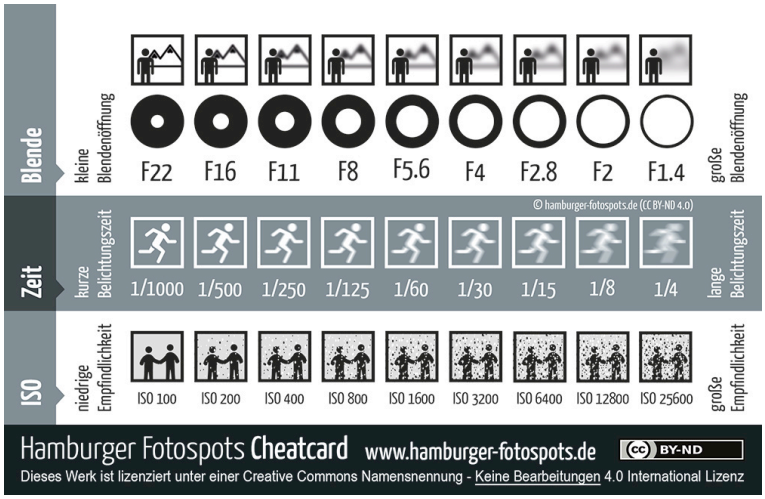


Abbildung 2: Zusammenspiel zwischen Blende, ISO und Belichtungszeit[34]

---

32 Vgl. Schmidt, Ulrich (2005): Professionelle Videotechnik. Analoge und digitale Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, HDTV, Kameras, Displays, Videorecorder, Produktion und Studiotechnik. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag. S. 337.

33 Vgl. Uhl, Peter und Walther-Uhl, Martina (2017): Fotoschule des Sehens (HRSG.). Grundlagen der Reisefotografie. Profifotos in 3 Schritten. 64 faszinierende Bildideen und ihre Umsetzung. 2. Auflage. Hannover. Humboldt. S. 40 - 41.

34 Peters, Daniel. Fotoblog Hamburg. Offizieller Foto-Blog von Hamburger Fotospots. Gneialer Spickzettel für Fotografen als kostenloser Download. Unter: http://blog.hamburger-fotospots.de/genialer-spickzettel-fuer-fotografen-als-kostenloser-download/ (abgerufen am 12.03.18).

2.2 Vorstellung der verwendeten Kameras

In dem folgenden Kapitel werden die beiden Kameras mit ihren technischen Spezifikationen vorgestellt. Hierbei werden vor allem die Kennzahlen beider Kameras aufgeführt und kurz erläutert.

2.2.1 GoPro HERO 6 Black

Abbildung 3: Die GoPro HERO 6 Black[35]

Die GoPro HERO 6 Black, von dem US-amerikanischen Erfinder Nick Woodman, ist die aktuelle GoPro-Kamera auf dem internationalen Markt (Stand 2018). Die Kamera schafft Aufnahmen von 4K mit flüssigen 60fps. Damit hebt sie sich deutlich von ihrem Vorgängermodell, der HERO 5, ab. Die Kamera besitzt, laut dem GoPro Support Hub, einen 12 Megapixel CMOS-Sensor in der Größe 1/2.3 inch.[36] Das Design der Kamera ist nach wie vor klein und kompakt (62 x 44 x 32 mm) und besteht aus einer robusten, gummierten Außenhülle mit einem kleinen Schriftzug “HERO 6”. Dabei hat die Kamera ein Gesamtgewicht von 117 Gramm (ohne Akku, Speicherkarte und “The Frame”). Die Kamera ist ohne Hülle bis zu zehn Meter Wassertiefe dicht.[37] Darüber hinaus lässt sich die Kamera mit Hilfe einer Sprachsteuerung, via Touchscreen oder über die Tasten bedienen. Das Herzstück der GoPro HERO 6 Black ist der GP1-Prozessor. Dieser ist auf die Bedürfnisse und das Können der Kamera abgestimmt und macht flüssige Aufnahmen von 4K mit 60 Bildern pro Sekunde, sowie eine hohe Bildqualität möglich.

---

[35] O.V. GoPro HERO6 Black. Unter: https://www.amazon.com/GoPro-CHDHX-601-HERO6-Black/dp/B074X5WPC5 (abgerufen am 17.03.18).

[36] Vgl. O.V. GoPro Support Hub. Hero 6 Black Sensor Size. Unter: https://community.gopro.com/t5/Cameras/Hero-6-Black-Sensor-Size/td-p/137700 (abgerufen am 18.04.18).

[37] Vgl. O.V. GoPro HERO6 Black Kamera. Unter: https://www.apple.com/de/shop/product/HLPA2ZM/A/gopro-hero6-black-kamera (abgerufen am 16.03.18).

Zudem ist die Kamera durch den GP1-Prozessor lichtstark und ermöglicht Nachtbilder bzw. Nachtaufnahmen, ohne die ISO zu hoch einzustellen und damit ein Bildrauschen zu riskieren. Des Weiteren gibt es auch die Option in Full-HD (1080p) mit 240fps aufzunehmen, für die Bearbeitung in *Slow Motion* (engl. Zeitlupe).[38] Die Kamera hat einen elektronischen Bildstabilisator welcher allerdings nicht für die Aufnahme in 4K 60fps und 1080p 240fps wegen der großen Datenmengen zu Verfügung steht. Mit Hilfe eines virtuellen Zoom-Hebels, angezeigt im Touchscreen, lässt sich der Bildausschnitt im Foto- und Videomodus beliebig verändern. Zudem hat der Benutzer im Videomodus die Wahl zwischen den unterschiedlichen Bildwinkeln, wie z.B. Super View, Weit (Standard) und Linear.[39] Der Ton wird über die drei Mikrofone aufgenommen. Hierbei bestimmt die Kamera das Mikrofon, welches am wenigsten Störgeräusche empfängt.[40]

Für die Aufnahme von Fotos besitzt die GoPro HERO 6 Black eine HDR-Funktion, welche es ihr ermöglicht, hintereinander drei unterschiedlich belichtetete Fotos zu erstellen und diese zusammenzufügen. Darüber hinaus lassen sich die Bilder, insbesondere Nachtaufnahmen, bis zu 30 Sekunden lang belichten. Die Auflösung der Fotos beträgt 12MP. Die Burst-Funktion erreicht bis zu 30 Bilder pro Sekunde. [41]

Die folgende Tabelle fasst alle technischen Fakten der GoPro Hero 6 Black nochmals zusammen:

GoPro HERO 6 Black	
Abmaß	62 x 44 x 32 mm
Gewicht	117g
Aufnahmeformat	JPEG, RAW
Sensor	12 MP CMOS-Sensor (1/2.3 inch)
Auflösung Video	1080p, 4K
Auflösung Foto	12MP
Bildstabilisator	Elektronisch
Prozessor	GP1
Zoom	Touch-Zoom
Mikrofon	3, Stereo
Verbindungen	Via Bluetooth, WLAN

Tabelle 3: Technische Spezifikationen der GoPro HERO 6 Black

---

38 Vgl. O.V. Hero6 Black. Unter: https://de.shop.gopro.com/EMEA/cameras/hero6-black/CHDHX-601-master.html (abgerufen am 16.03.18).

39 Vgl. O.V. HERO 6 Back. Benutzerhandbuch. Unter: https://de.gopro.com/content/dam/help/hero6-black/manuals/HERO6Black_UM_DE_REVB.pdf (abgerufen am 15.03.18). S. 52.

40 Vgl. O.V. HERO 6 Back. Benutzerhandbuch. S. 7, 82.

41 Ebd. Vgl. O.V. HERO 6 Back. Benutzerhandbuch. S. 59.

2.2.2 Canon EOS 70D

Abbildung 4: Die Canon EOS 70D[42]

Die Kamera Canon EOS 70D kam Ende 2013 auf den Markt. Sie wird als eine preiswerte und professionelle Kamera angesehen und weist viele Einsatzmöglichkeiten auf. Sie ist witterungsbeständig (nicht wasserdicht), hat ein Touchdisplay, ein Daumenrad, sowie eine große Auswahl an passenden EF-Wechselobjektiven. Des Weiteren ist sie die erste Canon Kamera mit der neuen Dual Pixel CMOS AF Technologie. Hierfür hat die Kamera einen eingebauten 20,2 Megapixel CMOS-Sensor im APS-C-Format (22,5 x 15 mm). Dabei erreicht sie eine maximale Bildauflösung von 5472 x 3648 Bildpunkten. Dies ermöglicht auch in lichtarmen Verhältnissen möglichst wenig Bildrauschen aufzunehmen. Weil die Kamera keinen Vollformatsensor besitzt, hat sie einen Crop Faktor von 1,6 (siehe Kapitel 3.1.1). Die Abmaße der Kamera betragen ca. 139 x 104,3 x 78,5 mm und sie hat ein Gesamtgewicht von ca. 755g (nach CIPA-Testrichtlinien, einschließlich Akku und Speicherkarte).[43] Das Gehäuse besteht aus einem Polykarbonat, welches mit Aluminium und Glasfaser verstärkt wurde. Darüber hinaus lässt sich das Display auf der Rückseite der Kamera ausklappen und 360° drehen.

Die Kamera besitzt einen DIGIC 5+ Prozessor für detailreiche und scharfe 14-Bit-Aufnahmen. Dies ermöglicht auch eine Berechnung von Bildern, mit einer unterschiedlichen Belichtungsverhältnissen, zu einem HDR-Bild (*engl. High dynamic range*). Dar-

---

42 O.V. Canon EOS 70D SLR-Digitalkamera (20,2 Megapixel, 7,7 cm (3 Zoll) TFT-Display, CMOS-APS-C Sensor, 0,95-fach Zoom, mini-HDMI, 3,5mm Klinke) Kit inkl. EF-S 18-135mm Objektiv schwarz. Unter: https://www.amazon.de/Canon-SLR-Digitalkamera-Megapixel-TFT-Display-CMOS-APS-C/dp/B00DSR6OIY/ref=sr_1_3?ie=UTF8&qid=1521385905&sr=8-3&keywords=canon+EOS+70d (abgerufen am 18.03.18).

43 O.V. Canon EOS 70D – Technische Daten. Unter: https://www.canon.de/for_home/product_finder/cameras/digital_slr/eos_70d/specification.aspx (abgerufen am 17.03.18).

über hinaus ermöglicht der Prozessor Reihenfotoaufnahmen von bis zu sieben Bildern pro Sekunde in voller Auflösung. Dies ist gerade für Sport- bzw. dynamische Aufnahmen bestens geeignet. Dabei wird das Kamerasystem von einem 19-Punkte Autofokussystem (Kreuzsensoren), für eine kontinuierliche Schärfenachführung unterstützt. Hierfür sind die einzelnen Pixel mit zwei Fotodioden ausgestattet, welche unabhängig oder in Zusammenarbeit mit dem Autofokus für die Bildaufzeichnung ausgelesen werden.[44] Die Verschlusszeiten der Kamera reichen von 1/8000 Sekunden bis 30 Sekunden. Für die Aufnahme von Videos erreicht die Canon EOS 70D eine Auflösung von 1080p (Full HD) mit maximal 30 Bildern pro Sekunde. Mit einer Auflösung von 720p kommt die Kamera auch auf 60fps.[45]

Die Fotofunktion der Canon EOS 70D umfasst mehrere Aufnahmeprogramme wie zum Beispiel: A+ (Vollautomatik), P (Zeit-Blendenkombination), TV (Zeitvorwahl / Blendenautomatik), AV (Blendenvorwahl / Zeitautomatik), M (Alle Einstellungen sind Manuell), B (Bulb; Langzeitbelichtung), Auto ISO, SCN (Besondere Szenen), Portrait, Landschaft, Nahaufnahmen, Sport, Nachtportrait, Nachtaufnahmen ohne Stativ, CA (Kreativ-Automatik) und das Programm C (Individuell mit den eigenen Einstellungen belegbar).[46] Die auswählbaren Dateiformate umfassen bei der Fotofunktion JPEG (mit unterschiedlichen Qualitätsabstufungen) und RAW mit der Option zwischen mRAW sowie sRAW. Der Farbraum ist frei wählbar zwischen sRGB und Adobe RGB.[47]

Außerdem hat die Kamera ein eingebautes WLAN-Modul, welches dem Benutzer ermöglicht die Fotos direkt nach der Aufnahme auf den Computer zu übertragen. Zudem gibt es, ähnlich wie bei der GoPro HERO 6, die Möglichkeit die Kamera über *eine Remote*-App auf dem Smartphone, Tablet oder Computer zu bedienen.[48]

Die folgende Tabelle zeigt nochmals alle wichtigen technischen Spezifikationen der Canon EOS 70D auf:

---

[44] O.V. Canon EOS 70D – Technische Daten. Unter: https://www.canon.de/for_home/product_finder/cameras/digital_slr/eos_70d/specification.aspx (abgerufen am 18.03.18).

[45] Ebd. O.V. Canon EOS 70D – Technische Daten.

[46] Vgl. Westphalen, Christina und Haarmeyer, Holger (2015): Das Kamerahandbuch Canon EOS 70D. Ihre Kamera im Praxiseinsatz. 1. Auflage, korrigierter Nachdruck. Bonn. Rheinwerk Verlag GmbH. S. 122-139.

[47] Ebd. O.V. Canon EOS 70D – Technische Daten.

[48] Vgl. Westphalen, Christina und Haarmeyer, Holger (2015): Das Kamerahandbuch Canon EOS 70D. Ihre Kamera im Praxiseinsatz. 1. Auflage, korrigierter Nachdruck. Bonn. Rheinwerk Verlag GmbH. S. 52.

Canon Eos 70D	
Abmaß	139 x 104,3 x 78,5 mm
Gewicht	755g
Aufnahmeformat	JPEG, RAW
Sensor	CMOS, APS-C-Format (22,5 x 15 mm)
Auflösung Video	1080p max. 30fps
Auflösung Foto	20,2 MP
Prozessor	DIGIC 5+
Mikrofon	Stereo
Verbindungen	WLAN

Tabelle 4: Technische Spezifikationen der Canon EOS 70D

2.3 Funktionsweise der Blende beider Kameras

Im Kapitel 2.1.3 wurde auf die allgemeine Aperturblende im Zusammenspiel mit der ISO und der Belichtungszeit eingegangen. Nun wird die Funktionsweise der mechanischen bzw. manuellen Blende am Beispiel der Spiegelreflexkamera Canon EOS 70D dargestellt. Des Weiteren wird auch die Funktionsweise der Digitalblende im Zusammenhang mit der Kamera GoPro HERO 6 Black erläutert.

2.3.1 Manuelle Blende

Die Blende der Canon EOS 70D befindet sich nicht in der Kamera selbst, sondern in den für die Kamera verwendbaren Objektiven. Die Blende ist hierbei eine mechanische Vorrichtung, über die sich die Lichtmenge, welche auf den Sensor trifft, regeln lässt. Das Objektiv, welches für diese Arbeit verwendet wird, ist das Tokina AT-X 11-16mm f/2.8 Pro DX II Ultraweitwinkelzoomobjektiv (77mm Filtergewinde) für das Canon Bajonett und besteht aus insgesamt neun Blendenlamellen.[49] Das Objektiv ist über die Kontakte mit der Kameraelektronik verbunden. Dadurch lassen sich die Blendenwerte entweder über das Kameradisplay oder über das Schnellwahlrad an der Kamera einstellen.

Die Blendenlamellen sind so ineinander verzahnt, dass sie sich kreisförmig und symmetrisch zueinander öffnen oder schließen lassen, dabei bleibt der Mittelpunkt konstant. Die Mechanik bewegt sich demnach drehend nach innen sowie nach außen. Die Öffnungsgröße lässt sich, abhängig von den Blendenstufen, variabel bestimmen.

