

Diplomarbeit

Analoge Werte im digitalen Fotografiezeitalter

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades eines Dipl.-Ing. (FH) Telekommunikation und Medien am Fachhochschul-Diplomstudiengang Telekommunikation und Medien in St. Pölten

unter der Erstbetreuung von

Markus Seidl Bakk.

Zweitbegutachtet von

Kurt Hörbst

ausgeführt von

Marek Knopp
tm021059

St. Pölten, am 28. August 2006

Unterschrift:

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

ich diese Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter/einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachtern beurteilten Arbeit überein.

.....

Ort, Datum Unterschrift

Kurzfassung

Diese Diplomarbeit befasst sich mit einem direkten Vergleich zwischen der analogen und digitalen Spiegelreflexfotografie. Die Hauptforschungsfrage ist, ob das Bild eines analogen Filmes im Stande ist, mehr Informationen zu liefern als jenes des digitalen Sensors. Als Kameramodelle wurden Canon EOS 1V und Canon EOS 1Ds Mark II verwendet.

Als Forschungsmethode wurde das Experiment gewählt. Hierbei wurden beide Formate direkt verglichen. In einer qualitativen Befragung mit zwei Berufsfotografen/innen wurden die Aspekte der Erst- und Folgekosten sowie des zeitlichen Aufwandes beleuchtet.

Während der Vergleichsphase, die in fünf Situationen gegliedert wurde, zeigte sich, dass digitale Bilder vor allem nachbearbeitet deutliche Qualitätsvorteile aufweisen. So sind Bilddetails wie Hautporen oder Härchen bei Augenbrauen beim digitalen Format besser zu sehen. Im Schatten- und Lichterbereich bot der Negativ-Film eine ansprechende Leistung, die phasenweise durch den Detailreichtum des RAW, dem digitalen Rohformat, überboten wurde.

Bei der Frage des Bildrauschens war digitale Fotografie der analogen deutlich überlegen. Bei höheren ISO-Werten zeigten die digitalen Formate nur sehr leichte Bildfehler. Das analoge Material, speziell der Negativ-Film, wies teilweise erhebliche Bildfehler auf, die sich allerdings nicht negativ auf die Bildwirkung niederschlugen.

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass die digitale Spiegelreflexfotografie die analoge bereits qualitativ abgelöst hat. Das in dieser Diplomarbeit verwendete digitale Spiegelreflexmodell Canon 1Ds Mark II wies gegenüber dem analogen Film große Qualitätsvorteile auf, die speziell bei großen Bildausgaben deutlich zu sehen sind.

Abstract

This thesis compares analog and digital SLR-photography. In an experiment having been carried out in five different settings some interesting results have been found. The quality of the digital picture is higher than that of analog film. Details like pores of the skin or the small hair of an eyebrow showed a higher resolution. The difference between these two technologies was especially apparent in the studio setting.

Another fact is that the digital noise is lower than the grain size of an analog film. Especially for higher ISO-values the digital picture shows nearly noise-free structures, whereas analog pictures tend to show clear granulation.

The negative pattern shows good details in the shades and light areas of the picture. Only the RAW-photo keeps up with this analog film.

The most important advantage of analog material is that colours are represented much more realistically than when using digital sensor. Digital photography always needs post processing. An analog picture can be developed without postproduction, whereas digital benefits from this step.

In conclusion the digital-sensor has more advantages than analog films. Digital photography can be seen as the fair successor of analog photography.

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung	1
Kurzfassung	2
Abstract	3
Inhaltsverzeichnis	4
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Erkenntnisgegenstand	8
1.1 Fotografie im Alltag	8
1.2 Forschungsinhalte	9
1.3 Begründung und Relevanz des Themas.....	10
2 Begriffsdefinitionen und Grundlagen	11
2.1 Geschichtliche Entwicklung	11
2.2 Komponenten einer Spiegelreflexkamera	16
2.2.1 Optische Einheit	16
2.2.2 Bildaufnahme und Speicherung	20
2.2.3 Gehäuse / Elektronik.....	28
3 Forschungsleitende Frage und Thesen	33
3.1 Forschungsleitende Fragestellung	33
3.2 Hypothesenbildung	33
4 Forschungsstrategie	35
4.1 Experiment.....	35
4.1.1 Grundsätzliche Überlegung	35
4.1.2 Aufbau der Testszenarien	36
4.2 Qualitative Umfrage.....	37
5 Testphase	39
5.1 Experiment.....	39
5.2 Qualitative Umfrage.....	43
6 Auswertung der Daten	44
6.1 Experiment.....	44
6.2 Qualitative Umfrage.....	102

7	Interpretation der Daten	106
8	Reflexion	113
9	Zusammenfassung und Ausblick.....	115
	Abkürzungsverzeichnis	119
	Abbildungsverzeichnis	120
	Literaturverzeichnis	123
	Anhang A: Befragung Axel Heimken.....	124
	Anhang B: Befragung Elke Geni.....	128
	Anhang C: Filmliste	132
	Anhang D: Testergebnisse.....	133

Vorwort

Diese Diplomarbeit entstand 2006 im Zuge meines Studiums an der Fachhochschule St. Pölten, Studiengang Medientechnik. Die Wahl des Themas war geprägt durch die schnelle Digitalisierung der Fotografie. Da ich selbst mit großer Leidenschaft digital fotografiere und mich der Vergleich zwischen analog und digital sehr interessierte, wagte ich mich an die Materie heran.

Eine Schwierigkeit stellte die Wahl des richtigen Filmmaterials dar. Die Zahl der Händler, die vielseitiges Filmmaterial für zahlreiche Einsatzzwecke verkaufen, ist überschaubar geworden. Zu sehr haben sich die Digitalkameras in den Vordergrund gedrängt.

Dennoch merkte ich während meiner Recherche, dass der Vergleich analog gegen digital von großem Interesse ist. In Fachforen stieß ich immer wieder auf Menschen, die mich baten ihnen meine Ergebnisse mitzuteilen, nachdem diese Diplomarbeit abgeschlossen ist.

Bedanken möchte ich mich in erster Linie bei Helmut Mitter von der Firma Canon Österreich, der mir kostenlos die als Testmodelle dienenden Kameras zur Verfügung stellte. Danke auch an Lucas und Elke Geni vom Studio 5 in St. Pölten, die mir ihre Räumlichkeiten für die Studioaufnahmen kostenlos überließen und mir mit vielen Tipps und Tricks maßgeblich halfen sowie an meinen Betreuer Markus Seidl, dessen Filmscanner ich für die Digitalisierung der Negativ- und Positiv-Filme verwenden durfte. Ein besonderer Dank geht auch an Anja Bräutigam und Carina Fürnkranz, die als Modelle vor der Kamera eine gute Figur gemacht haben.

Einleitung

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit einem Vergleich zwischen der analogen und der digitalen Spiegelreflextechnik. Verglichen wird zum einen die Bildqualität. Hier wird der Vergleich in die Bereiche farbliche Anmutung, Rauschen/Körnung, Bildqualität (Details) sowie Zeichnung in Lichter- und Schattenbereichen gegliedert. Zusätzlich wird die Frage nach dem Kostenaufwand, also den Erst- und Folgekosten, beantwortet. Zuletzt wird geklärt, wie zeitaufwändig sich das Arbeiten mit analog und digital gestaltet.

Der Grund für die Erforschung dieses Themas ist die Digitalisierung der Fotografie. Das analoge Foto war Jahrhunderte lang das Standardmedium für die Aufzeichnung von Bildern. Zur Jahrtausendwende setzten sich kontinuierlich die digitalen Kameras durch und verdrängten das analoge Filmmaterial. Ungeklärt blieb aber die Frage, welches der beiden Medien sich im Alltag besser bewährt. Die Qualität der Bilder wurde ebenfalls nicht stark genug hinterfragt. Diese Diplomarbeit stellt beide Technologien zum derzeitigen Stand der Technologie gegenüber.

Als Forschungsmethoden wurden das Experiment und die qualitative Befragung gewählt. Im Experiment wurden fünf Situationen gewählt um analog und digital vergleichen zu können. Jede Situation stellt großen Anspruch an das Material, um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen. Bei der qualitativen Befragung, die mit zwei Fotografen durchgeführt wurde, ging es um die Beantwortung der Fragen nach der Alltagstauglichkeit der beiden Kameras sowie um eine Kosten- und Zeitaufwandsbeschreibung.

1 Erkenntnisgegenstand

1.1 Fotografie im Alltag

Bereits seit Jahrhunderten ist die Menschheit bestrebt, Bilder auf ein haltbares Medium zu bannen. Was mit der Malerei begann, wurde mit der Fotografie perfektioniert. Im Laufe der Zeit entwickelten sich verschiedene Techniken. Die kompakte Fotografie sowie die Spiegelreflexkamera setzten sich letztendlich am Massenmarkt durch. Beide Modelle unterscheiden sich maßgeblich in ihrer Funktionsweise. Mit der Einführung der Digitalkamera trat der Aspekt des fotografischen „Schnappschusses“ stärker in den Vordergrund, da nicht mehr auf den eingelegten Film Rücksicht genommen werden musste. Digitale Bilder können aufgrund der Wiederbeschreibbarkeit des Datenmediums gelöscht oder neu aufgenommen werden, ohne dass dabei zusätzliche Kosten entstehen.

Während bereits vor der Einführung der digitalenameratechnik die Fotografie eines der wichtigsten Dokumentationswerkzeuge war, ist sie jetzt ein multimediales Wunderwerk. Durch die Digitalisierung der Bilder können auf dem Computer Diashows erstellt und beispielsweise auf DVD präsentiert werden. Selbst Videos können mit Hilfe von digitalen Kompaktkameras aufgenommen werden.

Aufgrund der großen Nachfrage können die Kamerahersteller einerseits ihre Modelle günstiger anbieten, auf der anderen Seite auch die notwendige Forschung effektiv finanzieren. Mittlerweile haben kompakte Digitalkameras das Preisniveau ihrer analogen Vorgänger erreicht.

Die Prestigesparte jedes Kameraherstellers bleibt aber die Spiegelreflextechnik, kurz SLR (Single Lens Reflex) genannt. Die endgültige

Digitalisierung dieser Kameratechnik erfolgte zur Jahrtausendwende. Mit den fallenden Preisen konnten sich Amateure auch an die digitale SLR-Technik heranwagen. Was die professionellen Fotografen/innen täglich vormachen, möchten die privaten Anwender/innen auch versuchen. Denn bereits die elterliche Generation vertraute auf Spiegelreflex, jedoch noch in der analogen Form.

1.2 Forschungsinhalte

In dieser Diplomarbeit wird die analoge mit der digitalen Spiegelreflextechnik wissenschaftlich verglichen. Durch die beiden Technologien Film und Sensor entstehen Bilder, die sich in ihrer Qualität unterscheiden.

Die Qualität der Bilder beider Technologien, die sich in die Unterbereiche farbliche Anmutung, Rauschen/Körnung, Bildqualität (Details) und Zeichnung in Schatten- und Lichterbereichen gliedert, wurde mittels einer Experimentreihe festgehalten. Diese wurde im Zeitraum vom 5. bis 10. Juni 2006 durchgeführt. In fünf Situationen wurden verschiedene Licht- und Objektsituationen fotografiert. Anschließend wurden die analogen Bilder mittels eines Filmscanners digitalisiert und mit den digitalen Bildern verglichen.