---

[49] O.V. Tokina. AF 11-16mm F2.8 AT-X 116 Pro DX II. Unter: http://www.tokinalens.com/tokina/products/atxpro/atx116prodxii/ (abgerufen am 14.03.18).

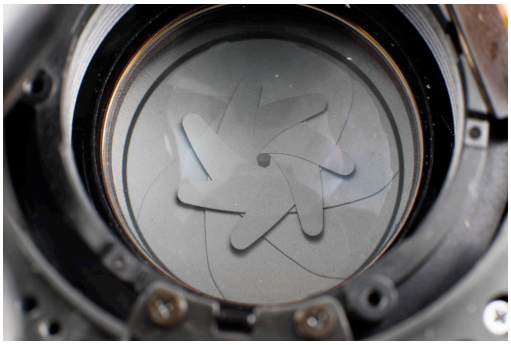


Abbildung 5: Beispiel eines Objektivs mit Blendenlamellen[50]

Je mehr Blendenlamellen ein Objektiv besitzt, desto runder erscheint die Blende und desto kreisförmiger werden die „Bokeh-Abbildungen“. Jede einzelne Lamelle der Blende ist auf eine eigene Achse innerhalb des Objektivs platziert. Die Lamellen sind mittels eines Nutenrings über die Achse mit einer anderen Blendenlamelle verbunden. Dies gewährleistet eine synchrone Bewegung der gesamten Lamellen. Je nach Objektiv und Bauart kann die Blende entweder manuell, mit einer externen Blendeneinrichtung oder über den Motor, welcher im Objektiv verbaut ist, bedient werden.[51]

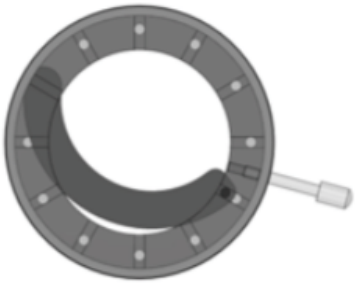


Abbildung 6: Blende mit Lamelle und Nutenring[52]

2.3.2 Digitale Blende

Die GoPro HERO 6 Black unterscheidet sich von seiner Bauweise von der Vergleichs-Kamera Canon EOS 70D in vielerlei Hinsicht. Die robuste und kompakte Action-Kamera besitzt mit Ausnahme von den wasserdichten Seitenverschlüssen keinerlei äußerlich sichtbare mechanische Bauelemente. Daher erscheint es unwahrscheinlich, dass diese Kamera eine mechanische Blende eingebaut hat. Diese wäre weiterhin für

---

50 Schwabe, Martin. Fotocommunity-Fotoschule. In Zusammenarbeit mit Sigma. Blende – Einfach erklärt. Unter: https://fotoschule.fotocommunity.de/blende/ (abgerufen am 14.03.18).

51 Vgl. O.V. Sahm Feinwerktechnik. Funktionsweise Irisblende. Unter: http://www.sahm-wetzlar.de/downloads/Irisblende.pdf (abgerufen am 14.03.18).

52 Ebd. Sahm Feinwerktechnik.

die dynamische Benutzung der Kamera, wie z.B. bei Extrem-Sportarten, recht störanfällig.

Die Blendengröße ist vom Unternehmen GoPro nicht direkt auf den ersten Blick aufgelistet. Zudem gibt es keinerlei Einträge über die Blendengröße der Kamera im Benutzerhandbuch oder auf der Produktwebseite von GoPro selbst. Nach eingehender Recherche im Internet und Foren wurde ein älterer Eintrag vom GoPro-Support über die GoPro HERO Session bzw. Die GoPro HERO 4 gefunden, zusammen mit der Antwort, dass die Blendengröße bei diesem Kameramodell f/2.8 beträgt.[53] Um sicherzustellen, dass dies auch möglicherweise auf die GoPro HERO 6 Black zutrifft, wurde der GoPro-Kundendient telefonisch kontaktiert. Dabei stellte sich heraus, dass die GoPro HERO 6 Black ein eingebautes Objektiv hat, welches ebenfalls eine feste Blendenöffnungsgröße[54] von f/2.8 aufweist. Hierbei ist der Wert, laut dem GoPro Kundendienst, bei allen GroPro HERO-Kameras gleich und ändert sich in den verschiedenen Einstellungsmodi nicht. Daraus lässt sich erschließen, dass die Kamera die Lichtmenge, welche auf den Sensor trifft, nur anhand der Belichtungszeit regelt (siehe Kapitel 3.1.2) und diese mit der ISO z.B bei Dunkelheit ausgleicht. Bei diesem Prinzip kann es passieren, dass bei zuviel Licht, wie z.B. Gegenlicht mit direkter Sonneneinstrahlung, die GoPro HERO 6 Black das Bild überbelichtet und es dem Benutzer nicht möglich ist, dies mit dem Schließen der Blende auszugleichen. Des Weiteren verfügt die Kamera über eine “Belichtungskontrolle”, welche es dem Benutzer ermöglicht, einen Bereich im Bild per Touchscreen auszuwählen und die Kamera diesen bei der Belichtungsbestimmung vorzieht.[55]

2.4 Vergleich der Brennweite und Belichtungszeit

Das folgende Kapitel vergleicht beide Kameras anhand ihrer Brennweite und Belichtungszeit. Zur Bestimmung der Belichtungszeit, der GoPro HERO 6 Black im Automatikmodus, wird ein Experiment durchgeführt.

---

[53] Vgl. O.V. Was ist die Blendenzahl (F-Stopp) bei der HERO Session/Hero4 Session?. Unter: https://de.gopro.com/help/articles/Question_Answer/What-is-the-F-stop-in-HERO4-Session-Cameras (abgerufen am 15.03.18).

[54] Vgl. Grna, Benjamin und Frömelt Georg (2015): Und Action. Unterwegs mit der GoPro. 2. Auflage. mitp-Verlag. S. 69.

[55] Vgl. O.V. HERO 6 Back. Benutzerhandbuch. Unter: https://de.gopro.com/content/dam/help/hero6-black/manuals/HERO6Black_UM_DE_REVB.pdf (abgerufen am 15.03.18). S. 75.

2.4.1 Brennweitenvergleich beider Kameras

Die GoPro HERO 6 Black hat ein digitales Zoomobjektiv, welches sich über den Touchscreen (Touch-Zoom) bedienen lässt. Darüber hinaus gibt es verschiedene einstellbare Sichtfelder (engl. *FOV, field of view*). Die Daten zu den jeweiligen Brennweiten und Sichtfelder sind vom Hersteller angegeben und öffentlich zugänglich. Bei der GoPro HERO 6 Black ist zwischen dem Weitwinkelsichtfeld 16:9 und 4:3 sowie dem Linearmodus zu unterscheiden. Die folgende Tabelle veranschaulicht diese im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Brennweiten sowie den *FOV*-Winkeln mit 0% Zoom:

Sichtfeld (FOV)	Brennweite	Vertikaler Grad *FOV*	Horizontaler Grad *FOV*	Diagonaler Grad *FOV*
Weites 16:9-FOV (Sichtfeld)	16mm (min.) – 33mm (max.)	69,5°	118,2°	133,6°
Weites 4:3-FOV (Sichtfeld)	15mm (min.) – 30mm (max.)	94,4°	122,6°	149,2°
Lineares Sichtfeld	24mm (min.) – 49mm (max.)	55,2°	85,5°	-

Tabelle 5: Brennweitenvergleich der GoPro HERO 6 Black mit den FOV-Winkeln[56]

Für den Vergleich der Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende wird die GoPro HERO 6 Black in den Linearmodus eingestellt. Dies hat den Vorteil, dass das Bild nicht durch den “Fisheye-Effekt” gekrümmt und somit schwieriger zu beurteilen ist, sondern sich besser mit den Bildern der Canon EOS 70D vergleichen lässt. Zudem gestaltet es sich schwierig, ein vergleichbares Objektiv für die Canon zu finden. Der Touch-Zoom wird nicht verwendet und somit hat die Kamera eine Brennweite von 24mm. Dieser Brennweitenwert stellt für die Canon EOS 70D den zu erreichenden Ausgangswert dar, um vergleichbar mit der GoPro zu bleiben. Hierbei ist besonders darauf zu achten, dass die Canon EOS 70D keinen Vollformatsensor besitzt, sondern einen kleineren CMOS-Sensor im APS-C-Format (22.5mm X 15.0mm).[57] Die Kamera hat dadurch einen sogenannten Crop-Faktor-Wert von “1.6”.[58] Dies bedeutet, dass die Brennweite mit diesem Faktor multipliziert werden muss, um den richtigen Bildausschnitt bzw. die

---

[56] O.V. Informationen zum Sichtfeld (FOV) der HERO6 Black. Unter: https://de.gopro.com/help/articles/question_answer/hero6-black-field-of-view-fov-information (abgerufen am 13.03.18).

[57] O.V. Canon. Canon EOS 70D – Technische Daten. Unter: https://www.canon.de/for_home/product_finder/cameras/digital_slr/eos_70d/specification.aspx (abgerufen am 13.03.18).

[58] Vgl. Westphalen, Christina und Haarmeyer, Holger (2015): Das Kamerahandbuch Canon EOS 70D. Ihre Kamera im Praxiseinsatz. 1. Auflage, korrigierter Nachdruck. Bonn. Rheinwerk Verlag GmbH. S.36.

eigentliche Brennweite eines Objektives zu erhalten. Darüber hinaus hat auch die GoPro HERO 6 Black einen CMOS-Sensor (6.17mm X 4.63 mm)[59] verbaut, jedoch besitzt die Kamera keinen Wechselmount für Objektive. Der Brennweitenwert von 24mm hat demzufolge diesen Crop-Faktor schon einberechnet. Um die gleiche Brennweite für die Canon EOS 70D zu erhalten, wird der Wert von 24mm durch 1.6 geteilt und daraus ergibt sich eine Brennweite von 15mm (24mm/1.6 = 15mm). Das heißt, dass für die Canon EOS 70D ein Objektiv mit einer Brennweite von 15mm verwendet werden muss, um die gleiche Brennweite und den gleichen Bildausschnitt wie die GoPro HERO 6 Black zu erhalten.

Das Objektiv, welches für die Canon EOS 70D ausgewählt wurde, ist das Tokina AT-X 11-16mm f/2.8 Pro DX II Ultraweitwinkelzoomobjektiv (77mm Filtergewinde) für das Canon Bajonett. Ein Objektiv mit einer Festbrennweite von 15mm gibt es nur mit sogenannten Fisheye-Linsen, welche nicht dem Bildausschnitt der GoPro HERO 6 Black entsprechen. Bei diesem Objektiv lässt die anhand der Brennweitenskala der genaue Wert von 15mm einstellen.

Abbildung 7: Objektiv Tokina AT-X 11-16mm f/2.8 Pro DX II[60]

2.4.2 Belichtungszeitenvergleich beider Kameras

Die Belichtungszeit in der Canon EOS 70D lässt sich im Menü festlegen. Die Werte reichen hierbei zwischen 30 Sekunden bis 1/8000 Sekunden. Diese lassen sich am Touchdisplay oder am Bedienungsrad der Kamera einstellen. Des Weiteren gibt es die

---

59 Vgl. D'Angostino, Tony (2017): VFX Camera Database. GoPro HERO 6 Black. Unter: http://vfxcamdb.com/category/camera/gopro/ (abgerufen am 13.03.18).

60 O.V. Amazon. Tokina AT-X 11-16mm f/2,8 Pro DX II Ultraweitwinkelzoom-Objektiv (77 mm Filtergewinde) für Canon Objektivbajonett. Unter: https://www.amazon.de/gp/product/B008ORU70Y/ref=oh_aui_detailpage_o00_s00?ie=UTF8&psc=1 (abgerufen am 13.03.18).

Option in den sogenannten “B Modus” (Bulb) zu schalten. Hier belichtet die Kamera das Bild so lange, wie der Auflöser gedrückt gehalten wird.[61] Die Kamera verfügt für die Steuerung der Belichtungszeit einen so genannten “Schlitzverschluss”, welcher sich vor dem Sensor befindet und elektronisch gesteuert wird. Dieser Verschluss besteht, ähnlich wie die mechanische Blende, aus Lamellen. Nach dem Betätigen des Auslösers wird der Spiegel hochgeklappt und der erste Vorhang gibt den Sensor frei. Nach dem Ende der Belichtungszeit verschließt der zweite Vorhang den Sensor wieder. Bei einer kurzen Belichtungszeit bewegt sich der zweite Vorhang kurz hinter dem ersten Vorhang und gewährleistet so eine schnelle Bewegung des Verschlusses.[62]

Die GoPro HERO 6 Black steuert die Belichtungszeit über einen so genannten elektronischen Verschluss ohne mechanische Bauelemente. Dieser ist kein mechanische Verschluss vor dem Sensor, wie bei der Canon EOS 70D, sondern ist ein Prozess des Sensors selbst. Da es keinen Verschluss gibt, wird der Sensor konstant belichtet. Er liest im Prinzip nur den einen Moment aus, der festgehalten werden soll. Die Vorteile eines elektronischen Verschlusses sind, dass sie sehr kurze Belichtungszeiten realisieren können. Des Weiteren ist der elektronische Verschluss kompakter und erschütterungsresistenter, als z.B. der Schlitzverschluss.[63] Da die GoPro HERO 6 Black eine kleine und kompakte Bauweise hat und sie zudem robust gegenüber Erschütterungen und schnellen Bewegungen sein muss, kommt eine andere Verschlusstechnik nicht in Frage. Der Sensor der GoPro-Kamera wird, wie bei der Canon EOS 70D, zeilenweise bzw. spaltenweise ausgelesen (*Rolling Shutter*). Daher ist die Kamera auch anfällig für den so genannten *Rolling-Shutter-Effekt*.

Die Kennzahlen der Belichtungszeiten bei der GoPro HERO 6 Black sind nicht auf den ersten Blick im Benutzerhandbuch aufgeführt und auch von Seiten des Herstellers wird nicht detailliert darauf eingegangen. Im Benutzerhandbuch gibt es einen graphische Pfadkarte[64], die darauf hinweist, dass es im Nachtbildmodus einen sogenannten “Blendenzeit-Modus” (verwiesen als “Blende”, im Benutzerhandbuch) gibt. Die Einstellungsmöglichkeiten reichen von 30s, 20s, 15s, 10s, 5s und 2s und sowie die

---

[61] Vgl. Westphalen, Christina und Haarmeyer, Holger (2015): Das Kamerahandbuch Canon EOS 70D. Ihre Kamera im Praxiseinsatz. 1. Auflage, korrigierter Nachdruck. Bonn. Rheinwerk Verlag GmbH. S.107.

[62] Ebd. Vgl. Westphalen, Christina und Haarmeyer, Holger. S. 32.

[63] Vgl. Prophoto. Fototechnik: Verschluss-Sache – Wenn es Klick macht. Unter: https://www.prophoto-online.de/fototechnik/fototechnik-verschluss-sache-wenn-es-klick-macht-10007790 (abgerufen am 15.03.18).

[64] Vgl. O.V. HERO 6 Back. Benutzerhandbuch. Unter: https://de.gopro.com/content/dam/help/hero6-black/manuals/HERO6Black_UM_DE_REVB.pdf (abgerufen am 12.03.18). S. 12.