In einer qualitativen Befragung am 19. Juni 2006 mit dem Pressefotografen Axel Heimken und am 27. Juni 2006 mit der Studiofotografin Elke Geni, wurde der Aspekte Kosten geklärt. Beide Kamertypen unterscheiden sich maßgeblich in den Erst- und Folgekosten. Schlussendlich wurde in dieser Befragung der praktische Umgang mit beiden Kamertypen zeitkritisch und im Hinblick auf die Alltagstauglichkeit beleuchtet.

1.3 Begründung und Relevanz des Themas

Durch die Schnellebigkeit des 21. Jahrhunderts schuf die digitale SLR-Technologie die Möglichkeit, die fotografierten Bilder direkt betrachten zu können. Die digitale Kamera überholte innerhalb kürzester Zeit die über viele Jahrzehnte bewährte analoge Technik. Viele Hersteller mussten die analoge Sparte aufgeben und sich neu ausrichten.

Der Fortschritt der analogen Technologie wurde mittlerweile beinahe vollständig gestoppt. Der bisherige analoge Marktführer Nikon stellte seine Produktion von analogen Kameras bis auf ein Modell ein.

Die Frage, die sich daraus ableitet, ist, ob die digitale Technik bereits das analoge Niveau erreicht hat und daher zu Recht als das Maß der Dinge angesehen werden kann.

2 Begriffsddefinitionen und Grundlagen

2.1 Geschichtliche Entwicklung

Die erste Kamera, die in den geschichtlichen Aufzeichnungen festgehalten wird, ist die Camera obscura. Sie stellt in ihrem Aufbau eine Lochkamera dar. In eine abgedunkelte Kammer fällt durch ein kleines Loch Licht. Auf der dem Loch gegenüberliegenden Seite wird ein spiegelverkehrtes Bild projiziert. Leonardo da Vinci beschrieb Anfang des 16. Jahrhunderts die Funktionsweise dieses Gerätes. Die Camera obscura war aber nur als Zeichenhilfe konzipiert, da sie wie ein Projektor ein Bild auf eine Fläche werfen konnte.

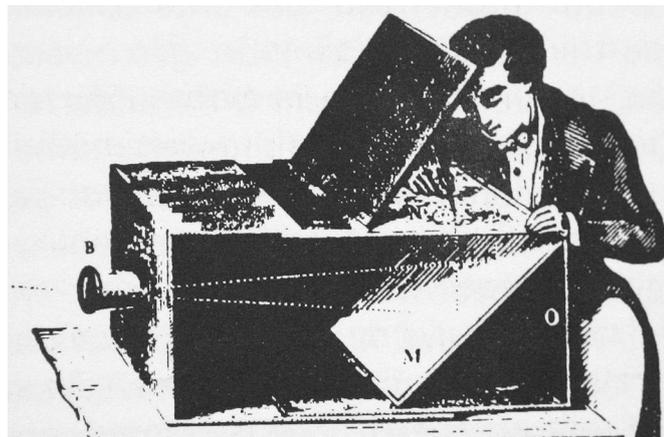


Abbildung 1: Zeichnen mit Camera obscura (Foto: Marchesi, 1993, S. 11)

Aus diesem Grund wurde nach Materialien gesucht, die Licht speichern konnten. Diverse Chemiker wie Johann Heinrich Schulze, Giacomo Battista Beccaria und Carl Wilhelm stellten die Empfindlichkeit verschiedener Substanzen fest. Thomas Wedgwood versuchte erstmals Bilder der Camera obscura auf einer chemisch behandelten Glasfläche festzuhalten. Ihm gelang es allerdings aufgrund Lichtmangels nicht, das Glas ausreichend zu belichten.

Die erste Fotografie gelang Josef Nicéphore Niépce im Jahr 1826. Niépce erwarb eine Camera obscura und bestückte sie mit einer Glasplatte, die er zuvor mit einer Asphaltlösung behandelte. Diese Konstruktion stellte er an das Fenster eines seiner Zimmer und ließ so die Platte belichten. Nach einer Belichtungszeit von acht Stunden erhielt er eine Aufnahme seines Hofes. Die Platte wurde anschließend mit Lavendelöl behandelt um die nicht vom Licht gehärteten Asphaltstellen herauszulösen.



Abbildung 2: Erste und älteste Fotografie, aufgenommen von Josef Nicéphore Niépce (Foto: Marchesi, 1993, S. 14)

Louis Jaques Mandé Daguerre befasste sich mit demselben Problem wie Niépce, jedoch gelang es ihm nicht, die Bilder zu fixieren. Aus diesem Grund wandte er sich an Niépce und konnte mit Hilfe dessen Entdeckung die Entwicklung der lichtempfindlichen Schichten fortsetzen. So fand er heraus, dass Iodsilber sich mit Quecksilber entwickeln ließ. Daraus resultierte 1837 die erste kommerziell hergestellte Kamera mit dem Namen Daguerrotypiekamera.

Gleichzeitig versuchte auch William Henry Fox Talbot sensibilisiertes Papier zu belichten. 1840 fand er eine Substanz um die Belichtungszeit des Fotopapiers auf wenige Sekunden herabzusetzen. Das Ver-

fahren mit Salzpapieren wurde Kalotypie genannt. Der Vorteil lag in der einfacheren und billigeren Herstellung.

Mit der Erfindung der Kollodium-Nassplatte durch Frederick Scott Archer im Jahre 1851 konnten erstmalig Momentaufnahmen gemacht werden. Grund dafür waren die höhere Empfindlichkeit der fotografischen Schicht und die damit verbundene kurze Belichtungszeit. Ein großer Nachteil war, dass die belichteten Platten vor Ort vorbereitet, belichtet und entwickelt werden mussten. Eine schwere Dunkelkammerausrüstung war für den/die Fotografen/in zwingend erforderlich. (vgl. Baatz, 1997, S. 28ff)



Abbildung 3: Arbeitsablauf eines Kollodium-Nassplatten-Fotografen (Foto: Marchesi, 1993, S. 21)

Ein weiterer Meilenstein in der Geschichte der Fotografie waren die Albumin-Kopierpapiere. Louis-Désiré Blanquart-Evrard überzog Papier mit einer Albuminschicht. Da sich Albumin unter anderem aus dem Eiweiß frischer Hühnereier zusammensetzt, war der Verbrauch an Hühnereiern enorm. Doch dem Erfolg der Albumin-Kopierpapiere, der durch die einfache Entwicklung und die detailreichen Bilder begründet war, tat dies keinen Abbruch. Diese Kopierpapiere wurden bis 1930 hergestellt.

Die Gebrüder Auguste und Louis Lumière erfanden das erste Farbaufnahmematerial. Sie stellten ihre Erfindung 1904 der Akademie in Pa-

ris vor. 1907 erfolgte die Kommerzialisierung ihrer Autochrome-Platten. Durch die Umstellung der Glasplatten auf Planfilme präsentierte Lumière den Filmcolor-Planfilm, der auf Basis des Autochrome-Materials hergestellt wurde. (vgl. Marchesi, 2005 b, S. 17)

Im Jahr 1935 stellte Eastman Kodak den Dreischichten-Farbfilm „Kodachrome“ vor. Zwar stellte Kodak den ersten kommerziell verwendbaren Farbfilm vor, Agfa gelang es jedoch als erste Firma 1936 Farbkuppler direkt in die Emulsionsschicht einzubetten. (vgl. Marchesi, 2005 b, S. 22)

Auch dieameratechnik entwickelte sich über die Jahre stetig. War es zunächst die Camera obscura, so wurden später die Balgen- und Klappkameras erfunden. Die Spiegelreflexkamera mit Wechselmagazin erhielt 1893 erstmalig ein Patent. 1936 stellte Kine-Exakta die einäugige Ur-Kleinbildspiegelreflexkamera vor, die einen 24 mm x 36 mm-Film verwendete. Die erste Kleinbildkamera wurde 1913 von Oskar Barnack gebaut und er taufte sie auf den Namen „Urleica“. (vgl. Marchesi, 1993, S. 31ff)

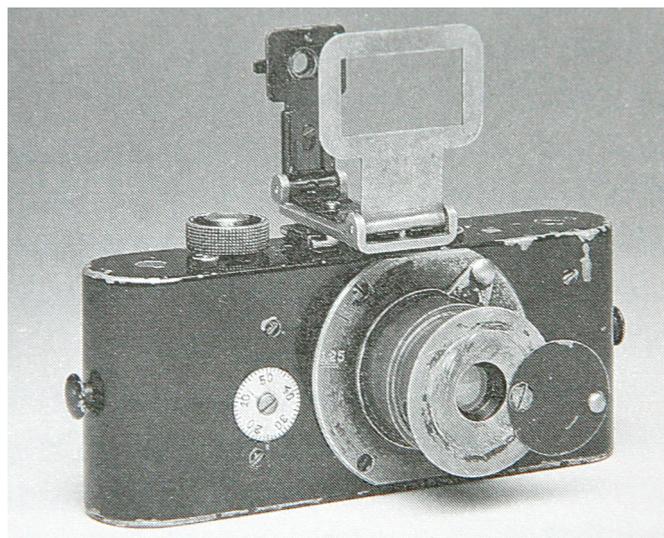


Abbildung 4: Erste Kleinbildkamera Urleica (Foto: Marchesi, 1993, S. 32)

Rund 70 Jahre später wurden die ersten digitalen Fotografiemodelle der Öffentlichkeit vorgestellt. Die ersten Prototypen zeichneten das Bild noch als analoges Videosignal auf Disketten auf. Erst 1990 stellte Kodak mit der DCS-100 die erste richtige digitale Spiegelreflexkamera vor. Als Basis diente eine Nikon F3. Statt des Films wurde ein CCD-Sensor angebracht.

Ende der 90er Jahre leitete Nikon mit der D1 die Spiegelreflexrevolution ein. Die D1 war die erste digitale SLR-Kamera, die aufgrund ihrer Bildqualität eine professionelle Verwendung zuließ. Mit 2,72 Millionen Bildpunkten (Pixel) war sie ihrer Konkurrenz weit voraus. Canon benötigte ein Jahr länger zur Entwicklung der digitalen SLR-Kameras und stellte von 2000 bis 2002 insgesamt vier neue Modelle (D30, 1D, D60, 1Ds) vor.



Abbildung 5: Nikon D1 (Foto: www.dpreview.com)

Canon ist derzeit (Stand August 2006) die einzige Firma, die im digitalen Kleinbild-Spiegelreflexsektor Vollformatsensoren ohne Verlängerungsfaktor verbaut.

2.2 Komponenten einer Spiegelreflexkamera

2.2.1 Optische Einheit

Das Objektiv in der SLR-Fotografie ein entscheidender Faktor, da durch die Wechsellmöglichkeit der/die Anwender/in zahlreiche Möglichkeiten erhält sein/ihr Motiv bestmöglich abzubilden. Dabei erfolgt eine Kategorisierung in die kleinstmögliche Blende, also Lichtstärke und Brennweite.

Entscheidend ist neben diesen beiden Parametern allerdings auch die Bildqualität. Der beste Sensor/Film ist wertlos, wenn das Objektiv nicht hoch genug auflösen kann. Ziel der Hersteller ist es Optiken herzustellen, welche sowohl die feinen als auch groben Strukturen realitätsgetreu abbilden. Sämtliche Helligkeitsunterschiede, die im Motiv auftreten, müssen im besten Falle unverändert zum Sensor/Film gelangen. Selbstverständlich dürfen dabei die vorhandenen Strukturen nicht verloren gehen.