Option die Kamera auf “Auto” zu stellen. Diese Terminologie bzw. Wert hat jedoch nichts mit der Irisblende einer Kamera, wie z.B. bei der Canon EOS 70D, zu tun. Um zu den Einstellungsoptionen für diesen Wert zu gelangen, muss eine bestimmte Tastenkombinaten (Taste “mode” gedrückt halten + Taste “Blende” kurz gedrückt halten und dann loslassen) mit den wenigen Tasten an der GoPro HERO 6 Black vorgenommen werden. Danach öffnet sich ein verstecktes Untermenü, welches sich ebenfalls nicht mehr über das Touchdisplay bedienen lasst, sondern auch hier nur über die Tasten an der Kamera. Das System gleicht dem der älteren GoPro-Modelle, welche noch kein Touchdisplay besaßen. Für Kameraeinsteiger und Amateure stellt dieses Prozedere möglicherweise eine erste Hürde dar. Nach weiterer Eigenrecherche stellte sich heraus, dass dieses Untermenü für die beiden Modi des Standardfoto- und Videomodus zur Verfügung steht; hier lässt sich ebenfalls die “Blendenzeiteinstellung” vornehmen. Hierbei gibt es die Einstellungsmöglichkeiten von 1/125 s, 1/250 s, 1/500 s, 1/1000 s, 1/2000 s und “Auto”. Das in den beiden Standardmodi diese Option besteht, ist nicht im Benutzerhandbuch auf der graphischen Pfadkarte aufgezeigt, obwohl es im Benutzerhandbuch in einem kurzen Textabschnitt erwähnt wird.[65]

Für den Vergleich der Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende werden die gleichen Belichtungsparameter vorausgesetzt. Da der Einstellungswert von “Auto” nicht vom Hersteller beschrieben bzw. definiert wird, muss dieser anhand anhand eines Experiments festgestellt werden. Die Kamera befindet sich nach dem Einschalten in der Regel immer im “Auto-Modus” um für den Benutzer einsatzbereit zu sein. Kameraeinsteiger und Amateure bleiben tendenziell in diesem Automatikmodus, da die Einstellungsparameter im Untermenü nicht ohne Weiteres auffindbar sind. Da GoPro nicht erläutert, welche genaue Belichtungszeit nun der “Auto-Modus” umfasst, muss zwingend ein Versuch unternommen werden, diesen selbst zu bestimmen. Intuitiv wird eine mittlere Belichtungszeit von 1/125 – 1/250 s vermutet, um noch genug Licht auf den Sensor zu bekommen, aber auch um dynamische Fotos bzw. Videoaufnahmen zu ermöglichen. Das Experiment wurde folgendermaßen durchgeführt:

Das Setup (siehe Abb. 8) bestand aus einer rotierenden Scheibe mit roten Markierstreifen. Diese wurde auf eine Bohrmaschine (Bosch PSR 14,4 Li-2) mit einstellbaren Geschwindigkeiten (10 Stufen von 0 – 390 1/min) angeschraubt. Davor wurden jeweils die Kameras Canon EOS 70D und GoPro HERO 6 Black plaziert. Die Canon EOS 70D stellt hierbei die Referenzkamera da, weil diese vom Nutzer

---

[65] Vgl. O.V. HERO 6 Back. Benutzerhandbuch. Unter: https://de.gopro.com/content/dam/help/hero6-black/manuals/HERO6Black_UM_DE_REVB.pdf (abgerufen am 12.03.18). S. 80.

einstellbare Belichtungszeiten hat und schlussendlich einen Wert für die Belichtungszeit ausgeben kann. Darauf folgte die erste Phase des Experiments:

Abbildung 8: Setup des Experiments mit der GoPro HERO 6 Black

Hierbei wurde überprüft, ob die GoPro HERO 6 Black es schafft, ein scharfes Bild bei der schnellsten Umdrehung (also 390 1/min) der rotierenden Markierscheibe darzustellen. Dies war für die GoPro HERO 6 Black nicht möglich. Dann wurde derselbe Vorgang mit der Canon EOS 70D durchgeführt. Allerdings wurde hierbei die Belichtungszeit stufenweise verkürzt, wie z.B. von 1/80 s bis 1/500 s. Ab einer Belichtungszeit von 1/400 s wurde die rotierende Markierscheiben bei einer Umdrehung von 390 1/min scharf abgebildet. Dies stellt somit für die GoPro HERO 6 Black die absolute Untergrenze der Belichtungszeit dar.

In der zweiten Phase wurden mit der GoPro HERO 6 Black wieder Bilder von der rotierenden Scheibe gemacht. Diese durchlief nun eine Geschwindigkeitssteigerung beginnend von der langsamsten Drehgeschwindigkeit. Die GoPro HERO 6 Black schaffte es problemlos die langsameren Umdrehungen noch klar und ohne Abbildungsfehler darzustellen. Ab dem Übergang von der dritten zur vierten Geschwindigkeitsstufe (117 – 156 1/min) lässt sich erkennen, dass die Markierungen auf der rotierenden Scheiben zu verwischen beginnen und die GoPro HERO 6 Black Abbildungsfehler aufweist (siehe Abb. 9). Das letzte, scharf abgebildete Bild mit der Umdrehungszahl von 117 1/min stellt somit die ungefähre Belichtungszeit der GoPro HERO 6 Black dar.

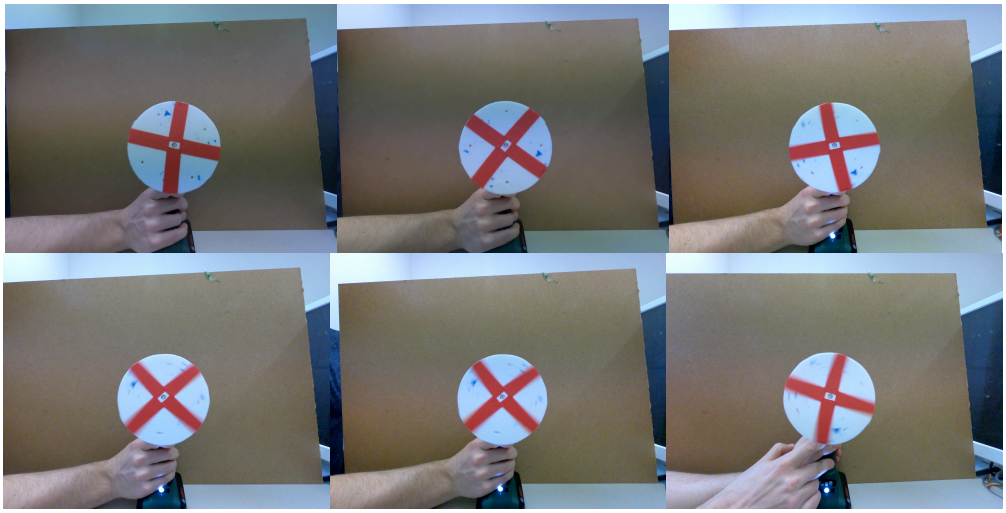


Abbildung 9: Fotoreihe der GoPro HERO 6 Black mit den verschiedenen Geschwindigkeitsstufen

In der dritten und letzten Phase des Experiments wurde nun die Canon EOS 70D wieder vor die rotierende Markierschaube platziert. Dann wurden die ermittelte Umdrehungsgeschwindigkeit aus der zweiten Phase eingestellt. Mit der Canon EOS 70D wurden die Fotos mit einer stufenweise Erhöhung der Belichtungszeit von der minimalsten Belichtungszeit aus der ersten Phase (1/500 s) gemacht, bis die Markierstreifen auf der Scheibe unscharf abbgebildet wurden. Daraus resultiert nun die ungefähre Belichtungszeit der GoPro HERO 6 Black von 1/200 s, da die darauffolgende Belichtungszeit von 1/160 s wieder unscharf war.

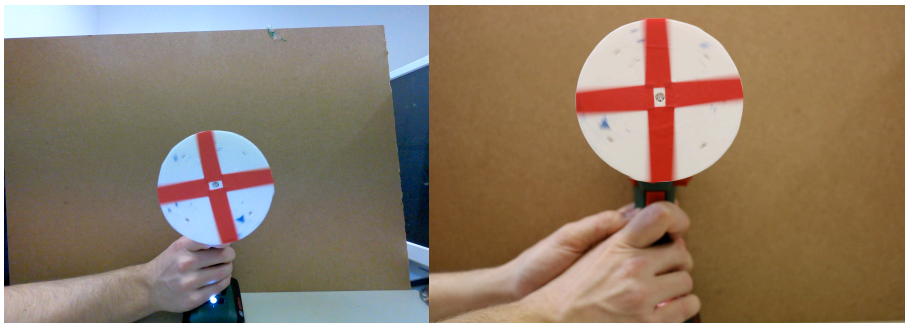


Abbildung 10: Finaler Vergleich der Bilder von der GoPro HERO 6 Black (erstes Bild von li.) und der Canon EOS 70 D bei einer Belichtungszeit von 1/200 s.

Daraus resultierend lässt sich sagen, dass die ungefähre Belichtungszeit im “Auto-Modus” der GoPro HERO 6 Black zwischen 1/200 s und 1/250 s liegt. Dies deckt sich mit der Intuition, da die GoPro HERO 6 Black üblicherweise für dynamische Szenen z.B. im Sport und Actionbereich verwendet wird. Die Abbildung 10 zeigt den finalen Vergleich beider Kameras mit der ermittelten Belichtungszeit von 1/200 s bzw. 1/250 s im “Auto-Modus”. Der Blick in das GoPro-Benutzerhandbuch offenbart dann, dass es

sich hierbei für den “Automodus” aller Wahrscheinlichkeit nach um 1/240 s handel muss.[66] Bei beiden Bildern lassen sich nach visueller Bewertung ungefähr die gleichen Abbildungsfehler erkennen.

[66] Vgl. O.V. HERO 6 Back. Benutzerhandbuch. Unter: https://de.gopro.com/content/dam/help/hero6-black/manuals/HERO6Black_UM_DE_REVB.pdf (abgerufen am 12.03.18). S. 80.

3 Objektive Bildqualitätskennzahlen

Um die Bilder objektiv zu bewerten, werden gängige Kennzahlen aus der Bildverarbeitung verwendet. Um derartige Kennzahlen einfach zu berechnen, wird die Software Matlab herangezogen, um in wenigen Zeilen solche Kennzahlen auf ein eingelesenes Bild zu berechnen. Für Bildverarbeitung steht die „Image Processing Toolbox“ zur Verfügung. Es werden 4 Kennzahlen herangezogen, welche direkt die Bildmerkmale beschreiben, jene auch durch die ISO, die Belichtungszeit und die Blendenöffnung beeinflusst werden.[67] Da die Farbinformation für die Berechnung der Merkmale nicht wichtig ist, werden die Bilder in 8-Bit Graustufenbilder umgewandelt. Zur besseren Veranschaulichung in dieser Arbeit werden allerdings die farbigen Bilder dargestellt.

Kennzahl Bildschärfe

Bei Veränderung der Blendenöffnung erhöht oder verringert sich die Schärfentiefe (engl. *Sharpness*) im Bild. Dieses Merkmal soll durch eine bestehende Implementierung in dieser Ausarbeitung berechnet werden. Es wird diese komplexere Berechnung verwendet, da diese kein Referenzbild zur Beurteilung der Schärfe benötigt.[68]

Die Bildschärfe umfasst das häufige Auftreten von sehr hellen und sehr dunklen Pixelwerten in einem Bild. Beispielsweise hat ein Barcode auf einem Produkt eine perfekte Bildschärfe. Die Bildschärfe soll nun anhand der aufgenommenen Bilder beispielhaft in Abbildung 11 dargestellt werden. Das erste Bild in Abb. 11 (links) besitzt einen hohen Kontrastumfang und ist normal belichtet. Im Histogramm (Abb. 11 links unten) des Bildes sieht man auch zwei hauptsächliche Verteilungsschwerpunkte, daher lässt sich vermuten, dass die Schärfe des Bildes hoch sein muss (viele hellere, aber auch dunklere Pixelwerte im Bild). Die Blendenöffnung war f/11 und somit sind alle Bereiche im Bild scharf dargestellt, was auch durch die Schärfe-Kennzahl bestätigt wird. Das mittlere Bild besitzt hingegen eine deutlich geringere Schärfe. Überbelichtete Bilder (Abb. 11, rechts) verlieren, neben dem Kontrastumfang auch an Schärfe, hier weist das Histogramm (Abb. 11, rechts unten) einen deutlichen Schwerpunkt bei weißen Pixeln auf, welches automatisch den Kontrastumfang schwarz-weiß verringert.

---

[67] Vgl. O.V. MathWorks. Image Processing Toolbox. Bildverarbeitung, Bildanalyse und Algorithmenentwicklung. Unter: https://de.mathworks.com/products/image.html (abgerufen am 28.03.18).

[68] Vgl. Hassen, Rania, Zhou Wang, and Magdy Salama. "No-reference image sharpness assessment based on local phase coherence measurement." *Acoustics Speech and Signal Processing (ICASSP), 2010 IEEE International Conference on*. IEEE, 2010. Unter: https://ece.uwaterloo.ca/~z70wang/publications/icassp10a.pdf (abgerufen am 22.04.18).

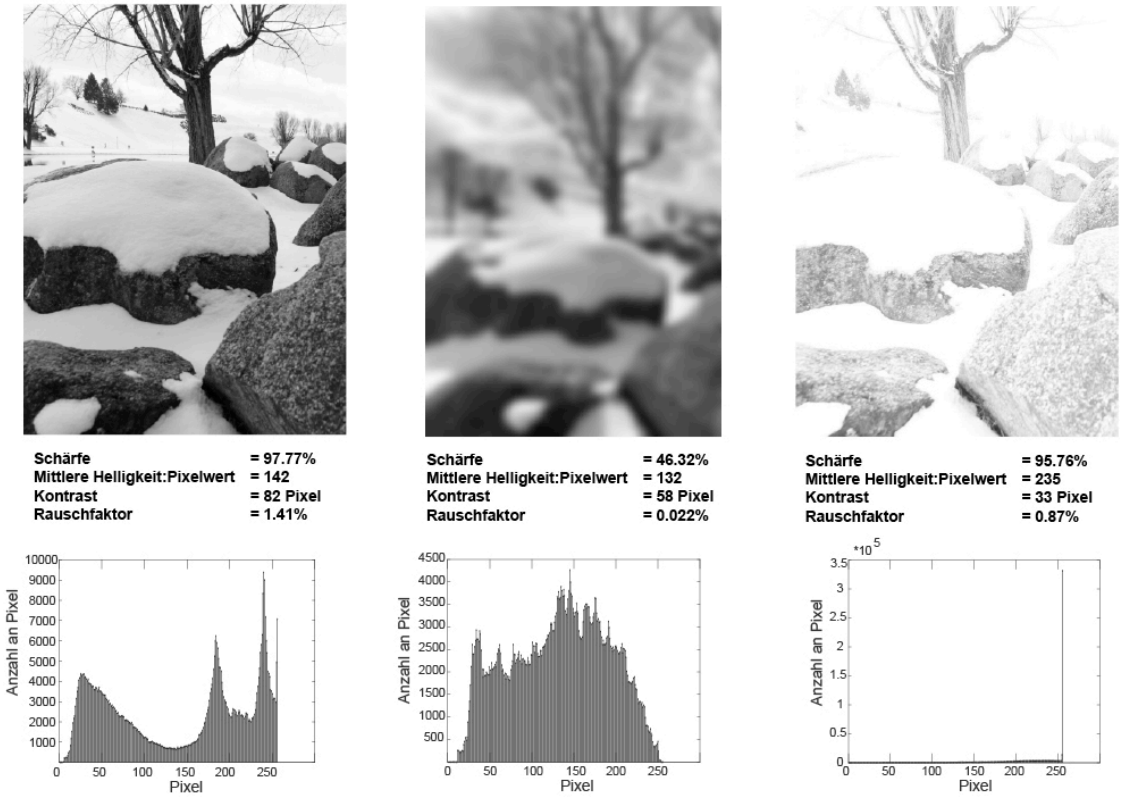


Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung der Bildqualitätskennzahl „Schärfe“

Kennzahlen Mittlere Helligkeit und Kontrast

Der Mittelpunkt des Graustufen-Bildhistogramms liefert den mittleren Helligkeitswert des Bildes. Im Zusammenhang mit dem Kontrast (nächstes Bildqualitätsmerkmal) charakterisieren diese beiden Kennzahlen die Belichtungszeit bei der Aufnahme eines Bildes. Beispielsweise entstehen kontrastarme Bilder mit einer niedrigen mittleren Helligkeit bei Nachtaufnahmen mit einer zu kurzen Belichtungszeit. Überbelichtete Bilder hingegen würden tagsüber bei zu langer Belichtungszeit entstehen. Die Mittlere Helligkeit („Centroid“ of Histogram, oder kurz, C) wird wie folgt berechnet[69]:

$$C = \frac{\sum_{k=0}^{255} p_k \cdot H(p_k)}{\sum_{k=0}^{255} H(p_k)}$$

Formel 1: Berechnung der mittleren Helligkeit

[69] Vgl. Bello, Juan Pablo: Low-level features and timbre. New York University. Unter: http://www.nyu.edu/classes/bello/MIR_files/timbre.pdf (abgerufen am 04.04.18). S. 7.

Es wird über alle Pixelwerte (k = 0 bis k = 255) aufsummiert – im Zähler der kte Pixel p_k mal der zugehörige Histogrammwert $H(p_k)$ von diesem Pixel und im Nenner das gesamte Histogramm. Diese Formel ist die allgemeine Berechnung des Schwerpunkts einer Funktion, in diesem Fall also für das Histogramm H(p). Es ist auch als Moment erster Ordnung bekannt.

Die Streuung um den Mittelpunkt C des Bildhistogramms, auch als zweites Moment einer Funktion bekannt, liefert den Kontrastumfang (engl. *Contrast*) des Bildes.[70] Diese wird folgendermaßen berechnet[71]:

$$\text{Contrast} = \frac{\sum_{k=0}^{255} (p_k - C)^2 \cdot H(p_k)^2}{\sum_{k=0}^{255} H(p_k)^2}$$

Formel 2: Berechnung des Kontrastumfangs

Der Zähler beschreibt die quadrierte Abweichung um den Mittelpunkt C des Histogramms H für jeden Pixel p_k. Der Zähler wird umso größer, je weiter weg vom Histogrammmittelpunkt sich viele Pixel befinden.

---

70 Vgl. O.V. MathWorks. Documentation. Imhist. Unter: https://de.mathworks.com/help/images/ref/imhist.html (abgerufen am 28.03.18).

71 Bronštejn, Il´ja N, Mühlig Heiner, Musiol, Gerhard, Semendjajew Konstantin A (2016): Taschenbuch der Mathematik (Bronstein). 10., überarbeitete Auflage. Haan-Gruiten. Europa Lehrmittel Verlag. S. 818.

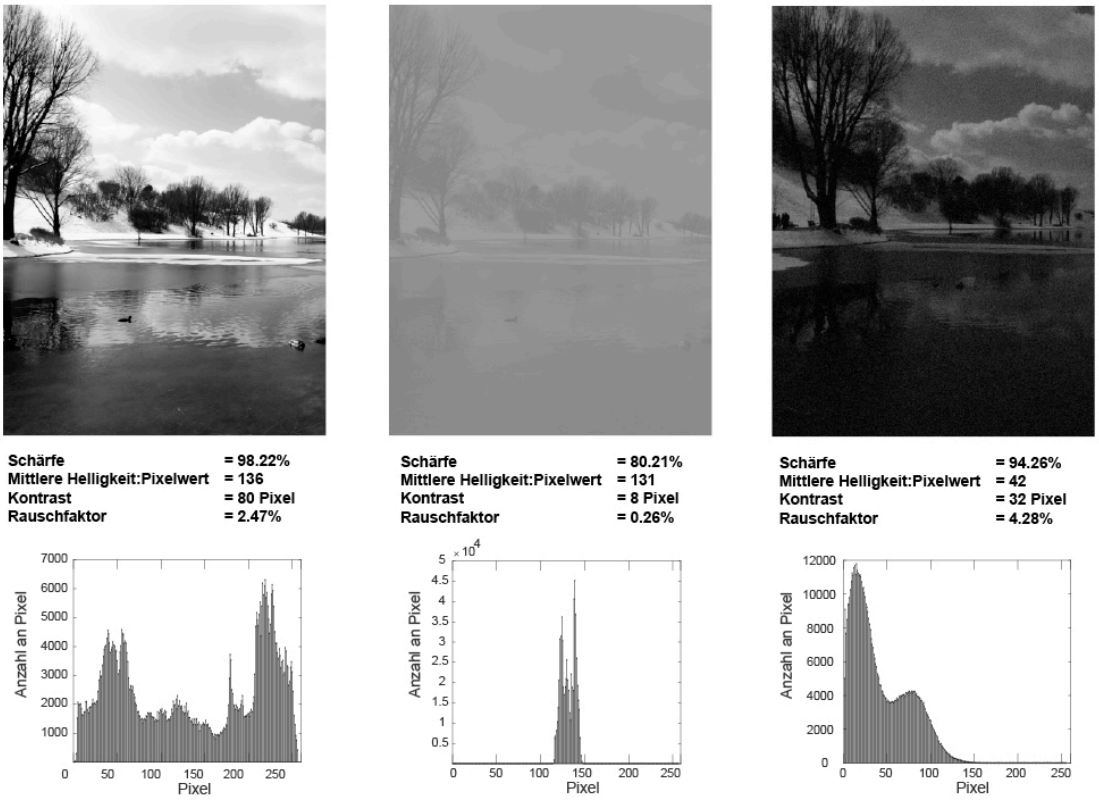


Abbildung 12: Beispiel der Bildqualitätskennzahl „Kontrast“

Bilder mit mittlerer Helligkeit und hohem Kontrast (Bild links) haben ein ausgewogenes Histogramm (unten links) und den Schwerpunkt bei einem Pixelwert von ca. 127 (bei 8 Bit Bildern). Kontrastarme Bilder, wie z.B. in Abb. 12 (mittleres Bild), haben keine deutliche Streuung um den Mittelpunkt des Histogramms. Unterbelichtete Bilder (Abb. 12 rechts) haben einen Schwerpunkt mit Pixelwert weit kleiner als 127 und streuen auch nur um diesen, wie im Histogramm unten rechts.

Wenn beispielsweise das in Graustufen umgewandelte Bild den Schwerpunkt bei Pixel 100 und eine Streuung von nur 20 Pixeln um diesen Mittelpunkt hat, kann von einem kontrastarmen Bild gesprochen werden (Abb. 12 links). Wenn allerdings die Streuung deutlich weiter liegt (z.B. 90 Pixel um den Schwerpunkt 100) liegt ein kontrastreiches Bild vor.

Kennzahl Rauschfaktor (Noise)

Wenn die ISO zu hoch eingestellt wird, führt dies zu starkem Bildrauschen (engl. *Noise*). In der Bildbearbeitung kann dieses durch stark unterschiedliche Pixel im Vergleich zu benachbarten Pixeln erkannt werden. Ein Beispiel ist in Abbildung 13 gegeben.

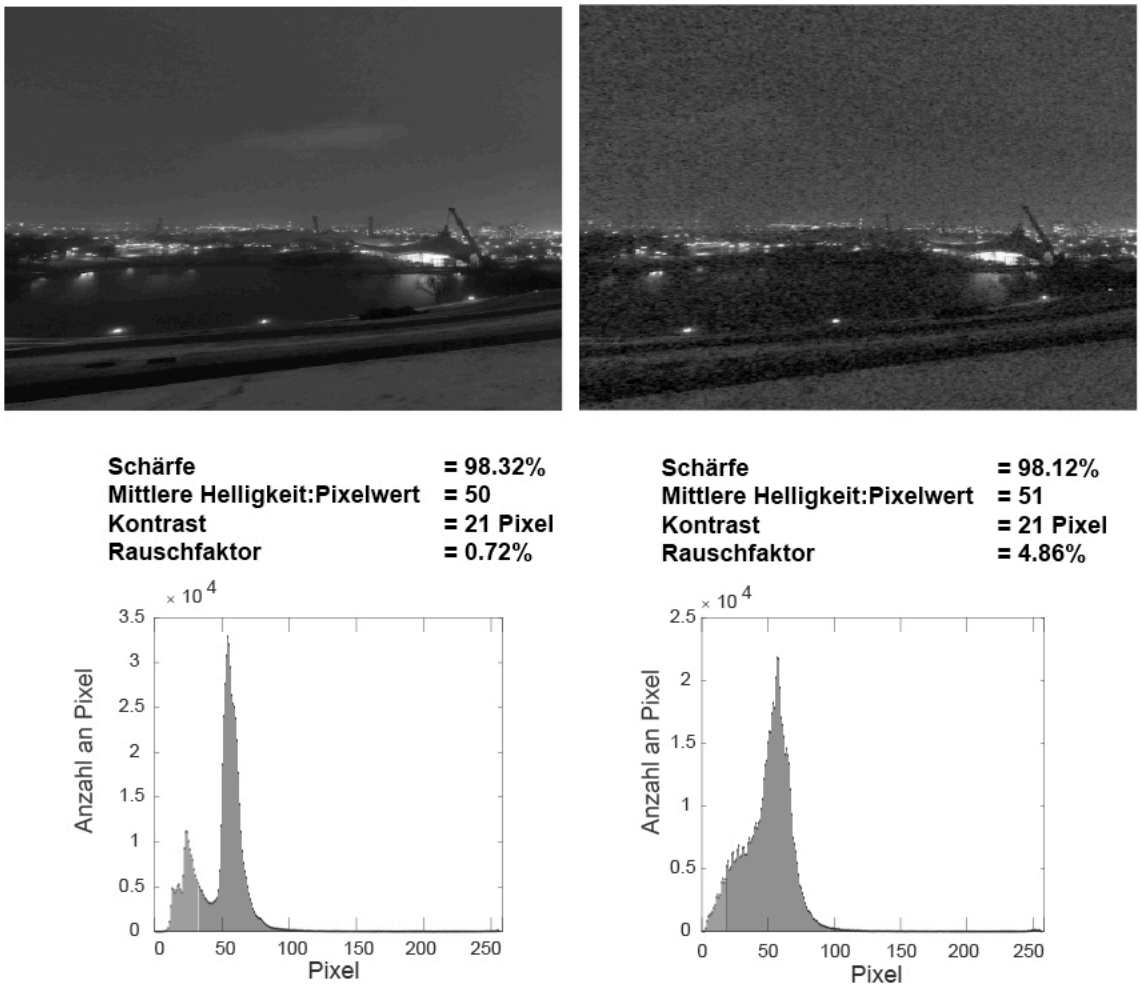


Abbildung 13: Beispiel der Bildqualitätskennzahl „Rauschen“

Ein einfacher Ansatz, das Bildrauschen in einer Zahl zu bemessen, ist es, dass Ausgangsbild mit einem Medianfilter zu filtern[72] und vom Originalbild I zu subtrahieren. Der Medianfilter entfernt automatisch Bildrauschen und erzeugt das Bild I’. Je mehr Bildrauschen im Bild besteht, umso größer wird die Differenz I – I’ beider Bilder. Der Rauschfaktor ist dann der mittlere Absolutwert dieser Differenz[73]. In Abbildung 13 (links) ist beispielsweise das Bild mit der GoPro im Nachtbildmodus aufgenommen, im Bild rechts ohne diesen und es lassen sich bereits deutliche Unterschiede in Bezug auf das Bildrauschen erkennen. Zudem ist weiterhin ersichtlich, dass Bilder mit Bildrauschen ein zackiges Histogramm aufweisen (Histogramm unten rechts zwischen Pixeln 20 bis 40). Es kann davon ausgegangen und vermutet werden, dass Bilder mit zu hohem Bildrauschen (objektiv schlecht) auch als subjektiv störend empfunden werden,

---

[72] Vgl. Heising, Guido. Bildverarbeitung 1. Unter: http://public.beuth-hochschule.de/~mixdorff/mmt2/files/Bildverarbeitung_1.pdf (abgerufen am 02.04.18). S. 24.

[73] Vgl. O.V. MathWorks. Documentation. Medfilt2. Unter: https://de.mathworks.com/help/images/ref/medfilt2.html (abgerufen am 28.03.18).

daher werden Bilder mit einem hohem Rauschfaktor (mehr als 2%) von der weiteren Betrachtung in der Durchführung ausgeschlossen. Die Kennzahl dient somit selbst als Filter für objektiv schlechte Bilder.

Der Medianfilter wird verwendet, um ganz allgemein ohne Referenzbild die echte Information (Kanten von Objekten) von dem Aufnahmebild zu extrahieren. Anstatt des Medianfilters können für die Berechnung leider keine Referenzbilder mit geringerer ISO aufgenommen werden. Eine andere ISO erzeugt zwar ein geringeres Bildrauschen, allerdings auch eine Änderung der Grundhelligkeit. Dies führt bei der Subtraktion dann aber zu Berechnungsfehlern.

4 Subjektive Bildbewertung

Die subjektiven Bildbewertungen orientieren sich an den Meinungen und Bewertungen der Personen anhand der Vergleichsbilder der GoPro HERO 6 Black und der Canon EOS 70D. Dazu wird eine Umfrage mit 35 Personen durchgeführt. Diese sind in gleichen Anteilen männlich sowie weiblich und im Alter zwischen 20 und 60 Jahren. Ziel und Nutzen dieser Umfage besteht darin, herauszufinden, ob die Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende auch unterbewusst und in einer subjektiven Sichtweise einer Testgruppe anhand von Bildvergleichen beurteilt werden kann.

Die Umfrage besteht aus verschiedenen Bilderpaaren, welche jeweils paarweise ein mit der Canon EOS 70D Bild und ein mit der GoPro HERO 6 Black aufgenommenes Bild zeigen. Diese sind hierbei nebeneinander platziert, damit ein direkter Vergleich stattfinden kann. Das Canon-Bild zeigt dabei die Gestaltungsmöglichkeiten mit einer manuellen Blende auf, wie zum Beispiel die unterschiedlichen Schärfentiefen und Schärfenverlagerungen. Das Bild von der GoPro zeigt die technischen Möglichkeiten des Linear-Modus der Kamera auf, wobei diese keine Gestaltungsmöglichkeiten einer manuellen Blende besitzt und die Bilder eine verhältnismäßig große Schärfentiefe besitzen. Darüber hinaus werden auch die Nachtbilder im Vergleich gezeigt, welche nochmals andere Bildeffekte aufweisen. Die Fragen für die Testgruppe bezieht sich auf die Gestaltungsmöglichkeiten der Blende bzw. inwiefern diese für die Bildgestaltung beiträgt. In diesem Fall betrifft dies die Schärfentiefe, welche vor allem bei den Bildern der Canon-Kamera unterschiedliche Wirkung aufzeigt. Die Befragten sollen hierbei intuitiv entscheiden, welches Bild ihnen hinsichtlich der Gestaltung besser gefällt. Die möglichen Anworten beschränken sich auf zwei Canon EOS 70D Bilder und ein GoPro HERO 6 Bild. Die Antworten sind dabei insbesondere unabhängig von dem Motiv, der Umgebung, der Jahreszeit sowie den Farben der Bilder. Dies wird der Testgruppe bei jedem Bild, anhand der Frage welches Bild ihnen besser gefällt, mitgeteilt. Das Bild, welches von der Testperson ausgewählt wurde, erhält einen Punkt.