Die am meisten verbreitete Messmethode ist die Modulations-Übertragungsfunktion (MTF). Dazu schreibt Schneider-Kreuznach:

Die MTF beschreibt den in der Bildebene noch auftretenden Kontrast in Abhängigkeit von der Anzahl der Linienpaare pro Millimeter.

Mit steigender Anzahl der Linienpaare sinkt auch der Kontrast. Dieser Wert ist einerseits abhängig von der eingestellten Blende, andererseits von der Position des Messens. Aufgrund von Abbildungsfehlern erzielt ein Objektiv im Zentrum einen höheren Kontrast als am Rand.

Objektive lassen sich in mehrere Unterkategorien gliedern, um auf deren spezifische Eigenschaften eingehen zu können.

Festbrennweite

Objektive dieser Bauform haben eine vorgegebene Brennweite, die nicht verändert werden kann. Durch die einfachere Linsenordnung

ist es möglich, höhere Lichtstärken zu erzielen als bei Zoom-Objektiven. Festbrennweiten bieten durch die höhere Lichtstärke die Möglichkeit gezielter mit der Tiefenunschärfe zu arbeiten.



Abbildung 6: Festbrennweite 85 mm F1.2 (Foto: Canon)

Zoom-Objektiv

Flexible Bildausschnitte sind mit dem Zoom-Objektiv möglich, da es zwischen einer Anfangs- und Endbrennweite stufenlos regulierbar ist. Da die Linsenelemente im Objektiv verschiebbar sind, kann die Brennweite verändert werden. Die aufgrund der Zoom-Konstruktion erforderlichen Korrekturlinsen vermindern allerdings Lichtstärke und Bildqualität. Der Vorteil der Zoom-Objektive liegt in der universellen Einsatzmöglichkeit und der Abdeckung eines bestimmten Brennweitenbereiches. Letztendlich sind hochwertige Zoom-Objektive in ihrer Anschaffung günstiger als lichtstarke Festbrennweiten.



Abbildung 7: Zoom-Objektiv 17-40 mm F4.0 (Foto: Canon)

Makroobjektiv

Im Gegensatz zu allen anderen Objektivbauarten zeichnet sich das Makroobjektiv durch seine geringe Naheinstellgrenze aus. Dadurch sind größere Abbildungsmaßstäbe möglich. Da der Autofokus aufgrund der feineren Abstandsskalierung im Nahbereich einen längeren Weg zurücklegen muss, fokussieren Makroobjektive verhältnismäßig langsam.



Abbildung 8: Makroobjektiv 60 mm F2.8 (Foto: Canon)

Superteleobjektiv

Im Bereich der Tier- und Sportfotografie sowie Pressearbeit unter ungünstigen Distanz-Bedingungen sind Superteleobjektive notwendig. Objektive mit Brennweiten jenseits von 200 mm werden als Superteleobjektive bezeichnet. Sie zeichnen sich einerseits durch die ausgezeichnete Bildqualität aus, andererseits durch hohe Lichtstärke. Diese Objektive eignen sich hervorragend um Motive freizustellen, da bedingt durch die lange Brennweite und geringe Blende die Tiefenschärfe sehr gering ist. Da die Ansprüche an Superteleobjektive sehr hoch sind, werden teure Korrekturlinsen gegen chromatische Aberrationen eingesetzt. Die ausgezeichnete Bildqualität schlägt sich allerdings im Gewicht und dem hohen Preis der Objektive nieder.



Abbildung 9: Superteleobjektiv 400 mm F4.0 (Foto: Canon)

Tilt-Shift-Objektiv

Bei dieser Art von Spezialobjektiv lässt sich die Linsenebene gegenüber dem Film/Sensorebene verschieben (Shift) oder verschwenken (Tilt). Beim Verschieben der Linsenebene werden stürzende Linien korrigiert. Im Bereich der Architekturfotografie werden diese Objektive häufig verwendet. Beim Verschwenken wird die Schärfenebene geneigt. Dies hat den Sinn, dass schräg zur Filmebene verlaufende Flächen oder Motive über die gesamte Tiefe scharf abgebildet werden.

Bildstabilisator

Unter ungünstigen Lichtbedingungen kann trotz lichtstarker Objektive die Verschlusszeit auf Werte fallen, die das freihändige Fotografieren ohne Hilfsmittel wie Stative erschweren. Bei Brennweiten ab 100 mm sollte die Verschlusszeit nicht unter dem Kehrwert der Brennweite, also bei 100 mm 1/100 sec, liegen. Der Bildstabilisator hilft, verwacklungsfreie Bilder trotz geringer Verschlusszeiten zu ermöglichen. Je nach Ausführung können bis zu drei Blendenstufen gewonnen werden. Moderne optische Bildstabilisatoren arbeiten in vertikaler und horizontaler Ebene. Diese lassen sich einzeln zu- und abschalten. Bei Mitziehern wird beispielsweise keine Stabilisierung in vertikaler Richtung benötigt.

2.2.2 Bildaufnahme und Speicherung

Das Bildaufnahmeprinzip der analogen und digitalen Technik könnte nicht unterschiedlicher sein. Während der analoge Film gänzlich ohne Elektronik arbeitet, ist diese beim digitalen Foto unumgänglich. Beide Systeme haben eine große Gemeinsamkeit: Sie benötigen elektromagnetische Strahlung, also Licht.

Analoger Film

Der Kleinbildfilm mit dem Format 24 x 36 Millimeter entstand ursprünglich aus dem 35-mm-Film, der für Kinoproduktionen entwickelt wurde. Im Jahr 1925 wurden die ersten Kleinbildkameras am Markt gesichtet.

Die Aufnahme einer analogen Fotografie erfolgt in zwei Stufen. Die erste Stufe beschreibt die Aufnahme des realen Bildes, die zweite Stufe befasst sich mit der Entwicklung des Farbnegatives.

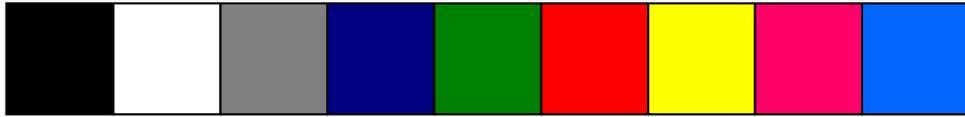


Abbildung 10: Ausgangssituation ist die Original Vorlage.

Bei der Aufnahme wird das Bild durch das Objektiv auf der Filmebene erfasst. Der Film wird in einem ersten Schritt belichtet. Dazu klappt bei der Spiegelreflexkamera der Schwingspiegel hoch und die beiden Verschlussvorhänge definieren die Verschlusszeit, also jene Zeit, wie lange der Film belichtet werden soll. Durch die Belichtung des Filmes werden mit der physikalischen Anregung durch das Licht im Film chemische Prozesse ausgelöst. In der Farbfotografie absorbieren Farbstoffe die Bildeigenschaften. Damit das gesamte für den Menschen sichtbare Spektrum abgebildet werden kann (der Mensch sieht Wellenlängen von 400 bis 700 Nanometer), werden Farbstoffe mit speziellen Absorptionskurven eingesetzt. Die drei Farbanteile des Bildes blau, grün und rot werden von jeweils einer Farbschicht am Film absorbiert. Die Differenzierung ist deswegen möglich, da jede Filmschicht auf einen bestimmten Wellenlängenbereich sensibilisiert ist und diesen absorbiert. Alle anderen Wellenlängen werden durch die jeweilige Filmschicht durchgelassen. (vgl. Marchesi, 2005 b, S. 110ff)

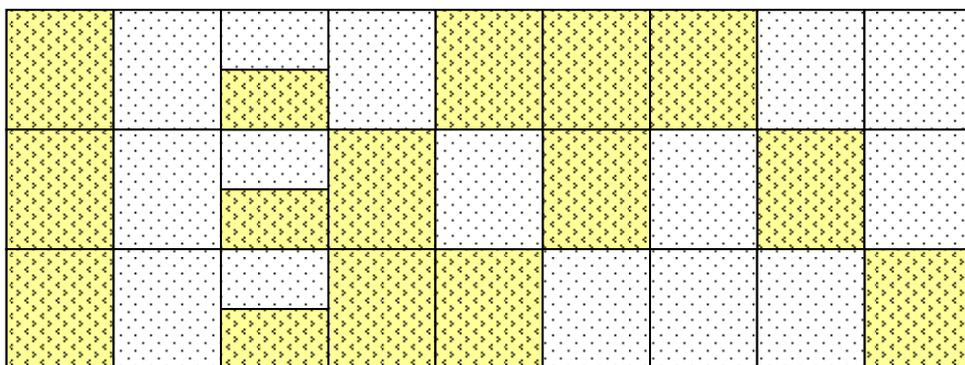


Abbildung 11: Bei der Belichtung des Filmes absorbieren die Farbstoffe die Bildeigenschaften (in der Abbildung weiße Stellen).

In der zweiten Stufe wird aus dem latenten, also unsichtbaren, Bild auf dem analogen Film ein Farbnegativ. Entscheidend sind hier die Farbkuppler, die bereits im Filmmaterial enthalten sind. Sie sorgen dafür, dass zusammen mit den Silberhalogenid-Kristallen auf den belichteten Filmstellen farbige Verbindungen entstehen. Nicht belichtete Silberhalogenid-Kristalle werden nicht zu Silber reduziert und können daher nicht mit den Farbkupplern reagieren. (vgl. Marchesi, 2005b, S. 21)

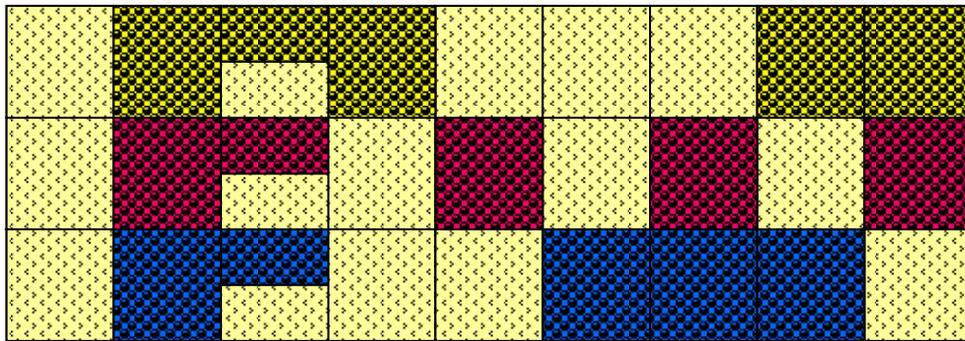


Abbildung 12: Die zweite Stufe bildet die Farbreaktion. Durch die Verbindung der Farbkuppler und den Silberhalogenid-Kristallen entstehen auf den belichteten Filmstellen farbige Verbindungen.

Im letzten Schritt werden im Bleich- und Fixierbad das Silber (Bleichbad) und Silberhalogenid (Fixierbad) herausgelöst, sodass das fertige Farbnegativ entsteht. (vgl. Marchesi, 2005 b, S. 180)

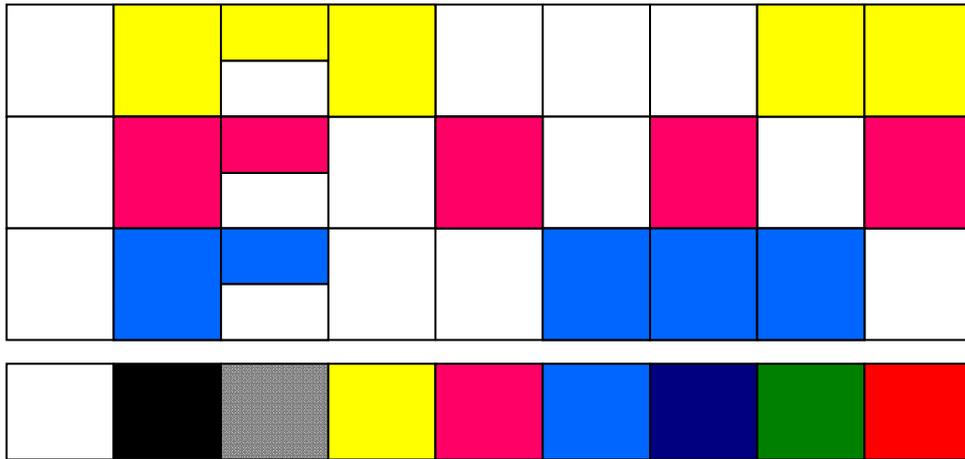


Abbildung 13: Beim Bleich- und Fixbad wird das Silber (an jenen Stellen die farbliche Verbindungen gebildet haben) und Silberhalogenid (in der Abbildung weiße Stellen) herausgelöst. Danach ist das Negativ fertig.

CCD

Auch in der digitalen Fotografie wird eine filmempfindliche Ebene belichtet, jedoch handelt es sich dabei nicht um einen analogen Film, sondern einen Sensor. Das eintreffende Licht wird in elektrische Signale umgewandelt und digitalisiert, sodass eine Speicherung auf einem Datenträger möglich wird. (vgl. Marchesi, 2005 b, S. 241) Der CCD-Sensor (Charged Coupled Device) besteht aus vielen Fotodioden. Durch die Belichtung entsteht in jeder Diode eine Ladung, die proportional zum auftreffenden Licht ist. Danach werden diese Ladungen mittels eines Schieberegisters zunächst vertikal transportiert. Ein Sammelregister verschiebt die gesammelten Ladungen in die horizontale Richtung zum Ausleseregister, wo seriell alle Ladungen ausgelesen und zum Analog-Digital-Wandler weitergegeben werden. (vgl. Marchesi, 2005 b, S. 249)

tungsaufnahme, niedrige Erwärmung und geringere Störanfälligkeit aus. Außerdem lassen sich zahlreiche weitere Funktionen im Chip integrieren. (vgl. Marchesi, 2005 b, S. 250) Der Hauptunterschied zum CCD-Sensor liegt allerdings in der Art, wie die Bilddaten ausgelesen werden. Beim CMOS-Sensor werden die Informationen jeder Diode direkt weiterverarbeitet, da es eine integrierte Verstärker- und Digitalisierungsfunktion gibt. Es ist daher ein direkter Zugriff auf jedes Pixel möglich.

Der CMOS-Sensor bietet diverse weitere Vorteile, wie den geringeren Energieverbrauch sowie wesentlich geringeres Blooming-Risiko, da es durch das direkte Auslesen jedes Pixels kaum zu Überbelichtungen kommen kann. Zusätzlich kann der CMOS-Sensor mit Elektronik ausgestattet werden, die für die automatische Belichtungs- und Kontrastkorrektur zuständig ist. (vgl. Marchesi, 2005 b, S. 251)

Compact Flash / Microdrive

Die gängigste Speichertechnologie bei digitalen SLR-Kameras ist Compact Flash. Es gibt drei Bauformen.

- CF-Typ I: Dimensionen 42,8 mm x 36,4 mm x 3,3 mm
- CF-Typ II: Dimensionen 42,8 mm x 36,4 mm x 5,0 mm
- Microdrive: Dimensionen 42,8 mm x 36,4 mm x 5,0 mm

Der CF-Typ II deckt sich von den Dimensionen her mit dem MD. Beachtet sollte dabei aber werden, dass nicht alle Kameras, die den Typ II unterstützen auch mit MDs umgehen können.

Der Unterschied zwischen einer CF-Karte und einem MD liegt in der Funktionsweise. Während die CF-Karte vollständig auf bewegliche Teile verzichtet, arbeitet im MD eine kleine Festplatte. IBM entwickelte das Microdrive.

Der Nachteil des MD liegt durch seine Bauweise auf der Hand: Es ist empfindlich gegen grobe Erschütterungen. Trotz des teureren Preis/Leistungsverhältnisses werden von der CF-Typ I-Karte mehr Exemplare verkauft. Dies liegt einerseits an der Kompatibilität, auf der anderen Seite an den kürzeren Zugriffszeiten und den schnelleren Datenübertragungsraten.



Abbildung 15: Compact Flash Karte Typ I (Foto: SanDisk)

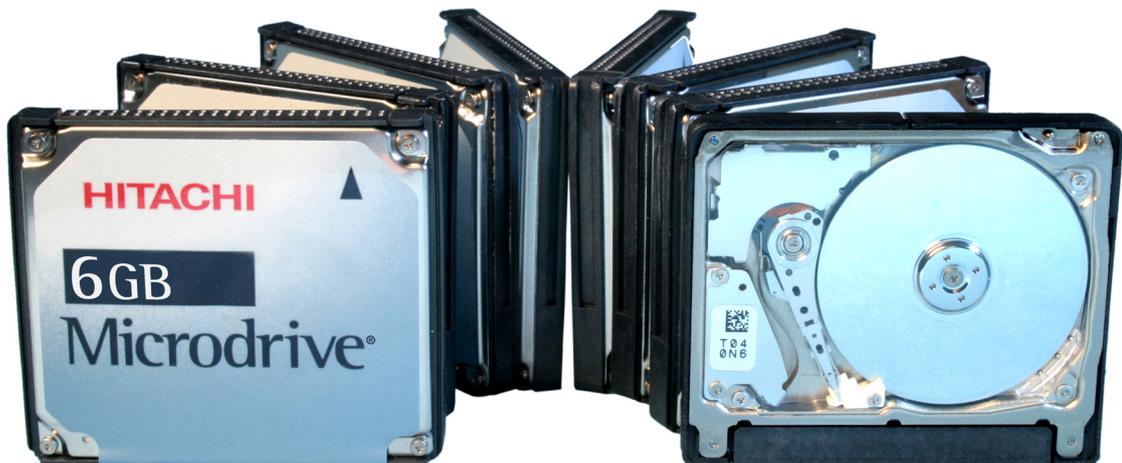


Abbildung 16: Microdrive (Foto: Hitachi)

Secure Digital

Neben der CF-Karte etablierte sich die SD-Karte am Markt. Mit den Abmessungen 32 mm x 24 mm x 2,1 mm ist sie wesentlich handlicher. Durch ihr geringes Volumen eignet sie sich hervorragend als Medium in Kompaktkameras. Hersteller wie Canon statten ihre digita-

len Profi-SLR-Kameras neben dem CF- auch mit einem SD-Zusatzslot aus.

Der Name der SD-Karte weist auf die zusätzlichen Hardwarefunktionen für das Digital Rights Management hin. Damit können Medien-Dateien vor unrechtmäßigem Abspielen geschützt werden. (vgl. Wikipedia, 2006 [1])

Wie die CF-Karte unterstützt das SD-Format hohe Schreibraten und lässt sich zusätzlich mittels eines Schiebemechanismus vor Schreibzugriffen schützen.



Abbildung 17: Secure Digital Karte (Foto: SanDisk)

Sonstige Medien

- Smart Media: Etwas flacher und größer als die SD-Karte (45 mm x 37 mm x 0,76 mm) hat das SM-Medium aufgrund der geringen Kapazität und langsamen Schreibgeschwindigkeiten nur kurzweilig in Digitalkameras Verwendung gefunden. Aufgrund der unterschiedlichen Spannungsausführung der SM-Karte musste der/die Benutzer/in zusätzlich die Frage der Kompatibilität klären.
- Multi Media Card: Die MMC wurde bereits vor der SD-Karte eingeführt und basiert auf einer ähnlichen Technologie. Die Abmessungen 24 mm x 18 mm x 1,4 mm ähneln jener der SD-Karte und sie wird vor allem in Handys und mp3-Playern verwendet.

- Memory Stick: Sony entwickelte den Memory Stick, der vor allem in verschiedenen Sony-Produkten zum Einsatz kommt (Foto- und Videokameras, Handys, etc.). Aufgrund der Lizenzierung verzichteten andere Kamerahersteller auf die Verwendung des MS. So liegt auch der Preis eines MS über dem der CF- oder SD-Karte.
- xD-Picture Card: Olympus und Fujifilm präsentierten 2003 mit der xD-Card ein Speichermedium, das der Nachfolger der SM-Karte werden sollte (vgl. Wikipedia, 2006 [2]). Das kleine Speichermedium (20 mm x 25 mm x 1,7 mm) liegt in den Datenübertragungsraten allerdings weit hinter CF, SD, MMC und MS. Ähnlich wie bei Sony setzen nur vereinzelte Hersteller (Fujifilm, Olympus, Panasonic) auf dieses Speichermedium.

2.2.3 Gehäuse / Elektronik

Haptik / Bedienung

Digitale Kompaktkameras versuchen mittels vieler Zusatzfunktionen ein möglichst breites Spektrum der möglichen Einsatzgebiete abzudecken. Gleichzeitig werden die Kameras stetig kleiner und der/die Anwender/in muss sich mühsam durch zahlreiche Menüs navigieren. Auf der anderen Seite ist der Haltekomfort vieler Kameras mangelhaft, da durch die Miniaturisierung nur mehr wenig Rücksicht auf die natürliche Handhaltung genommen werden kann.

Ein weiterer Aspekt ist der Sucher. Während zu analogen Zeiten das Bild nur durch den Sucher erfasst werden konnte, verzichten neue digitale Kameramodelle bereits auf diese Möglichkeit. Der kleine Monitor auf der Rückseite ist die einzige Möglichkeit den Bildausschnitt gezielt zu wählen.

Einen ganz anderen Weg geht die digitale Spiegelreflexform. Hier wird bei den professionellen Modellen bewusst auf eine Verkleinerung verzichtet um den Fotografiekomfort nicht zu beeinflussen. Zahlreiche Knöpfe, die allerdings in ihrer Anordnung logisch durchdacht sind,

ermöglichen es dem/der Fotografen/in schnell auf die wichtigsten Funktionen zuzugreifen. Der Sucher dient wie in der analogen Technik weiterhin als einzige Möglichkeit das Motiv zu erfassen, da der Monitor auf der Rückseite nur als Rückschaumöglichkeit gedacht ist.

Das Gehäuse der Kamera ist an verschiedenen Stellen mit abriebsfestem Gummi ausgestattet um einen optimalen Haltekomfort zu garantieren. Einige Modelle sind spritzwasserdicht geschützt um auch unter härtesten Witterungsbedingungen maximale Sicherheit vor elektronischen Schäden zu bieten.