Die Auswertung der subjektiven Bildqualitätskennzahlen erfolgt durch die Zählung der Punkte, welche für die Bilder vergeben wurden. Je mehr Punkte ein Bild erhalten hat, desto besser ist dieses subjektiv bewertet und wird von den befragten Personen als attraktiver und interessanter empfunden. Die Ergebinse der Umfrage werden in einer Grafik veranschaulicht, mit der jeweiligen Punktevergabe der beiden Bilder. Zudem wird bei der Auswertung unterschieden zwischen männlichen und weiblichen Teilnehmer als auch zwischen den Tag- und Nachtbildern. Des Weiteren lässt sich anhand der Ergebnissen erschließen, wo der Blick auf den Bilder fokussiert ist. Ist dieser auf die Ferne gerichtet, dann überzeugt die große Schärfentiefe, oder liegt der Blick im Vordergrund und der Hintergrund ist unscharf (geringe Schärfentiefe).

5 Analyse der Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit dem Experiment der Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende unter der Verwendung der beiden Testkameras GoPro HERO 6 Black und der Canon EOS 70D. Um dem Vergleich bestmöglich darzulegen, wird der Aufbau der Kameras beschrieben und die Bedingungen der Aufnahme erläutert. Darüber hinaus wird auch auf die Wahl der Tageszeiten und der Motive eingegangen.

5.1 Setup der Kameras

An den jeweiligen Motiven wurde abwechselnd mit beiden Kameras auf einem Stativ Testaufnahmen gemacht. Begonnen wurde mit der Kamera Canon EOS 70D, da bei dieser Kamera auf mehr Details und Einstellungen geachtet werden musste. Mithilfe des Statives konnte sichergestellt werden, dass die Aufnahmebedingungen, wie zum Beispiel Aufnahmewinkel und Abstand zum Objekt, für beide Kameras stets gleichgehalten wurden. Darüber hinaus wurde der Abstand von der Sensorebene zum ersten Objekt mit Hilfe eines digitalen Laser-Entfernungsmessers (Typ Kaleas LDM 500-60) gemessen (siehe Abbildung 14) und für beide Kameras abwechselnd überprüft. Außerdem diente dies auch als Gestaltungshilfe für die Schärfentiefe, da diese unter anderem von den Faktoren wie z.B. Abstand zum Motiv, Sensorgröße und der Brennweite abhängig ist.

Abbildung 14: Digitaler Laser-Entfernungsmesser

Bei den internen Aufnahmeeinstellungen beider Kameras wurde darauf geachtet, dass diese so gleich wie möglich aufeinander abgestimmt sind. Das bedeutet, dass beide Kameras für die Aufnahme am Tag wie folgt eingestellt waren: JPEG-Format, ISO 100, Belichtungszeiten von 1/125 s bis 1/3200 s, Brennweite 24mm und ein lineares Sichtfeld bei der GoPro. Für die Darstellung der Schärfentiefe mit der Kamera Canon EOS

70D wurden die ganze Blendenstufenreichweite von f/2.8 bis f/22 benutzt. Hierbei kam die Schärfenveränderung vor allem mit den Blendenstufen f/2.8 bis f/5.6 zur Geltung.

Abbildung 15: Aufbau beider Kameras

5.2 Aufnahmebedingungen

Die Bedingungen, unter denen die Aufnahmen entstanden, waren insbesondere aus Sicht der Technik für die Fotografierende spannend. An den ersten beiden Motiven, welche rund um dem Olympiasee platziert sind (siehe Kapitel 5.2.2), gab es Reflexionen durch Schnee und Wasser, als auch ein leichtes Gegenlicht von der Sonne. Dies konnte einerseits mit Hilfe einer Streulichtblende verringert werden, aber auch durch eine tiefe Platzierung der Kamera auf dem Stativ und ein leicht nach unten geneigten Aufnahmewinkel verringerten die einfallenden Reflexionen deutlich. Darüber hinaus gab es am Tag der Aufnahmen Temperaturen von bis zu minus sieben Grad Celcius, welches für die Technik beider Kameras und deren Akkus eine Herausforderung darstellte und in einer deutlich verkürzen Akkulaufzeit resultierte. Dies war auf der Fall bei der Aufnahme der Nachtbilder. Hierbei kamen zudem Schneefall bzw. Schneeverwehungen hinzu. Der Schnee hatte allerdings den Vorteil, dass dieser durch die Reflexion der Lichter bei Nacht mehr Licht erzeugte und bei Tag ein höherer Kontrast zwischen Hell und Dunkel entstand.

5.2.1 Wahl der Tageszeiten

Um die Fähigkeiten und den Nutzen der Blende bestmöglich zu demonstrieren, wurden die Testaufnahmen bei Tageslicht (ca. 12 Uhr Mittags) und bei Nacht (ca. 20 Uhr) aufgenommen. Hierbei eigneten sich die Aufnahmen bei Tageslicht besonders dafür,

die Schärfentiefen mit unterschiedlichen Blendenöffnungen aufzuzeigen, wohingegen die Nachtaufnahmen auch dazu dienten, herauszufinden, welche gestalterischen Möglichkeiten mit der Blende hervorgebracht werden können. Des Weiteren wurde bei der GoPro HERO 6 Black auch mit dem Nachtmodus Aufnahmen erstellt, um diese ebenso mit den Aufnahmen der Canon EOS 60D vergleichen zu können.

5.2.2 Motivauswahl

Für die bestmögliche Darbietung der Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende wurden drei Landschaftsmotive und ein Stadtmotiv ausgewählt. Der Vorteil dieser Motivwahl ist, dass diese den Blick mit ruhigen und klare Linien lenken und den Betrachter nicht überfordern. Die Landschaftsaufnahmen wurden im Olympiapark München erstellt. Hierbei fanden die Tagaufnahmen an zwei Standpunkten rund um den Olympiasee statt. Dort befanden sich größere Steinanordnungen welche sich besonders für das Aufzeigen der Schärfentiefe und des Schärfentiefeverlaufs eigneten. Die Nachtaufnahmen hingegen wurden auf dem Olympiaberg erstellt, da von dort aus eine gute Sicht auf den beleuchteten Olympiaturm sowie des Stadions gewährleistet ist. Für die Aufnahme von weiteren Nachtfotos wurde eine befahrene Straßenkreuzung in Schwabing West ausgewählt. Dieses Motiv eignet sich vorallem dafür, dass Verhalten beider Kameras bei schnell bewegten Objekten zu analysieren und vergleichen.

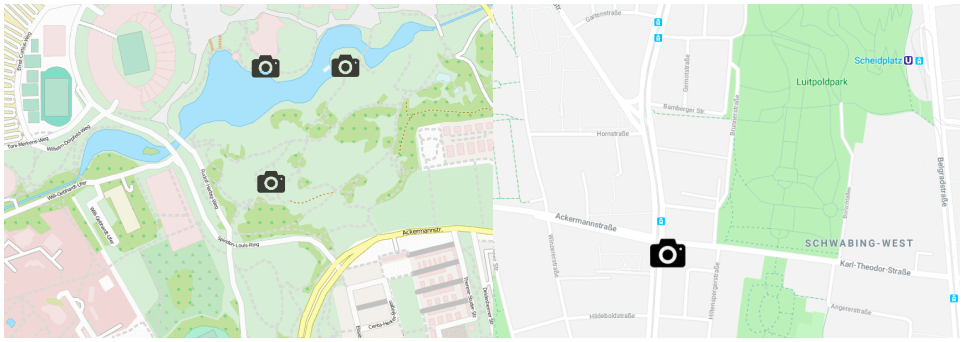


Abbildung 16: Fotomotive im Olympiapark München und Schwabing West

5.3 Durchführung der Umfrage

Im Rahmen dieser Arbeit fand eine empirische Datenerhebung statt. Diese verfolgte das Ziel, herauszufinden, welches der Testbilder mit den unterschiedlichen Schärfentiefen ansprechender und ästhetischer empfunden wird und inwieweit diese mit den

Kameratypen zusammenhängen. Die Umfrage wird online gestaltet und via Email und Facebook öffentlich zugänglich gemacht. Hierbei wird das Umfrage-Tool „UmfrageOnline“[74] benutzt. Die Umfrage beinhaltet insgesamt vier Fragen mit jeweils drei Bildern und einer dazugehörigen Fragestellung. Die Auswahl der Bilder besteht aus vier Motiven, davon sind zwei bei Tag und zwei bei Nacht aufgenommen worden. Zu jedem der Motive gibt es drei Fotos (ein Bild von der GoPro HERO 6 Black und zwei Bilder von der Canon Eos 70D) welche unterschiedliche Blendenöffnungen aufzeigen. Dies ergibt eine Gesamtzahl von 12 Bildern bzw. Fragen, welche eine Personengruppe von 30 Probanden erreichen soll. Diese befinden sich im berufs- oder studienfähigen Alter zwischen 20 und 60 Jahren. Die Fragen für die Testpersonen beziehen sich nur auf die Gestaltung der Schärfentiefe und schließen die Auswahl des Motives, Tageszeit, Jahreszeit, Wetter und Umgebung komplett aus. Dies stellt sicher, dass es sich um einen Vergleich der Vor-und Nachteile einer nicht-manuellen Blende handelt und nicht um andere gestalterische und künstlerische Aspekte. Damit die Testpersonen sich dessen bewusst sind, beziehen sich die Umfragen auf die Schärfe bzw. den Fokus im Bild. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel der Umfrage:

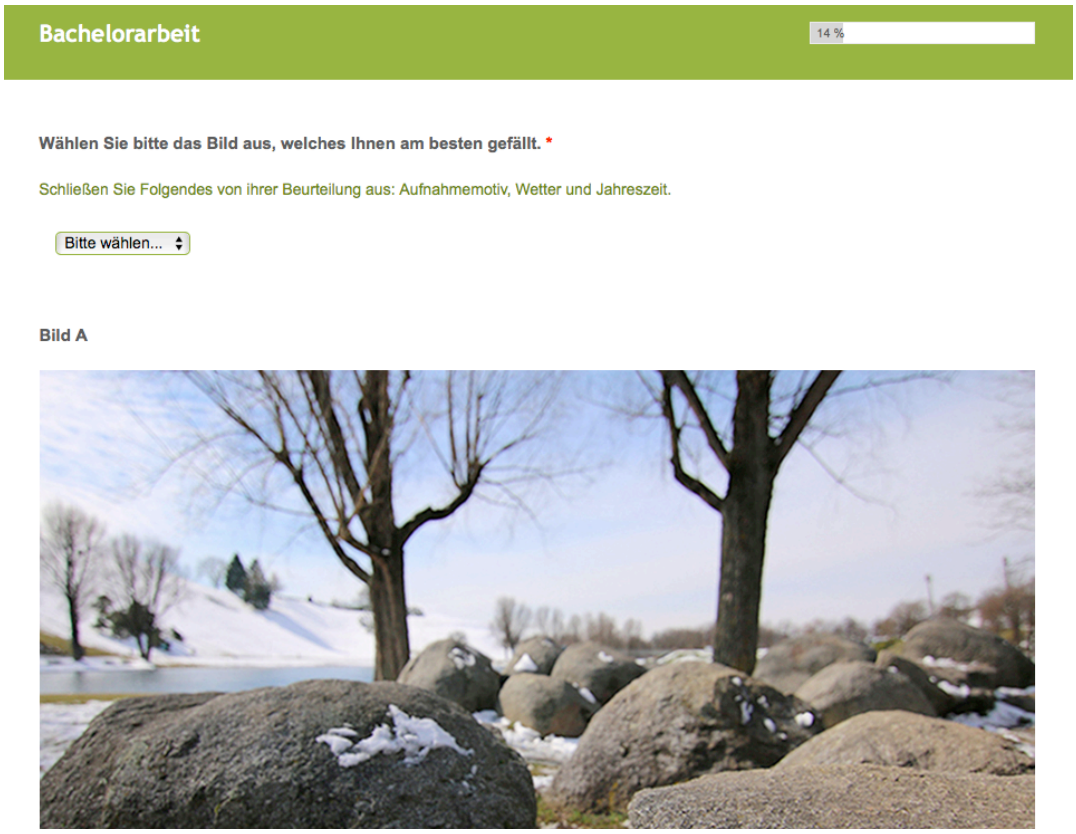


Abbildung 17: Beispiel der Layouts der ersten Frage

[74] Vgl. O.V. Umfrage Online. Unter: https://www.umfrageonline.com (abgerufen am 02.04.18).

Darüber hinaus wird die Testperson auch nach Alter, Geschlecht und Beruf bzw. Studienrichtung befragt. Diese ermöglicht eine aussagekräftige und detaillierte Auswertung der Umfrage. Um die Ergebnisse der Bilder darzustellen, erhält jedes Bild, welche von der Testperson als besser bewertet wird, einen Punkt. Das Bild mit den meisten Punkten wird als attraktiver und ästhetischer empfunden als das andere. Die Darstellung der Umfrageergebnisse erfolgt anhand einer Tabelle, welche die Bilderreihenfolge (A, B oder C) sowie die Platzierung (Platz 1-3, wobei Platz 1 das beste Bild ist) der zwölf Bilder veranschaulicht. Darüber hinaus werden die

Bilderreihenfolge	Tag 1	Tag 2	Nacht 1	Nacht 2	Σ	Platzierung
Bild A	1	3	2	1	7	1
Bild B	2	2	1	2	7	2
Bild C	3	1	3	3	10	3

Tabelle 6: Beispiel der Umfrageauswertung

Die Ergebnisse werden anschließend mit denen der objektiven Bildqualitätskennzahlen verglichen und ausgewertet. Daraus erschließt sich, ob die personenbezogenen Meinungen mit denen der objektiven Bildqualitätskennzahlen übereinstimmen und inwiefern sich die Vor- bzw. Nachteile einer nicht-manuellen Blende auswirken. Die Umfrage ist unter folgendem Link abrufbar: https://www.umfrageonline.com/s/6457aa9

6 Auswertung und Ergebnisse

Das folgende Kapitel veranschaulicht und erläutert die Ergebnisse der objektiven Bildqualitätskennzahlen und der subjektiven Bildbewertung. Diese werden anschließend miteinander verglichen und in einer Diskussion analysiert und bewertet.

6.1 Objektive Bildkennzahlen

Die Testbilder, welche auch für die Umfrage verwendet wurden, zeigen die Ergebnisse der Analyse der Bildqualitätskennzahlen sowie die Blendengröße, den Kameratyp und die Bilderreihenfolge (A, B oder C). Die Reihenfolge ist identisch zu der Bilderreihenfolge in der Umfrage. Um die Güte der objektiven Kennzahlen zu bestimmen, müssen die folgenden Punkte beachtet werden:

a) Schärfe: Diese ist im idealfall so hoch wie möglich (optimal: 100%).

b) mittlere Helligkeit: Diese liegt bestenfalls in der Mitte der 256 Graustufenwerte von 0 - 255, also einem abgerundeten Wert von 127.

c) Kontrast: Dieser Wert (in Pixel) ist im Idealfall so hoch wie möglich.

d) Rauschfaktor: Hierbei gilt, je niedriger, desto besser (optimal 0%).

In nachfolgender Tabelle werden alle vier Motive (Tag 1, Tag 2, Nacht 1 und Nacht 2) verglichen und mit einem Ranking versehen (Platz 1 – 3 wobei sich Platz 1 für das Bild mit der jeweils besten Kennzahl ergibt) und einer Gesamt-Platzierung für jedes Motiv (letzte Spalte). Die Platzierung wird als Summe Σ der einzelnen Rankings berechnet, wobei die niedrigste Summe dem besten Platz entspricht.