Autofokus

Alle modernen Spiegelreflexkameras arbeiten mit der Phasenvergleich-Methode. Vom Motiv gehen zwei Strahlenbündel durch die Ränder des Objektivs. Exakt an der Position der Filmebene befindet sich eine Linse. Bei richtiger Fokussierung gehen die Strahlen ungebrochen durch das Zentrum der Linse. Mit einer weiteren Linse werden diese Strahlen auf die Detektoren fokussiert. Liegt ein Fehlfokus vor, so wird zunächst die erste Linse (Filmebene) außermittig getroffen. Durch den weiteren Strahlengang ergibt sich auf den Detektoren eine veränderte abgelenkte Position. Die dadurch entstandene Phasendifferenz wird erkannt und korrigiert. (vgl. Saxby, 2002, S. 88ff)

Eine weitere Methode des Autofokus ist der prädiktive Autofokus. Dieser wird bei schnellen Bildfolgen und wechselnden Motivabständen verwendet. Dabei wird nicht die Minimierung der Phasendifferenz abgewartet, sondern eine erwartete Fokusposition errechnet. Dies geschieht vollautomatisch während der Belichtungsmesser der Kamera und der Spiegelschlag ausgeführt werden. Das Ergebnis ist allerdings ein höherer Ausschuss, da die Distanz zwischen dem fotografierten Motiv und dem Objektiv sich nicht immer gleichmäßig, also vorhersehbar, ändert.

Der Vorteil der Phasenvergleichsmethode liegt in ihrer hohen Geschwindigkeit und Treffsicherheit. Je weniger Licht dem/der Fotografen/in zur Verfügung steht, desto höher ist der Ausschuss. Moderne Blitzgeräte enthalten aus diesem Grund eine rote Fokushilfslampe, mit Hilfe derer ein kontrastreiches Muster auf das Motiv projiziert wird.

Auslöseverzögerung

Eine störende Eigenschaft, die mit der digitalen Fotografiertechnologie entstand, ist die Auslöseverzögerung. Diese bezeichnet die Verzögerung zwischen dem Drücken des Auslösers und der effektiven Bildaufzeichnung. Während bei ruhenden Motiven diese Eigenschaft kein Problem darstellt, ärgern sich Hobbyfotografen/innen, wenn Tiere oder Kinder abgebildet werden sollen.

Während bei den kompakten digitalen Kameras die lange Auslöseverzögerung in der internen Signalverarbeitung und Fokussiergeschwindigkeit des Autofokus begründet liegt, arbeiten digitale SLR-Kameras nahezu verzögerungsfrei. Lediglich der Schwingspiegel muss hochgeklappt werden um eine Aufnahme machen zu können. Typische kurze Auslöseverzögerungen betragen 50 Millisekunden und sind in der Praxis nicht wahrnehmbar.

Bildtransport

Der Bildtransport beschreibt den Weg des Bildes auf den Datenträger. Beim analogen Film erfolgt die Belichtung durch das Hochklappen des Schwingspiegels und den Lauf der Verschlussvorhänge. Danach ist das latente Bild am Film festgehalten und die Kamera ist bereit für die nächste Aufnahme.

Die digitale Spiegelreflexkamera digitalisiert, nachdem das Licht auf den Sensor gefallen ist, die gesammelten Daten. Anschließend müssen die erhaltenen Pixel sinnvoll geordnet werden. Etwaige Bildkor-

rekturen, wie Tief- und Hochpassfilter für stark rauschende Bilder, verlängern den Prozess. Danach erfolgt die Speicherung auf dem Datenträger (Speicherkarte).

Bei professionellen Spiegelreflexkameras sind die Serienbildfunktion und der damit verbundene Datenstrom zu schnell für die direkte Datenübertragung auf die Speicherkarte. Aus diesem Grund sind die Kameras mit internen Speichermodulen, dem Buffer, ausgestattet. Dieser übernimmt die Zwischenspeicherung der Bilder und überträgt sie stückweise auf die Speicherkarte. Aus diesem Grund geben die Hersteller eine Buffer-Größe in Bildern an. Diese ist allerdings nur ein Richtwert, da die Dateigröße je nach Bildmotiv und seinen Informationen sehr stark schwanken kann. In der Regel ist der interne Speicher so großzügig dimensioniert, dass der/die Anwender/in selten ein Stocken in der Serienbildfunktion bemerken wird.

Energieversorgung

Durch die Einführung der digitalen Fotografie stellte sich aufgrund des großen Strombedarfes die Frage nach einer idealen Energiequelle. Herkömmliche Batterien werden auf Dauer zu teuer, deswegen verwendet ein großer Teil der Digitalkameras Akkumulatoren. Diese sind zwar in der Anschaffung teurer als herkömmliche Batterien, rechnen sich aber nach wiederholtem Aufladen schnell. Es gibt drei wichtige Akku-Typen:

- Nickel-Cadmium: Diese Technologie zeichnet sich durch einen günstigen Preis aus. Der Nachteil liegt in der geringen Kapazität sowie dem giftigen Schwermetall Cadmium. Diese Technologie soll laut EU in den nächsten Jahren daher vom Markt genommen werden.
- Nickel-Metall-Hydrid: Diese Gattung von Akkus wird derzeit in allen professionellen digitalen Canon-Spiegelreflexmodellen der 1er-Serie (1D, 1Ds, 1D Mark II, 1Ds Mark II, 1D Mark II N) verwendet.

Ihr Kapazitätsverlust bei niedrigen Temperaturen von 0 Grad Celsius und niedriger ist ein Nachteil. Der Vorteil liegt am kaum vorhandenen Memory-Effekt. Dieser beschreibt einen Kapazitätsverlust bei regelmäßiger Teilentladung. Das bedeutet, dass der NiMH-Akku jederzeit geladen werden kann.

- Lithium-Ionen: Die neueste Technologie hat die höchste Leistung aller Akku-Typen und ist daher perfekt für die Digitalfotografie geeignet. Nikon greift auf Lithium-Ionen-Akkus zurück. Doch auch sie zeigen bei kühlen Temperaturen messbare Leistungseinbrüche. Eine weitere Eigenschaft ist, dass die Lebensdauer nicht von der Anzahl der Ladezyklen abhängig ist, sondern vom Alter des Akkus.

3 Forschungsleitende Frage und Thesen

3.1 Forschungsleitende Fragestellung

Mit der Einführung der ersten digitalen Fotokameras wurde der Zwischenschritt Filmentwicklung in der Fotografieentstehungskette übersprungen. Die digitalen Bilder können direkt auf den PC übertragen, betrachtet und weiterverarbeitet werden. Unklar ist, ob ein Bild eines analogen Filmes im Stande ist, mehr Bildinformationen zu liefern als jenes eines digitalen Sensors?

Erweist sich trotz einer möglichen höheren Auflösung die unregelmäßige Anordnung der Körner in der Emulsion eines analogen Filmes im Gegensatz zur regelmäßigen Pixelreihung des Sensors als qualitativer Nachteil?

Digitale SLR-Kameras ermöglichen hohe ISO-Werte um auch bei schwachem Licht den Sensor mit einer ausreichenden Verschlusszeit belichten zu können. Ist das Rauschen eines analogen Filmes stärker als des digitalen Sensors und welche Art des Rauschens empfindet der Betrachter als natürlicher?

3.2 Hypothesenbildung

Die digitale Spiegelreflexfotografie ermöglicht es dem/der Anwender/in Fotos mit und ohne Kompression zu speichern. Durch das digitale RAW-Format lassen sich Nachbearbeitungsschritte verlustfrei durchführen. Bedienungsfehler an der Kamera können mittels eines RAW-Konverters in der EBV ohne Qualitätsverluste korrigiert werden. Es gilt daher folgende Hypothese zu überprüfen:

„Wenn analoge und digitale Bilder nachbearbeitet werden, dann ist die digitale Form dem analogen Bild im Bereich der Bilddetails und farblichen Anmutung überlegen.“

Die D-SLR-Fotografie ermöglicht es dem/der Fotografen/in die Bilder direkt auf den Computer zu übertragen. Die Schritte der Entwicklung und Digitalisierung entfallen. Vom zeitlichen Ablauf hat sich also durch die neue Fotografietechnik einiges geändert. Ob diese Umstellung auch einen zeitlichen Vorteil bewirkt, klärt die nachfolgende Hypothese:

„Wenn zeitkritische Situationen vorliegen, dann ermöglicht die digitale Fotografie durch die wegfallenden Zwischenschritte der Digitalisierung einen schnelleren Arbeitsfluss.“

4 Forschungsstrategie

4.1 Experiment

4.1.1 Grundsätzliche Überlegung

Um einen direkten Vergleich zwischen analog und digital ziehen zu können, war es erforderlich zwei Kameramodelle zu wählen, die sich in ihrem Aufbau und der lichtempfindlichen Aufnahme­fläche stark ähneln. Als analoges Modell wurde die Canon EOS 1V HS (mit angeschraubtem Booster) gewählt. Die Wahl beim digitalen Vergleichsmodell fiel auf die Canon EOS 1Ds Mark II. Diese Kamera hat einen 24 mm x 36 mm Vollformat-CMOS-Sensor eingebaut und lässt sich daher mit dem Film der 1V HS vergleichen. Die 1Ds Mark II weist mit 3328 x 4992 Pixel die derzeit höchste Auflösung einer digitalen Kleinbildspiegelreflexkamera auf.



Abbildung 18: Canon EOS 1V HS (links), Canon EOS 1Ds Mark II (rechts)

Beide Modelle zeichnen sich durch ein Autofokus-System mit 45 einzeln ansteuerbaren Messfeldern aus. Die Magnesiumgehäuse sind spritzwassergeschützt. Während die digitale 1Ds Mark II in der Serienbildfunktion maximal vier Frames pro Sekunde aufzeichnet, schafft die 1V HS mit aufgeschraubtem Booster zehn Frames pro Sekunde. In der Bedienung gleichen sich beide Kameras zum größten Teil. Die Bilderaufzeichnung erfolgt bei der 1V HS auf analogem Filmmaterial, die 1Ds Mark II hat zwei Einschubmöglichkeiten für jeweils eine Compact Flash-/ Microdrive und Secure Digital-Karte.

4.1.2 Aufbau der Testszenarien

Für den Vergleich wurden fünf Testszenarien gewählt, die sich in ihrer Aufnahmeart und dem verwendeten Filmmaterial unterscheiden. Pro Situation wurden in der analogen Kamera jeweils ein Farbnegativ- und Diapositiv-Film belichtet. Die digitale Kamera zeichnete die Daten in Form von digitalem Rohmaterial (RAW) und dem verlustbehafteten „jpg“-Format auf.

Bei den Studioaufnahmen wurden neben zwei Tageslichtfilmen auch zwei Kunstlichtfilme verwendet, um die Wirkung der Farbtemperatur, auf welche die Filme reagieren, zu verdeutlichen.

Porträt, Freiluft

In dieser Situation wurde als Farbnegativ der Fujifilm Fujicolor PRO 160 S verwendet, als Diapositiv-Material der Fujifilm Velvia 100 Professional. Beide Filme weisen durch ihre geringe Körnung ein gutes Auflösungsvermögen auf. In der Freiluft-Porträt-Situation wurde das Modell durch die große Blendenöffnung vom Hintergrund freigestellt.

Sportaufnahme, Freiluft

Um die Bewegungsabläufe im Sport besser einfrieren zu können, wurden die beiden Filme Fujifilm NPH 400 Professional und Fujifilm

Provia 400F Professional eingesetzt. Durch die erhöhte Körnigkeit können kurze Verschlusszeiten erzielt werden.

Landschaftsaufnahme, Freiluft

Eine Standardsituation in der Fotografie stellt die Landschaftsaufnahme dar. Durch die großen Kontrastunterschiede im Lichter- und schattenbereich ist der Film/Sensor besonders gefordert ist. Es wurden die Filme Fujifilm Reala und Fujifilm Velvia 100 Professional eingesetzt. Beide besitzen eine Empfindlichkeit von ISO 100.

Konzertaufnahme, Freiluft

Um die Bildqualität auch unter schwierigen Lichtbedingungen zu vergleichen, wurde eine Konzertsituation gewählt. Als Filme wurden der Fujifilm X-tra 800 und Fujifilm Provia 400F verwendet. Die Konzertaufnahme stellt hohe Ansprüche an die Farbtreue und Körnigkeit.

Porträt, Studioaufnahme

Als letzte Situation wurden Aufnahmen in einem Fotostudio geschossen. Im Gegensatz zu den bisherigen vier Situationen wurden hier eine Blitzanlage sowie Tages- (Fujifilm Reala 100, Fujifilm Velvia 100) und Kunstlichtfilme (Kodak Portra 100T, Kodak EPY Ektachrome 64T) verwendet. Durch die stark geschlossene Blende konnten die verwendeten Objektive ihre maximale Leistung erreichen.

4.2 Qualitative Umfrage

Da bei den Versuchsaufbauten die zeitliche und finanzielle Komponente der beiden Formate nicht berücksichtigt werden kann, wurde eine qualitative Befragung mit zwei Fotografen/innen aus dem Bereich Tagespresse und Studiofotografie durchgeführt.

Herauszufinden galt es, wie sich der Arbeitsablauf zu analogen Zeiten gestaltete und durch die Digitalisierung verändert hat. Die Fotogra-

fen/innen sollten in der Befragung auch Vor- und Nachteile beider Technologie aus ihrer Sicht schildern. Zu klären galt die Frage nach den Erst- und Folgekosten. Schlussendlich wurde festgestellt, wie sich die Archivierung der Bilder mit der Umstellung der Technologie verändert hat.

5 Testphase

5.1 Experiment

Porträt, Freiluft

8. Juni 2006, 14.00 – 15.00 Uhr, Rathausturm/Hauptplatz Retz: In dieser Situation wurde das Canon 85 mm F1.8 verwendet. Um etwas an Schärfe zu gewinnen, wurde das Objektiv auf F2.0 abgeblendet. Durch die weiterhin sehr große Blendeneinstellung wurde bei den Motiven der Vorder- vom Hintergrund getrennt. Während an der digitalen SLR-Kamera und beim Diapositivfilm ISO 100 vorgegeben waren, hatte der Farbnegativfilm eine Filmempfindlichkeit von ISO 160. Letzterer wird dezidiert als Porträtfilm beworben.



Abbildung 19: Situation Porträtaufnahme, Freiluft

Sportaufnahme, Freiluft

05. Juni 2006, 15.30 – 16.00 Uhr, Beachcenter Hollabrunn: Die Aufnahmen wurde während der Raika Beach Tour in der Reihenfolge 1Ds Mark II, 1V HS mit Farbnegativ, 1V HS mit Diapositiv gemacht. Als

Objektiv wurde das Canon 135 mm F2.0 verwendet. Alle Aufnahmen wurden mittels Zeitautomatik mit einer vorgegebenen Blende von 5.0 festgehalten. Die Belichtungszeit schwankte zwischen 1/2000 und 1/5000 Sekunde.



Abbildung 20: Situation Sportaufnahme, Freiluft

Landschaftsaufnahme, Freiluft

7. Juni 2006, 10.30 – 11.00 Uhr, Weinberge Hadres: Als Objektiv wurde in dieser Testsituation das Canon 24 – 70 mm F2.8 eingesetzt. Die Kameras wurden auf einem Dreibein-Stativ befestigt um bei allen Aufnahmen denselben Bildausschnitt zu erhalten und damit bei langen Verschlusszeiten die Gefahr von Bewegungsunschärfe ausgeschlossen werden konnte. Als Besonderheit wurden verschiedene Blendeneinstellungen und Belichtungsreihen erstellt. Eingestellt waren nacheinander die Blenden 2.8, 4.0, 5.6, 8.0 11, 16 und 22. Bei den Belichtungsreihen wurden nacheinander drei Aufnahmen gemacht, die einerseits optimal belichtet, 2/3 Blende unter- und 2/3 Blende überbelichtet waren. Entstanden sind pro Medium 21 Aufnahmen.



Abbildung 21: Situation Landschaftsaufnahme, Freiluft

Konzertaufnahme, Freiluft

9. Juni 2006, 21.15 – 22.15 Uhr, Arts Event Wolkersdorf: Beim Konzert wurde das Canon 135 mm F2.0 verwendet. Um mit der größtmöglichen Lichtmenge belichten zu können, wurde das Objektiv bei Offenblende (2.0) verwendet. Als Besonderheit wurde der Diapositivfilm gepusht. Das bedeutet, dass seine eigentliche Körnigkeit von ISO 400 durch die Unterbelichtung um eine Blende auf ISO 800 erhöht wurde. Der Negativfilm und der Sensor waren auf ISO 800 eingestellt.



Abbildung 22: Situation Konzertaufnahme, Freiluft

Porträt, Studioaufnahme

10. Juni 2006, 11.00 – 14.30 Uhr, Studio 5 in St. Pölten: Das Fotostudio wurde mit jeweils zwei 400 und 250 Wattsekunden Blitzgeräten betrieben, die eine Farbtemperatur von 5400 Kelvin aufweisen. Erstmals waren neben herkömmlichen Tageslichtfilmen auch Kunstlichtfilme im Einsatz. Die konstante Lichtsituation ermöglichte einen guten Vergleich zwischen analog und digital. Als Objektive wurden je nach Motiv 24 – 70 mm F 2.8, 85 mm F 1.8 und 135 mm F 2.0 eingesetzt. Die Blendeneinstellung schwankte zwischen F 8.0 und F 11 (abhängig vom Motiv). Die Verschlusszeit bewegte sich von 1/60 bis 1/200 Sekunden. Die Empfindlichkeit der digitalen SLR-Kamera war auf ISO 100 eingestellt. Mit Ausnahme des Kunstlicht-Diapositives (ISO 64) hatten alle analogen Filme eine Empfindlichkeit von ISO 100.



Abbildung 23: Situation Studioaufnahme, Tageslichtblitzanlage

5.2 Qualitative Umfrage

Am 19. Juni wurde mit dem deutschen Pressefotografen Axel Heimken die qualitative Befragung telefonisch durchgeführt. Axel Heimken ist seit 1997 hauptberuflicher Pressefotograf. Zu seinen Referenzen zählen Aufträge des deutschen Fußballbundes sowie des internationalen Handballbundes IHF. Fußball-Länderspiele und Reportagefotografie für die Sportbekleidungsfirma adidas zählen ebenfalls zu seinen Aufträgen.

Die gelernte Fotografin Elke Geni besitzt in St. Pölten ein eigenes Fotostudio. Sie fotografiert seit 17 Jahren. Im Jahr 2002 machte sie sich selbstständig. Zu ihren fotografierten Motiven zählen Familien, Hochzeiten, Kinder, Babys, Maturafotos, Klassenfotos sowie Passbilder. Sie arbeitet zu 90 % auf digital und zu 10 % auf analogem Mittelformat. Die qualitative Befragung wurde mit Elke Geni am 27. Juni 2006 telefonisch durchgeführt.

6 Auswertung der Daten

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse des Experimentes erläutert. Eine tabellarische Übersicht ist im Anhang D zu finden. Alle Bilder des Experiments sind zur näheren Analyse auf der beigelegten DVD gespeichert.

6.1 Experiment

Damit ein Vergleich der analogen und digitalen Bilder möglich war, mussten diese zunächst digitalisiert werden. Die Negativ- und Positivstreifen wurden in einen Filmhalter gelegt und digitalisiert. Als Hardware kam der Filmscanner Konica Minolta Dimage Scan Elite 5400 zum Einsatz. Mit einer Auflösung von 5232 x 7800 Bildpunkten scannt er analoges Material mit maximal 40,8 Millionen Pixeln.

Um die Negative/Positive an die richtige Farbanmutung anzupassen, erfolgten mehrere Scandurchgänge um das farblich richtige Ergebnis zu erhalten. Mit dem Programm Dimage Scan wurden Farbkorrekturen durchgeführt und das Ergebnis anschließend mit einer Auflösung von 5400 dpi (Pixel pro Inch) digitalisiert.

Eine zusätzliche qualitative Steigerung beim Digitalisierungsvorgang wäre durch die Verwendung eines High-End-Scanners möglich. Die Firma Imacon stellt Filmscanner her, die mit 8000 dpi digitalisieren. Da allerdings der Qualitätsvorteil in Relation zu den Kosten zu gering ist, wurde auf die Verwendung eines High-End-Scanners verzichtet.

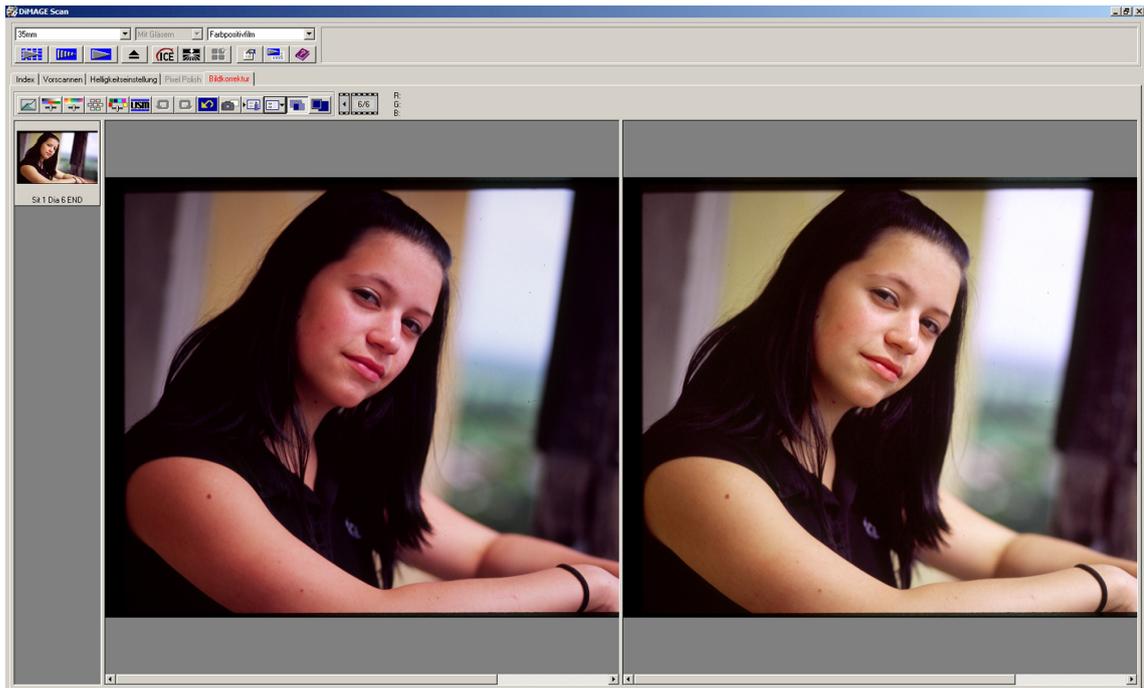


Abbildung 24: Farbkorrektur vor dem Scanvorgang

Um die Verunreinigungen der Filme durch Staubpartikel und feine Fasern zu entfernen wurde bei allen Scans die ICE-Funktion aktiviert. Diese retuschiert Störungen so effektiv, dass keine Rückstände zu sehen sind. Mit ihr verbunden ist die Kornreduktion, die automatisch aktiviert wird.