Bilderreihenfolge	a	b	c	d	Σ	Platzierung
Bild A	3	2	2	1	8	2
Bild B	2	1	1	2	6	1
Bild C	1	2	2	3	8	2

Tabelle 7: Tag 1

Bilderreihenfolge	a	b	c	d	Σ	Platzierung
Bild A	1	1	3	1	6	1
Bild B	2	2	1	3	8	2
Bild C	3	3	2	2	10	3

Tabelle 8: Tag 2

Bilderreihenfolge	a	b	c	d	Σ	Platzierung
Bild A	3	3	3	1	10	3
Bild B	1	2	2	3	8	2
Bild C	2	1	1	2	6	1

Tabelle 9: Nacht 1

Bilderreihenfolge	a	b	c	d	Σ	Platzierung
Bild A	1	2	2	3	8	2
Bild B	2	1	1	2	6	1
Bild C	3	3	3	1	10	3

Tabelle 10: Nacht 2

Neben den vier Bildkennzahlen (a, b, c und d) zeigt die letzte Spalte (Platzierung) die Rangreihenfolge für jedes der Motive. In den nächsten Kapiteln werden diese nochmals benutzt und erläutert.

Anhand der objektiven Kennzahlen lässt sich ablesen, dass tendenziell die Aufnahmen der GoPro objektiv besser sind. Dies liegt vorallem an den stets scharfen Bildern bei den Tagaufnahmen und den besser ausgeleuchteten Bildern im Nachtbildmodus. Die Bilder der der Canon EOS 70D sind hingegen der GoPro HERO 6 Black eher auf die kreative Bildgestaltungsmöglichkeiten ausgelegt. Da die Bilder jedoch von menschlichen Betrachtern komplett anders wahrgenommen werden kann, muss auch, wie im folgenden Kapitel, eine Testgruppe subjektiv in Bezug auf die Bildqualität befragt werden.

Bildname:	**Tag 1 A**
Kamera:	**Canon**
Blende:	**f/2,8**
Schärfe:	**93.65%**
Mittlere Helligkeit:	**Pixelwert = 130**
Kontrast:	**76 Pixel**
Rauschfaktor:	**0.34%**

Bildname:	**Tag 1 B**
Kamera:	**GoPro**
Blende:	**auto**
Schärfe:	**95.91%**
Mittlere Helligkeit:	**Pixelwert = 129**
Kontrast:	**79 Pixel**
Rauschfaktor:	**0.54%**

Bildname:	**Tag 1 C**
Kamera:	**Canon**
Blende:	**f/4,0**
Schärfe:	**96.71%**
Mittlere Helligkeit:	**Pixelwert = 124**
Kontrast:	**76 Pixel**
Rauschfaktor:	**0.60%**

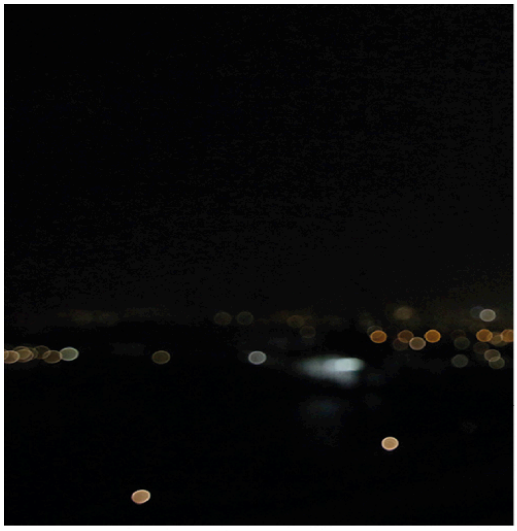
Abbildung 18: Tag 1

Bildname:	**Tag 2 A**
Kamera:	**GoPro**
Blende:	**auto**
Schärfe:	**98.62%**
Mittlere Helligkeit:	**Pixelwert = 139**
Kontrast:	**67 Pixel**
Rauschfaktor:	**0.67%**

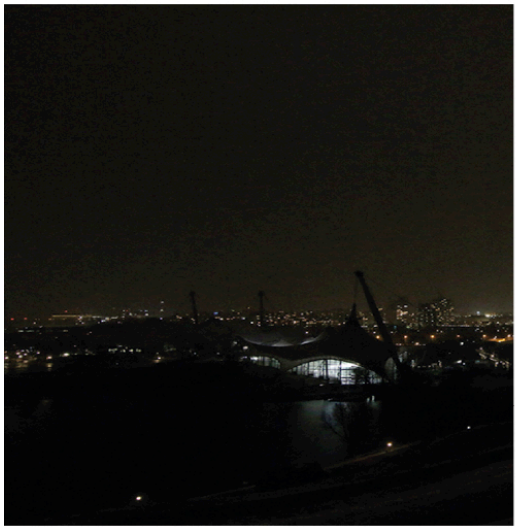
Bildname:	**Tag 2 B**
Kamera:	**Canon**
Blende:	**f/5,6**
Schärfe:	**98.51%**
Mittlere Helligkeit:	**Pixelwert = 142**
Kontrast:	**81 Pixel**
Rauschfaktor:	**0.88%**

Bildname:	**Tag 2 C**
Kamera:	**Canon**
Blende:	**f/2,8**
Schärfe:	**94.87%**
Mittlere Helligkeit:	**Pixelwert = 156**
Kontrast:	**76 Pixel**
Rauschfaktor:	**0.79%**

Abbildung 19: Tag 2



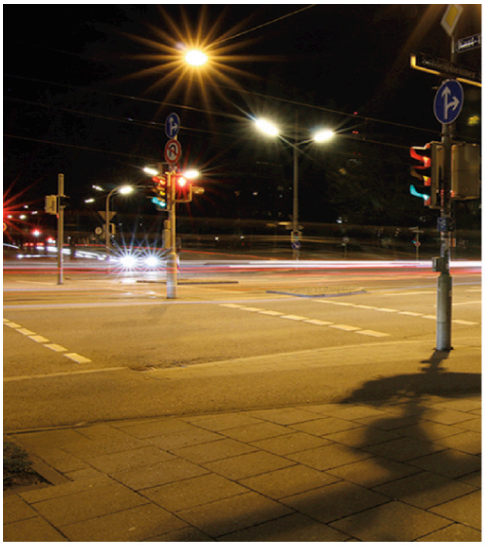
Bildname:	**Nacht 1 A**
Kamera:	**Canon**
Blende:	**f/2,8**
Schärfe:	**96.14%**
Mittlere Helligkeit:	**Pixelwert = 8**
Kontrast:	**10 Pixel**
Rauschfaktor:	**0.15%**



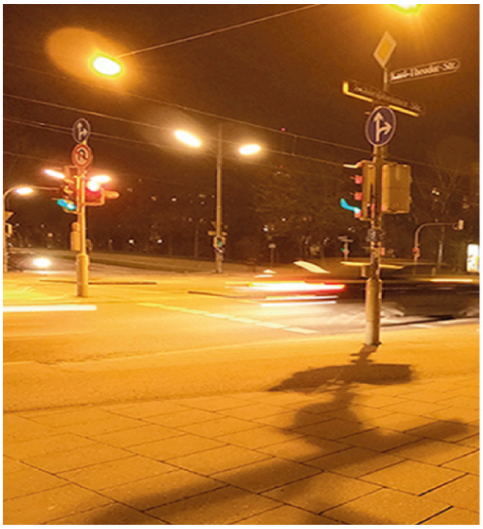
Bildname:	**Nacht 1 B**
Kamera:	**Canon**
Blende:	**f/4,0**
Schärfe:	**98.64%**
Mittlere Helligkeit:	**Pixelwert = 16**
Kontrast:	**13 Pixel**
Rauschfaktor:	**0.32%**

Bildname:	**Nacht 1 C**
Kamera:	**GoPro**
Blende:	**auto**
Schärfe:	**98.12%**
Mittlere Helligkeit:	**Pixelwert = 50**
Kontrast:	**22 Pixel**
Rauschfaktor:	**0.26%**

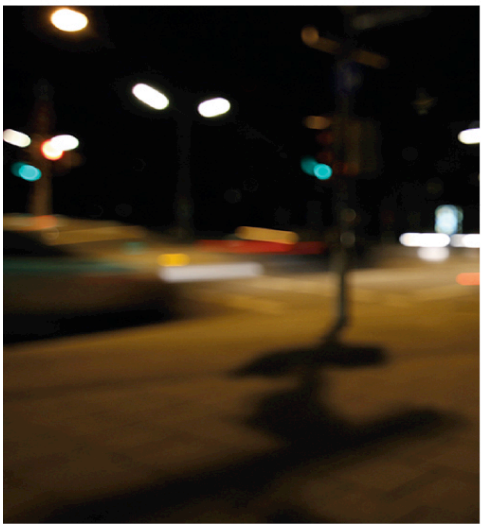
Abbildung 20: Nacht 1



Bildname:	**Nacht 2 A**
Kamera:	**Canon**
Blende:	**f/22,0**
Schärfe:	**98.12%**
Mittlere Helligkeit:	**Pixelwert = 65**
Kontrast:	**54 Pixel**
Rauschfaktor:	**0.39%**



Bildname:	**Nacht 2 B**
Kamera:	**GoPro**
Blende:	**auto**
Schärfe:	**97.53%**
Mittlere Helligkeit:	**Pixelwert = 104**
Kontrast:	**56Pixel**
Rauschfaktor:	**0.28%**



Bildname:	**Nacht 2 C**
Kamera:	**Canon**
Blende:	**f/2,8**
Schärfe:	**88.01%**
Mittlere Helligkeit:	**Pixelwert = 34**
Kontrast:	**42 Pixel**
Rauschfaktor:	**0.07%**

Abbildung 21: Nacht 2

6.2 Subjektive Kennzahlen

Das Umfrage-Tool „UmfrageOnline“[75] zeigt zu jedem Zeitpunkt eine statistische Auswertung für alle Testpersonen an. Insgesamt wurden 35 Personen befragt, wovon 17 weiblich waren. Die Altersspanne betrug zwischen 20 – 60 Jahren. Sieben Personen arbeiten in dem Fachgebiet Film und Fernsehen. Andere Berufe sind hauptsächlich im Bereich Ingenieurswissenschaften und BWL vertreten. Die nachfolgenden Kuchendiagramme veranschaulichen für jedes Motiv das Ergebnis der Umfrage:

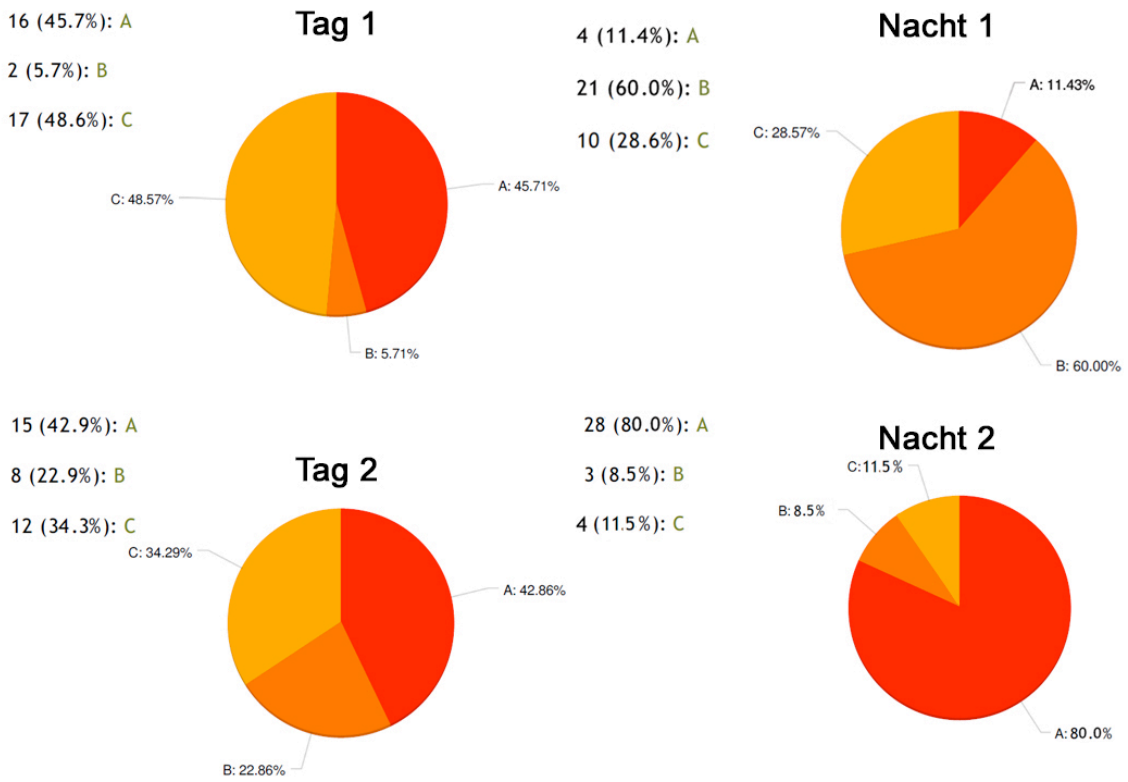


Abbildung 22: Auswertung der Umfrage

Nach Beendigung der Umfrage wurden die Ergebnisse der Umfrage verwendet, um vergleichbar zur Auswertung der objektiven Kennzahlen ein Ranking der Bilder in den einzelnen Motiven aufzustellen (siehe nächstes Kapitel).

---

75 Vgl. O.V. Umfrage Online. Unter: https://www.umfrageonline.com (abgerufen am 15.04.18).

6.3 Vergleich objektive Kennzahlen mit subjektiven Testergebnissen

Für die statistische Auswertung und für den Vergleich der objektiven sowie subjektiven Testergebnisse (siehe Tabelle 11 und 12) wird nun überprüft, in wie weit diese im Zusammmenhang miteinander stehen. Dazu wird im Programm Matlab der Korrelationskoeffient r beider Tabellen berechnet (Matlab: "corrcoef"[76]). Einfach ausgedrückt beschreibt corrcoef, wie deckungsgleich die beiden Ranking-Tabellen sind und ob es einen funktionalen Zusammenhang gibt. Die Testergebnisse können, wie in der Abbildung 23 veranschaulicht, entweder positiv, negativ oder ohne jeden Zusammenhang ausfallen, z.B. könnte das Bild mit den besten Bilqualitätskennzahlen gleichzeitig auch das beste subjektiv bewertete Bild sein (positive Korrelation). Andererseits könnte aber auch das objektiv beste Bild, subjektiv am schlechtesten Ausfallen, oder, wie im mittleren Bild für r = 0 der Abb. 23 gezeigt, könnte es keine Beziehung zwischen objektiv und subjektiv geben.

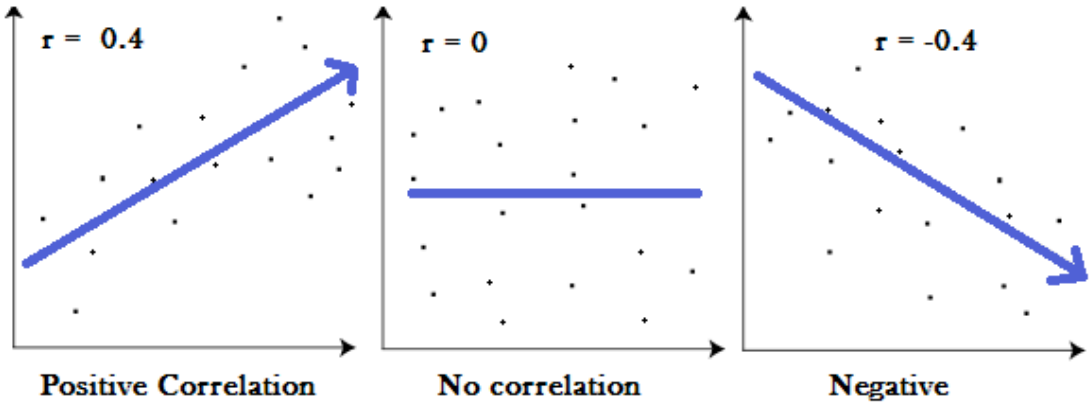


Abbildung 23: Beispiel Korrelationskoeffizient[77]

Das Ergebnis der Korrelationskoeffizientberechnung ergab einen Wert von r = 0. Das bedeutet, dass es überhaupt keinen direkten Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der objektiven Bildkennzahlen und den Ergebnissen der Umfrage gibt und dies sogar sehr eindeutig als Resultat folgt. Subjektive Meinung und objektive Berechung muss also unabhängig voneinander angesehen und interpretiert werden.