Die Bilder der digitalen Spiegelreflexkamera wurden direkt mit dem Programm Adobe Photoshop CS2 geöffnet. Während an den .jpg-Files keinerlei Änderungen vorgenommen wurden, mussten die RAW-Files zunächst konvertiert werden.

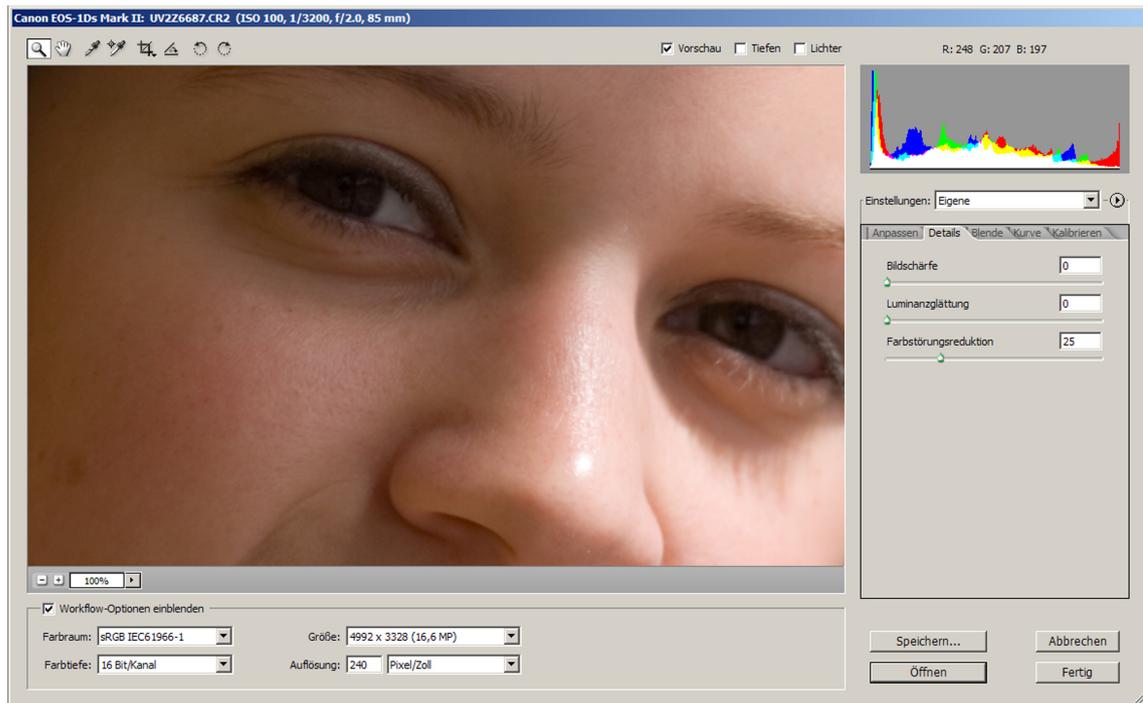


Abbildung 25: Konvertierung des RAW-Formats

Dabei wurden die Parameter Farbtemperatur und Bildschärfe angepasst. Um keinen Vorteil gegenüber dem analogen Material zu haben, wurde die Farbtemperatur auf 5500 Kelvin gestellt und die Bildschärfe auf den Wert 0, also keine Schärfung, geregelt.

Der Vergleich der beiden Technologien wurde in zwei Stufen durchgeführt. Die erste Stufe umfasst das Rohmaterial ohne Nachbearbeitung. Danach wurden alle Bilder mit Standardfunktionen nachbearbeitet und erneut gegenüber gestellt.

Die Gegenüberstellung umfasst folgende Parameter:

- Farbliche Anmutung: beschreibt die farbliche Wirkung des gesamten Bildes auf den/die Beobachter/in.
- Rauschen/Körnung und dessen Wirkung: umfasst das Ausmaß der Körnung (analog) und Rauschens (digital). Bei starker Körnung/Rauschen wird untersucht, ob es auf den/die Beobachter/in wirkt.

- Bildqualität: beschäftigt sich mit der Sichtbarkeit von Details bei maximaler Vergrößerung.
- Zeichnung in Schatten- und Lichter-Bereichen: beschreibt, wie sich das Bild an dunklen und hellen Stellen verhält, also welche Informationen noch erkennbar sind.

Situation 1: Porträt, Freiluft

Farbliche Anmutung: Das Diapositiv sticht mit seinen kräftigen Farben hervor. Von allen vier Bildern wirkt es auf den Betrachter am realistischsten. Das Negativ hat ebenfalls eine harmonische Farbanmutung, jedoch mit einer geringeren Sättigung der Farben. Das digitale Format ähnelt dem Negativ, weist aber größere Helligkeitsunterschiede im Bereich des Unterarmes auf. Das jpg-Bild ist heller als das RAW, dadurch wirken helle Bildstellen überzeichnet.



Abbildung 26: Farbliche Anmutung Negativ-Film (Situation 1)



Abbildung 27: Farbliche Anmutung Positiv-Film (Situation 1)



Abbildung 28: Farbliche Anmutung RAW-Format (Situation 1)



Abbildung 29: Farbliche Anmutung jpg-Format (Situation 1)

Rauschen/Körnung: Durch die erhöhte Körnigkeit von ISO 160 ist die Bildstörung beim Farbnegativ am stärksten. Im Bereich der Schattenpartien ist eine feine Körnung zu sehen. Das Positiv rauscht mit seinen ISO 100 ebenfalls, allerdings nur sehr leicht. RAW und jpg haben bei ISO 100 keine sichtbaren Bildstörungen.



Abbildung 30: Körnung Negativ-Film (Situation 1)

Bildqualität: Generell sind die Strukturen und Kanten der digitalen Bilder wesentlich schärfer und härter. Im Bereich der Augenbrauen sind die einzelnen Härchen gut zu erkennen. Auch die Poren auf der Wange sind beim analogen Bild nicht mehr auszumachen. Das RAW- und jpg-Bild sind sich von der Schärfe ebenbürtig. Kaum zu differenzieren ist aber die Regenbogenhaut und die Iris. Dies gelingt nur dem Negativfilm gut.

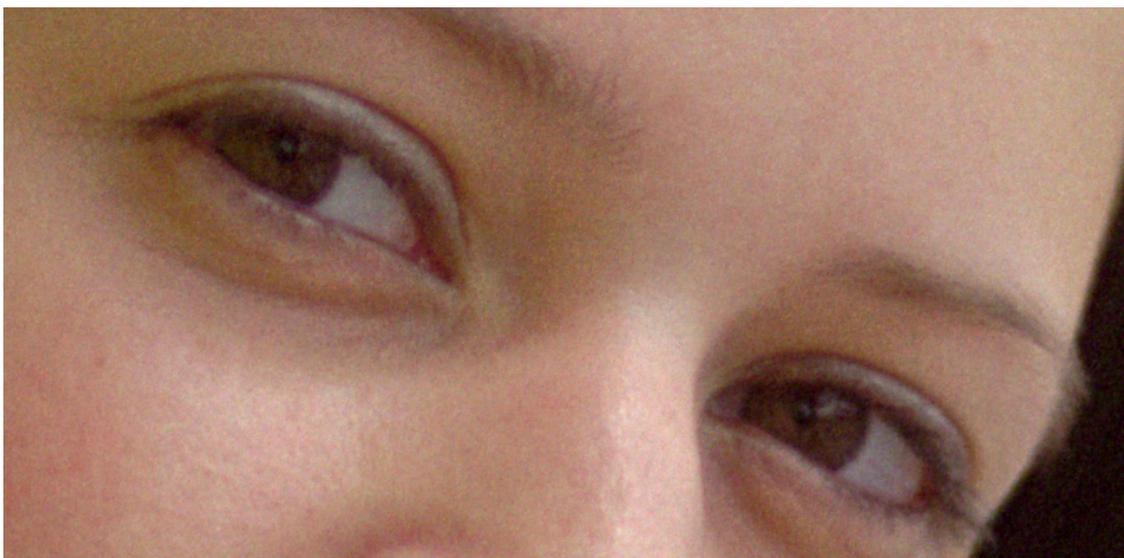


Abbildung 31: Bildqualität Negativ-Film (Situation 1)



Abbildung 32: Bildqualität RAW-Format (Situation 1)

Zeichnung in Schatten- und Lichter-Bereichen: Im Schattenbereich sind beim Negativ-Film die Informationen recht gut zu sehen. Man kann teilweise die Haare erkennen. Beim Positiv ist nur mehr eine einheitliche schwarze Fläche abgebildet, es fehlen die Details. Das RAW-Format zeigte das beste Ergebnis. Hier sind die Haare, ähnlich dem Negativ, gut zu erkennen, jedoch mit einer feineren Struktur. Das jpg-Bild lässt Haare erahnen, ist aber bereits sehr dunkel.

Im Lichter-Bereich spielt das Negativ seine Körnung aus. Die Haut kann dadurch eine Struktur aufweisen, die keines der anderen drei Formate erreicht. Beim Positiv-, RAW- und jpg-Bild verschmilzt das Bild zu einer Farbfläche ohne Zeichnungen.



Abbildung 33: Schatten-Bereich Negativ-Film (Situation 1)

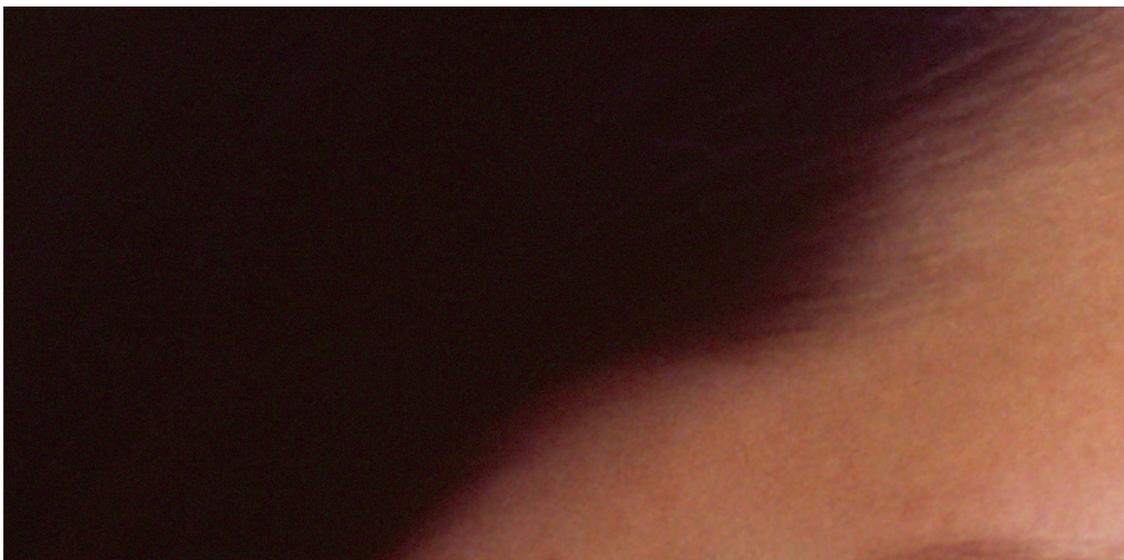


Abbildung 34: Lichter-Bereich Positiv-Film (Situation 1)