---

[76] Vgl. O.V. MathWorks. Corrcoef. Unter: https://de.mathworks.com/help/matlab/ref/corrcoef.html (abgerufen am 10.04.18).

[77] Vgl. O.V. Statistics How To. Correlation Coefficient: Simple Definition, Formula, Easy Steps. Unter: http://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/correlation-coefficient-formula/ (abgerufen am 15.04.18).

Jedoch lässt sich vergleichen, welche Kamera jeweils subjektiv als auch objektiv besser abgeschlossen hat. Bei den objektiven Bildqualitätskennzahlen hat die GoPro HERO 6 Black unter allen Umständen am besten abgeschlossen, wohingegen die Bilder der Canon EOS 70D bei der Umfrage besser bewertet wurden als die der GoPro HERO 6 Black.

Bilderreihenfolge	Tag 1	Tag 2	Nacht 1	Nacht 2
Bild A	2	1	3	2
Bild B	1	2	2	1
Bild C	2	3	1	3
Beste Kamera (erster Platz)	GoPro	GoPro	GoPro	GoPro

Tabelle 11: Ergebnisse der objektiven Bildqualitätskennzahlen

Bilderreihenfolge	Tag 1	Tag 2	Nacht 1	Nacht 2
Bild A	2	1	3	1
Bild B	3	3	1	3
Bild C	1	2	2	2
Beste Kamera (erster Platz)	Canon	GoPro	Canon	Canon

Tabelle 12: Ergebnisse der Umfrage mit Testpersonen

6.4 Diskussion

Da aufgrund von r = 0 die beiden Tabellen eben nicht funktional zusammenhängen, müssen die beiden Tabellen 11 und 12 getrennt interpretiert werden. Die GoPro HERO 6 Black ist von den objektiven Bildqualitätskennzahlen zwar besser als die Canon EOS 70D, jedoch wurden bei der (subjektiven) Umfrage die Bilder der Canon bevorzugt. Darüber hinaus muss zwischen den Tag- und Nachtaufnahmen unterschieden werden, weil die Aufnahmen der GoPro HERO 6 Black im so genannten “Nachtmodus” aufgenommen werden mussten. Dies war notwendig, um überhaupt ersichtliche und vergleichbare Fotos aufzunehmen, weil die GoPro HERO 6 Black bei Dunkelheit und im normalen Fotomodus technisch keine verwendbaren Bilder aufnimmt. Durch den “Nachtmodus” erhält das Bild einen Sepia Farbton, welche das Bild insgesammt heller und mit weniger Bildrauschen erscheinen lässt. Daher sind die objektiven Bildkennzahlen bei Nacht 1 und 2 deutlich besser als die Ergebnisse der Canon. Objektiv gesehen fällt die GoPro HERO 6 Black auch bei Tag 1 und 2 besser aus, da hier eine sehr große Schärfentiefe vorhanden ist, wohingegen mit der Canon EOS 70D versucht wurde, die Schärfentiefe auf verschiedenen Ebenen zu verlagern. Subjektiv

hingegen überwiegen die Bilder der Canon EOS 70D der GoPro, da die Testpersonen diese, welche mit den unterschiedlichen Blendengrößen von f/2.8 bis f/22 gestaltet wurden, besser bewertet haben (siehe Tabelle 12). Daraus lässt sich schließen, das ein objektiv schlechtes Bild nicht unbedingt auch ein subjektiv schlechtes Bild in der Reihenfolge bedeuten muss, denn laut Korrelation stehen diese in keinem Zusammenhang miteinander.

Bei der Aufnahme der Testbilder mit beiden Kameras wurde zudem festgestellt, dass es stets einen Zusammenhang zwischen der Blende und der Belichtungszeit gibt. Zwar lässt sich mit der Belichtungszeit keine Schärfentiefe erzeugen, jedoch beeinflusst diese in Kombination mit der Blende die Lichtmenge, welche auf den Sensor trifft. Wenn die Blende geschlossen wird, in diesem Fall z.B. f/22 für eine große Schärfentiefe, muss vorallem bei Nachtaufnahmen oder bei schlechteren Lichtverhältnissen die Belichtungszeit verlängert werden, wohingegen bei strahlendem Sonnenschein und einer Blende von f/22 die Belichtungszeit verkürzt werden muss, damit das Bild nicht überbelichtet wird. Darüber hinaus ist auch zu erwähnen das der Sensortyp beider Kameras zwar gleich ist (CMOS-Sensor), jedoch nicht die gleiche Größe aufweist. Dies hat wiederum auch einen Einfluss auf die Schärfentiefe denn je größer ein Kamerasensor ist, desto kleiner wird auch die Schärfentiefe im Bild. Dies kann mit einer manuellen Blende, z.B. durch die Verkleinerung der Blendenöffnung (erzeugt eine größere Schärfentiefe) kompensiert werden. Des Weiteren ist es auch wichtig, den Aufnahmeabstand im Verhältnis zur Brennweite zu beachten. Hierbei sollte, insbesondere bei Landschaftaufnahmen, immer auf das Verhältnis “ein Drittel zu zwei Drittel”[78] beachtet werden. Denn die Schärfentiefe dehnt sich von dem scharfgestellten Punkt 2/3 nach hinten und 1/3 nach vorne aus. Zudem ist bei der Positionierung der Kameras aufgefallen, dass sich die Schärfentiefe signifikant vergrößert, wenn der Abstand zum Motiv ebenfalls vergrößert wird. So war es besonders wichtig, die Kamera möglichst nah zu positionieren, wobei der Abstand zum ersten Objekt vor der Kamera gerade mal 1.032 m betrug (siehe Abb. 14).

Bezogen auf die Vor- und Nachteile einer nicht-manuellen Blende hat dies auch Auswirkungen auf die Nachbearbeitung der Bilder. So bietet ein Bild mit einer großen Schärfentiefe mehr Bearbeitungsspielraum als ein Bild mit einer kleinen Schärfentiefe. Wird das Bild mit einer geringeren Schärfentiefe aufgenommen, so lässt sich dies in der Nachberabeitung nicht mehr rückgängig machen. Auch bei einem scharfen Bild ist

---

[78] Uhl, Peter und Walther-Uhl, Martina (2017): Fotoschule des Sehens (HRSG.). Grundlagen der Reisefotografie. Profifotos in 3 Schritten. 64 faszinierende Bildideen und ihre Umsetzung. 2. Auflage. Hannover. Humboldt. S. 43-45.

es unter Umständen nur bedingt möglich, eine geringe Schärfentiefe in der Nachbearbeitung zu erzeugen, welche zudem natürlich und “organisch” wirkt. Daher sollte am Aufnahmemotiv auch immer auf die Bildnachbearbeitung Rücksicht genommen werden, um weiteren Aufwand sowie Mehrkosten zu vermeiden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es in der Bildgestaltung und gerade im professionellen Bereich unerlässlich ist, eine Kamera mit einer manuellen Blende zu verwenden. Diese intuitive Vermutung lässt sich aufgrund der subjektiven Ergebnisse in dieser BA weiter bestätigen. Jdoch muss auch abgewogen werden, für welchen Bereich die Kamera bzw. die Bilder verwendet werden und ob sie privat oder professionell genutzt wird. Das daraufolgende Kapitel bezieht sich hierbei im speziellen auf die verschiedenen Bereich und der Anwendung in der Praxis.

7 Fazit und Schlussfolgerungen für die Anwendungen in der Praxis

Die beiden Kameras, GoPro HERO 6 Black und Canon EOS 70D sind vielseitig einsetzbar und gehören mittlerweile zum semi-professionellen Filmbereich. Das folgende Kapitel erläutert die Einsätze beider Kameras in den verschiedenen Bereichen, wie zum Beispiel dem Sportfilm, Dokumentarfilm sowie im szenischen Filmbereich.

7.1 Sportfilm

Der Sportfilm zeichnet sich besonders durch schnelle und dynamische Bewegungen sowie durch extreme Aufnahme-Situationen aus. Hierbei bedarf es vor allem Kameras, die sich durch eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Schmutz, Wasser, Staub und Stößen auszeichnen. Des Weiteren sind vor allem die Zuschauer sowie die Filmemacher daran interessiert, das Geschehen so nah wie möglich zu erleben bzw. aufzunehmen, ohne einen Moment zu verpassen. Gerade im Extremsportbereich ist dies wichtig, weil Szenen meistens nicht wiederholt werden können. Des Weiteren müssen die Aufnahmen klar, scharf und bestmöglich belichtet sein.

Seit dem Jahr 2001 gibt es die so genannte „European Outdoor Film Tour“, kurz E.O.F.T, welche von den beiden Münchener Geschäftsführern Joachim Hellinger und Thomas Witt (Moving Adventures Medien[79]) ins Leben gerufen wurde. Das Outdoorfilmfestival zeigt seine Outdoor- und Abenteuergeschichten jedes Jahr im Oktober in ausgewählten Ländern und Orten.[80] Viele der gezeigten Filme beinhalten Aufnahmen von der GoPro oder zeigt die Protagonisten mit einer GoPro, welche entweder am Körper oder am Equipment montiert ist. Die Kamera wird häufig für Aufnahmen im Wasser wie z.B. beim Tauchen, Kajak-Fahren oder für schwer zugängliche Motive, wie z.B. beim Klettern oder Mountainbiken verwendet. Darüber hinaus wird sie auch für Aufnahmen in der Luft verwendet. Hierbei wir die Kamera entweder an der Außenhülle des Flugzeugs montiert oder beispielsweise auf dem Helm eines Fallschirmspringers. Hierbei hat die GoPro einen großen Vorteil, da keine Schärfe manuell gezogen werden muss bzw. die Kamera vollautomatisch funktioniert und keine anderen Einstellungen

---

[79] Vgl. O.V. Moving Adventures Medien. Unter: https://moving-adventures.de (abgerufen am 04.04.18).

[80] Vgl. O.V. European Outdoor Film Tour. Blog. Unter: https://www.eoft.eu/blog/ (abgerufen am 04.04.18).

vorgenommen werden müssen. Darüber hinaus lässt sich die Kamera auch komplett über die Sprachsteuerung führen und einstellen. Neben der „European Outdoor Film Tour“ gibt es auch noch das „Bayrische Outdoor Filmfestival“ (kurz: B/O/F/F).[81]

Darüber hinaus inspiriert und motiviert das Unternehmen GoPro seine Kunden durch einen ganzjährige Film und Fotowettbewerb, den so genannten „GoPro Awards“. Hierbei können die Besitzer einer GoPro Kamera ihre Inhalte in verschiedenen Kategorien, wie z.B. Reisen, Sport, Action etc. hochladen und der GoPro-Community sowie in den sozialen Medien öffentlich machen. Dies ermöglicht einerseits einen Austausch und eine Bewertung untereinander, sowie die Beurteilung durch die GoPro-Jury. Die Gewinner erhalten verschiedene Vergütungen, angefangen von Rabatt-Gutscheinen und Kamerazubehör bis hin zu Geldpreisen.[82]

Die Aufnahmen der GoPro HERO 6 Black können problemlos auf großen Leinwänden gezeigt werden. Das bestätigen die guten Bildqualitätskennzahlen der Testaufnahmen. Für die Sport- und Freizeitfilmfestivals zählen authentische und scharfe Aufnahmen der GoPro. Die nicht vorhandene manuelle Blende stellt hierbei kein Problem dar, denn die Aufnahmen sind meist rasant, dynamisch und extrem und der Zuschauer möchte so viel wie möglich davon mitbekommen.

Und auch die Canon EOS 70D ist, neben der GoPro HERO 6 Black, eine gern in der Praxis verwendete Kamera. Durch ihren schnellen Autofokus (AI Servo AF-Modus) wird sie vorallem für die Sportfotografie genutzt, da die Kamera ein ausgewähltes Objekt zeitgenau verfolgen, fokussieren und scharfstellen kann.[83] Darüber hinaus lässt sich mit Hilfe der Blende den Hintergrund scharf- oder unscharf stellen und somit den Blick auf das Wesentliche lenken. Bei der Aufnahme der Fotos geht es hauptsächlich darum, die Ästhetik der Bilder hervorzubringen bzw. die Bilder künstlerisch zu gestalten. DSLR Kameras (engl. *digital single-lens reflex,* kurz: Spiegelreflexkamera) können aber auch, ähnlich wie die GoPro HERO 6 Black, auf einem Helm z.B. für Extremsportarten, wie z.B. Fallschirmspringen oder Motocross, montiert werden. Der Kameramann bedient die Kamera über ein Mundstück oder einer Fernbedienung, welche am Handschuh befestigt ist. Er kann sich somit während der Filmaufnahme auf das Aufnehmen der Fotos konzentrieren und auch dabei die Schärfe oder Blende kontrollieren.

---

81 Vgl. O.V. BOFF. Bayrisches Outdoor Filmfestival. Unter: http://boff-film.de (abgerufen am 09.04.18).

82 Vgl. O.V. GoPro Awards. Unter: https://de.gopro.com/awards (abgerufen am 04.04.18).

83 Vgl. O.V. Canon. Tipps zur Sportfotografie. Unter: https://www.canon.de/youconnect/learn/tutorials/sports-photography/ (abgerufen am 04.04.18).

Abbildung 24: Freifallkameramann mit einer DSLR[84]

Bezogen auf das Ergebnis lässt sich sagen, dass die GoPro HERO 6 Black eine Kamera für den Ottonormalverbraucher ist. Sie kann ohne das Wissen im Bereich Fotografie bedient werden und ist für den Benutzer nachvollziehbar. Hin und wieder wird die Kamera auch für den professionellen Bereich benutzt, gerade wenn es um Extremsportarten oder außergewöhnliche Motive geht.

7.2 Dokumentarfilm

In diesem Fall ist der Dokumentarfilmbereich an den Bereich des Sportfilms angelehnt und diesem auch inhaltlich ähnlich. Die E.O.F.T als auch die B/O/F/F zeigen sowohl Sport- als auch Dokumentarfilme. Darüber hinaus zählen manche GoPro-Award Filme auch als kurze Sportdokumentationen bzw. werden als solche betitelt.

Allerdings lässt sich im Bereich des Dokumentationsfilms sagen, dass vor allem Aufnahmen mit hoher Authentizität gefragt sind. Dies wird durch Nahaufnahmen des Geschehens bzw. der Protagonisten und durch kreative Bildwinkel erreicht. Filmaufnahmen oder einzelne Filmszenen, welche mit der GoPro Kamera oder mit einer DSLR wie z.B. der Canon EOS 70D produziert werden, sind auch im Dokumentarfilmbereich häufig, da beide Kameratypen kleiner, robuster und leichtgewichtiger sind. Die GoPro HERO 6 Black ist mit ihren 117g (ohne Zubehör) ein Leichtgewicht und kann an die ungewöhnlichsten Stellen oder Gegenstände montiert werden. Im Rahmen einer GoPro Produktion wurde die Dokumentation „Eagle Hunters in a New World“ [85] gedreht. Hierbei haben die GoPro-Filmemacher die Kamera an einem Adler befestigt, um ihn bei der Fuchsjagd zu dokumentieren. Dabei entstanden spektakuläre Flugauf-

---

[84] Vgl. Zhang, Michael (2015). PetaPixel. Photographer Shoots Skydivers with a Helmet DSLR and Mouth Release. Unter: https://petapixel.com/2015/12/03/photographer-shoots-skydivers-with-a-dslr-strapped-to-his-head/ (abgerufen am 12.04.18).

[85] Vgl. O.V. GoPro. Eagle Hunters in a New World. Unter: https://gopro.com/channel/eagle-hunters-in-a-new-world (abgerufen am 12.04.18).

nahmen aus der Sicht des Adlers, hierbei ist die große Schärfentiefe sowie der Weitwinkel-Fisheye-Look der GoPro von Vorteil und ermöglicht ein großes Sichtfeld während des Adlerflugs. Alle Aufnahmen wurden mit der GoPro HERO 4 Black gedreht. [86]

7.3 Szenischer Bereich

Der russische Regisseur Ilya Naishuller brachte im Jahr 2016 den weltweit ersten first-person-Kinofilm (engl. *für Ego-perspektive oder Ich-perspektive*), mit dem Titel "Hardcore", heraus.[87] Dieser 90-minütige Actionfilm gleicht einem Videospiel, wobei der Zuschauer wie in einem "ego-shooter" (engl. *Schießspiel*), in die Rolle des Protagonisten schlüpft. Allerdings ist die Handlung, anders als in einem Videospiel, vom Drehbuch festgelegt und der Zuschauer kann nicht interagieren. Für die Dreharbeiten des Films wurden GoPro HERO 3 Kameras verwendet, welche in eine spezielle und induviduell angefertigte Kamerahalterung befestigt wurden. Hierbei sind die GoPro-Kameras klar im Vorteil, da sie nach gewünschter Einstellung vollautomatisch funktionieren. Zudem besitzen sie einen guten Bildstabilisatior, welcher die Bewegungen des Schauspielers zusätzlich ausgleichen. Ein Nachteil hingegen, welcher auch bei dem Film "Hardcore" kritisiert wurde, ist die schlechte Bildqualität der Kameras. Die GoPro HERO 3 Modelle waren von der Bildqualität noch nicht so gut ausgestattet wie die aktuelle GoPro HERO 6 Black.

Abbildung 25: Kamerahalterung für den Kinofilm „Hardcore" [88]

Die Kamera Canon EOS 70D wird nur selten bis überhaupt nicht im szenischen Bereich verwendet. Grund zur Annahme ist der nicht vorhandene Vollformatsensor,

---

[86] Vgl. O.V. Youtube. GoPro BTS: The Making of Eagle Hunters in a New World. Unter: https://www.youtube.com/watch?v=DN7jWHlKxYU (abgerufen am 12.04.18).

[87] Vgl. O.V. IMDb. Hardcore (2015). Unter: http://www.imdb.com/title/tt3072482/ (abgerufen am 09.04.18).

[88] Vgl. O.V. fxguide. How Hardcore Henry´s POV shots were made. Unter: https://www.fxguide.com/featured/how-hardcore-henrys-pov-shots-were-made/ (abgerufen am 10.04.18).

welcher heutzutage oftmals gefordert wird. Jedoch werden DSLR´s und GoPro´s gerne als “Making-Of” (zu dt. Blick hinter die Kulissen) Kameras verwendet, da diese ohne viel Zusatzequipment und Einstellungen schnell einsatzbereit sind. So wurde beispielsweise die GoPro für die Making-Of Aufnahmen des Films “Fast and Furious 7” verwendet.[89] Durch die große Schärfentiefe und das weite Sichtfeld bleiben die Aufnahmen stets scharf und es wird kein Schärfenassistent benötigt. Dies erleichterten auch die Dreharbeiten von “Hardcore”.

[89] Vgl. O.V. The Inside Line. GoPro: Furious 7 – Behind the Scenes. Unter: https://gopro.com/news/gopro-behind-the-scenes-of-furious-7 (abgerufen am 18.04.18).

Literaturverzeichnis

Printmedien

- Banek Cora, Banek Georg (2013): Fotografieren lernen. Band1. Die Technischen Grundlagen. Kameras, Objektive und Zubehör. 2., Aktualisierte Auflage. Heidelberg. dpunkt.Verlag.
- Binder-Sabha, Lucie (2007): Foto. Kunst. Kunst der Gegenwart. Kalifornien. Edition Sammlung Essl.
- Bronštejn, Il´ja N, Mühlig Heiner, Musiol, Gerhard, Semendjajew Konstantin A (2016): Taschenbuch der Mathematik (Bronstein). 10., überarbeitete Auflage. Haan-Gruiten. Europa Lehrmittel Verlag.
- Breuer, Julian (2017): GoPro. Mit spaß und System zum spektakulären GoPro-Video. 2. Auflage. Heidelberg. dpunkt. Verlag GmbH.
- Freemans, Michael (2009): Kunst der perfekten Belichtung: Der Schlüssel zu brillianten Bildern. Markt + Technik Verlag. München.
- Gartside, Tim und Macdonald, Roderick (2005): Digital fotografieren/001. Landschaft. Step by Step. München. Markt+Technik Verlag.
- Grna, Benjamin und Frömelt Georg (2015): Und Action. Unterwegs mit der GoPro. 2. Auflage. mitp-Verlag.
- Jovy, Jörg (2017): Digital Filmen. Das umfassende Handbuch. 2. Auflage. Bonn. Rheinwerk Verlag GmbH.
- Laufs, Timo und Mohammadi, Ahmad (2014): Frozen Frames. Die Portabilisierung des Bulletin Time Effektes. Hamburg. Bachelor + Master Publishing
- Maschke, Thomas (2013): Digitale Kameratechnik. Technik digitaler Kameras in Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag.
- Monaco, James (2013): Film verstehen. Kunst, Technik, Sprache, Geschichte und Theorie des Films und der neuen Medien. 3. Auflage. Hamburg. Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Riat, Martin (2006): Graphische Techniken. Eine Einführung in die verschiedenen Techniken und ihre Geschichte. E-Book. 3. deutsche Ausgabe.
- Schnelle-Schneyder, Marlene (2003): Sehen und Photographieren. Von der Ästhetik zum Bild. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Schmidt, Ulrich (2005): Professionelle Videotechnik. Analoge und digitale Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, HDTV, Kameras, Displays, Videorecorder, Produktion und Studiotechnik. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag.

- Tomaric, Jason J. (2011). Filmmaking. Direct your movie from script to screen using proven Hollywood techniques. USA. Focal Press Verlag.
- Uhl, Peter und Walther-Uhl, Martina (2017): Fotoschule des Sehens (HRSG.). Grundlagen der Reisefotografie. Profifotos in 3 Schritten. 64 faszinierende Bildideen und ihre Umsetzung. 2. Auflage. Hannover. Humboldt.
- Weber, Ernst A. (2013): Fotopraktikum. Basel. Springer-Verlag.
- Westphalen, Christina und Haarmeyer, Holger (2015). Das Kamerahandbuch Canon EOS 70D. Ihre Kamera im Praxiseinsatz. 1. Auflage, korrigierter Nachdruck. Bonn. Rheinwerk Verlag GmbH.

Online Medien:

- Bello, Juan Pablo: Low-level features and timbre. New York University. Unter: http://www.nyu.edu/classes/bello/MIR_files/timbre.pdf (abgerufen am 04.04.18).
- Friedrich, Denise (2014): Produktionstechnische Eignung der digitalen Kompaktkamera GoPro für den Broadcast-Bereich. Hochschule Mittweida. Unter: https://monami.hs-mittweida.de/frontdoor/index/index/docId/5361 (abgerufen am 07.03.18).
- Hassen, Rania, Zhou Wang, and Magdy Salama. "No-reference image sharpness assessment based on local phase coherence measurement." *Acoustics Speech and Signal Processing (ICASSP), 2010 IEEE International Conference on*. IEEE, 2010. Unter: https://ece.uwaterloo.ca/~z70wang/publications/icassp10a.pdf (abgerufen am 22.04.18).
- Heising, Guido. Bildverarbeitung 1. Unter: http://public.beuth-hochschule.de/~mixdorff/mmt2/files/Bildverarbeitung_1.pdf (abgerufen am 02.04.18).
- Ihde, Jakob (2013): Integration der GoPro Hero 3 Black Edition in einem professionellen Postproduktionsworkflow. Hochschule Mittweida. Unter: https://monami.hs-mittweida.de/frontdoor/index/index/docId/4056 (abgerufen am 07.03.18).
- O.V. BOFF. Bayrisches Outdoor Filmfestival. Unter: http://boff-film.de (abgerufen am 09.04.18).
- O.V. Canon. Tipps zur Sportfotografie. Unter: https://www.canon.de/youconnect/learn/tutorials/sports-photography/ (abgerufen am 04.04.18).
- O.V. European Outdoor Film Tour. Blog. Unter: https://www.eoft.eu/blog/ (abgerufen am 04.04.18).

- O.V. Foto-Kurs.com. Besser fotografieren lernen mit Online Fotokurs. Die Blende (aperture: „Öffnung“) Gestaltungselement Nr. 1. Unter: https://www.foto-kurs.com/kamera-blende.php (abgerufen am 11.03.18).
- O.V. fxguide. How Hardcore Henry´s POV shots were made. Unter: https://www.fxguide.com/featured/how-hardcore-henrys-pov-shots-were-made/ (abgerufen am 10.04.18).
- O.V. GoPro Awards. Unter: https://de.gopro.com/awards (abgerufen am 04.04.18).
- O.V. GoPro. Eagle Hunters in a New World. Unter: https://gopro.com/channel/eagle-hunters-in-a-new-world (abgerufen am 12.04.18).
- O.V. GoPro Support Hub. Hero 6 Black Sensor Size. Unter: https://community.gopro.com/t5/Cameras/Hero-6-Black-Sensor-Size/td-p/137700 (abgerufen am 18.04.18).
- O.V. HERO 6 Back. Benutzerhandbuch. Unter: https://de.gopro.com/content/dam/help/hero6-black/manuals/HERO6Black_UM_DE_REVB.pdf (abgerufen am 05.03.18).
- O.V. IMDb. Hardcore (2015). Unter: http://www.imdb.com/title/tt3072482/ (abgerufen am 09.04.18).
- O.V. Information zum Sichtfeld (FOV) der HERO6 Black. Unter: https://de.gopro.com/help/articles/question_answer/hero6-black-field-of-view-fov-information (abgerufen am 05.03.18).
- O.V. Kleine-Fotoschule. DIN/ASA/ISO. Unter: https://www.kleine-fotoschule.de/kameratechnik/blende-belichtungszeit-und-iso-zahl/din-asa-iso.html (abgerufen am 08.03.18).
- O.V. MathWorks. Image Processing Toolbox. Bildverarbeitung, Bildanalyse und Algorithmenentwicklung. Unter: https://de.mathworks.com/products/image.html (abgerufen am 28.03.18).
- O.V. MathWorks. Documentation. Imhist. Unter: https://de.mathworks.com/help/images/ref/imhist.html (abgerufen am 28.03.18).
- O.V. MathWorks. Documentation. Medfilt2. Unter: https://de.mathworks.com/help/images/ref/medfilt2.html (abgerufen am 28.03.18).
- O.V. MathWorks. Corrcoef. Unter: https://de.mathworks.com/help/matlab/ref/corrcoef.html (abgerufen am 10.04.18).
- O.V. Moving Adventures Medien. Unter: https://moving-adventures.de (abgerufen am 04.04.18).

- O.V. Statistics How To. Correlation Coefficient: Simple Definition, Formula, Easy Steps. Unter: http://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/correlation-coefficient-formula/ (abgerufen am 15.04.18).
- O.V. Umfrage Online. Unter: https://www.umfrageonline.com (abgerufen am 02.04.18).
- O.V. Verfügbare Videoauflösungen für HERO6 Black. Unter: https://de.gopro.com/help/articles/block/available-video-resolutions-for-hero6-black (abgerufen am 07.03.18).
- O.V. Youtube. GoPro BTS: The Making of Eagle Hunters in a New World. Unter: https://www.youtube.com/watch?v=DN7jWHlKxYU (abgerufen am 12.04.18).
- Vgl. Zhang, Michael (2015). PetaPixel. Photographer Shoots Skydivers with a Helmet DSLR and Mouth Release. Unter: https://petapixel.com/2015/12/03/photographer-shoots-skydivers-with-a-dslr-strapped-to-his-head/ (abgerufen am 12.04.18).

Anlagen

Matlab Code:

```
function [ histCentroid, contrastFeature ] = ContrastAndAverageIllumi-
nation( histogram,ttitle,plotIt )

    k = 1:256;
    histCentroid = (k*histogram) /(sum(histogram));

    histCentroidVec = histCentroid .* ones(1,256);
    k2 = (k-histCentroidVec).^2;

    contrastFeature = sqrt(sum(k2*histogram) / sum(histogram));
    if plotIt == 1
        figure;stem(histogram,'.black'); ti-
tle(strcat(ttitle,'...Schwerpunkt =
',num2str(histCentroid),'...Streuung = ',num2str(contrastFeature)));
        xlabel('Pixel')
        ylabel('Anzahl an Pixel')


        set(gcf,'PaperUnits','centimeters');
        set(gcf,'PaperSize',[40 10.2]);                  %[12 4.2]);
        set(gcf,'PaperPosition',[-4.0,0.00,48,10.2]);  %[-
0.5,0.20,12.7,4.0]);
        set(gcf,'PaperPositionMode','manual');
        print(gcf,'-dpdf',strcat('pdf/Histogram_',ttitle,'.pdf'));
    end
end



function [ noisePower ] = NoisePower( I )
I2 = medfilt2(I);

I3 = I - I2;

noisePower = 100/255 * mean(mean(abs(I3)));

end
```

% Source Rania Hassen

```
function [si lpc_map] = lpc_si(im, C, Beta_k, scales, norient, B)

if (~exist('C'))
   C = 2;
end

if (~exist('Beta_k'))
   Beta_k = 1e-4;
end

if (~exist('scales'))
scales   = [1 3/2 2]; w = [1 -3 2];
% scales = [1 2 3]; w = [1 -4 3];
% scales = [1 2 4]; w = [1 -3 2];
end
```

```
if (~exist('norient'))
    norient  = 8;
end

nscale   = length(scales);
[row col]= size(im);

if (~exist('B'))
    B = round(min(row, col)/16);
end

im = double(im);
filter  = logGabor_2D(im,norient,nscale,scales,0.33);
imfft   = fft2(im);
s_lpc   = ones(row, col, norient);

for o = 1:norient
    for s = 1:nscale
        M(:,:,s) = ifft2(imfft .* filter{s,o});
        s_lpc(:,:,o) = s_lpc(:,:,o).*(M(:,:,s).^w(s));
    end
    e = abs(M(:,:,1));
    e_center = e(B+1:end-B, B+1:end-B);
    e_mean = mean(e_center(:));
    e_std = std(e_center(:));
    T = e_mean + 2*e_std;
    e = max(0, e-T);
    energy(:,:,o) = e;
end
s_lpc_map = cos(angle(s_lpc));
s_lpc_map(s_lpc_map<0) = 0;
lpc_map = (sum(s_lpc_map.*energy,3))./(sum(energy,3) + C);
lpc_map_center = lpc_map(B+1:end-B, B+1:end-B);

sorted_si = sort(lpc_map_center(:),'descend')';
N = length(sorted_si);
u = exp(-((0:(N-1))/(N-1))/Beta_k);
si = sum(sorted_si.*u)/sum(u);

return;
```

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

München, 17.05.2018	Yana Henecka
Ort, Datum	Vorname Nachname