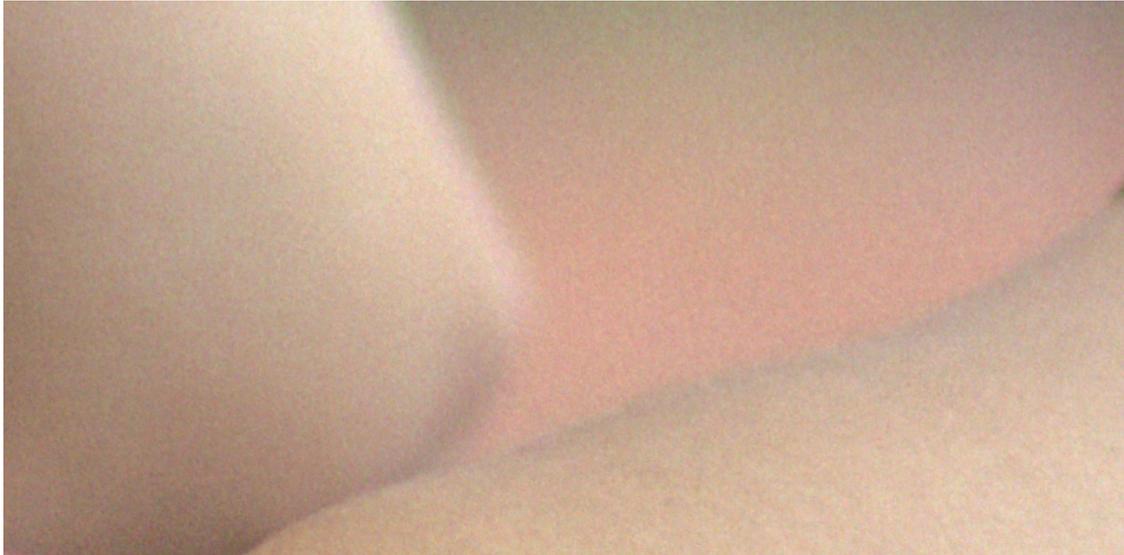


Abbildung 35: Lichter-Bereich Negativ-Film (Situation 1)



Abbildung 36: Lichter-Bereich jpg-Format (Situation 1)

Situation 2: Sportaufnahme, Freiluft

Farbliche Anmutung: Hier zeigt das RAW-File die beste Farbtreue. Die Grün-Töne kommen im Gegensatz zum Negativ nahe an die Realität heran. Bei den Hauttönen zeigten sowohl das Negativ als auch RAW realistische Ergebnisse. Das jpg-File ist farblich flauer als RAW.



Abbildung 37: Farbliche Anmutung Negativ-Film (Situation 2)



Abbildung 38: Farbliche Anmutung RAW-Format (Situation 2)

Rauschen/Körnung: Alle Formate arbeiteten in dieser Situation mit ISO 400. Die stärkste Körnung zeigte der Farbnegativfilm. Im Bereich des schwarzen Trikots ist die Bildstörung am stärksten bemerkbar. Sie wirkt hier etwas störend. Das Positiv zeigt ebenfalls eine stärkere Körnung, die im Vergleich zum Negativ in dunklen Bereichen schwächer ausfällt. RAW- und jpg-Format zeigten speziell im Hintergrund (zwischen Arm und Ball) sehr leichtes Rauschen, was sich allerdings nicht störend auswirkt.



Abbildung 39: Körnung Negativ-Film (Situation 2)



Abbildung 40: Rauschen jpg-Format (Situation 2)

Bildqualität: Durch die nähere Aufnahmedistanz kann das Farbnegativ im Bereich der Sonnenbrille mehr Details als alle anderen Formate aufweisen. Generell ist aber zu erkennen, dass das Positiv-Material sehr weich zeichnet und daher sich zum Beispiel das Ohr kaum abhebt. Auch ist keine Spiegelung in den Sonnenbrillengläsern zu erkennen. Das digitale Material bildet die Situation relativ weich ab. An der Haut sind kaum Details zu erkennen.

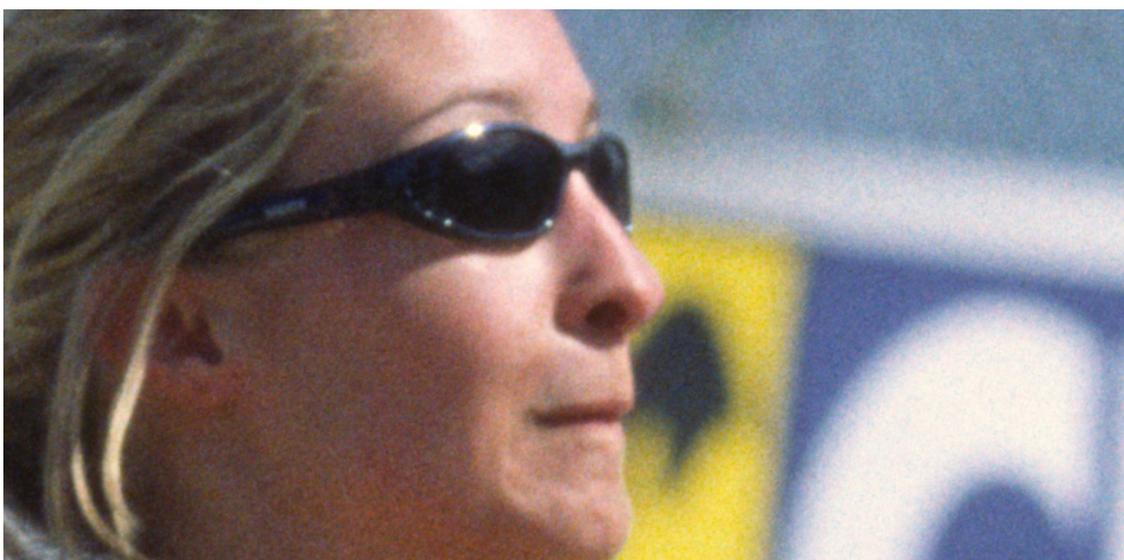


Abbildung 41: Bildqualität Positiv-Film (Situation 2)



Abbildung 42: Bildqualität RAW-Format (Situation 2)

Zeichnung in Schatten- und Lichter-Bereichen: Der Schattenbereich ist das Metier des Negativ-Filmes. Er stellt die meisten Details des dunklen Trikots dar. Der Positiv-Film ist wie in der ersten Situation das Schlusslicht. Es sind kaum Details zu erkennen. Die digitalen Formate bewegen sich zwischen dem Negativ- und Positivfilm.

Auch im Lichterbereich zeigt das Negativ das beste Ergebnis. Während RAW- und Negativ-Format kaum eine Helligkeitsabstufung bei der weißen Fläche des Volleyballes haben, zeigt das Negativ einen leichten Verlauf. Beim Positiv ist dieser Verlauf etwas schwächer, jedoch deutlicher wahrzunehmen als bei den digitalen Formaten.

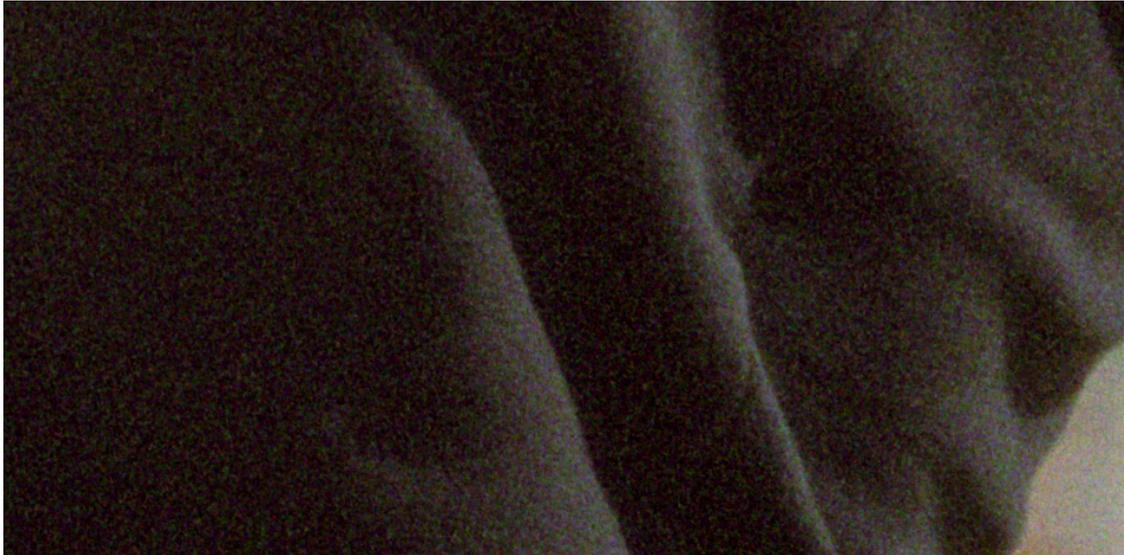


Abbildung 43: Schatten-Bereich Negativ-Film (Situation 2)



Abbildung 44: Schatten-Bereich Positiv-Film (Situation 2)



Abbildung 45: Lichter-Bereich Negativ-Film (Situation 2)



Abbildung 46: Lichter-Bereich jpg-Format (Situation 2)

Situation 3: Landschaftsaufnahme, Freiluft

Farbliche Anmutung: Das Negativ zeigt wie bei der Sportaufnahme im Grün-Bereich eine unnatürliche Darstellung. Das jpg-Format wirkt im Himmel-Bereich unrealistisch, da es das Bild überbelichtet darstellt. Von der farblichen Anmutung gehen das RAW-Format und der Positiv-Film zwei verschiedene Wege. Während das RAW-Bild eher neutrale Grün-Töne wählt, besticht das Positiv durch kräftigere Farbtöne.



Abbildung 47: Farbliche Anmutung Positiv-Film (Situation 3)



Abbildung 48: Farbliche Anmutung RAW-Format (Situation 3)

Rauschen/Körnung: Das Negativ weist die stärkste Farbkörnung aller vier Formate auf. Obwohl die Bildstörungen sichtbar sind, wirken sie sich nicht störend auf den Gesamteindruck aus. Das Positiv ist mit einer sehr leichten Körnung versehen, die aber kaum auffällt. RAW/jpg sind völlig rauschfrei.



Abbildung 49: Körnung Negativ-Film (Situation 3)



Abbildung 50: Körnung Positiv-Film (Situation 3)

Bildqualität: Die digitalen Formate weisen im Bereich der schräg verlaufenden Weingartenreihen im vorderen Bildbereich mehr Details auf. Hier sind sich RAW und jpg ebenbürtig. Dahinter platziert sich das Negativ. Die horizontal verlaufenden Weingartenreihen unterscheiden sich vom Detailreichtum kaum von den digitalen Formaten. Alle drei Formate weisen eine hohe Abbildungsgüte auf. Das Positiv kann aufgrund der weicheren Zeichnung nicht mithalten. Dennoch sind Details wie der verzweigte Baumstamm auf der rechten Bildseite klar zu erkennen.



Abbildung 51: Bildqualität Positiv-Film (Situation 3)



Abbildung 52: Bildqualität RAW-Format (Situation 3)

Zeichnung im Schatten- und Lichter-Bereichen: Für den Vergleich im Schattenbereich wurde die linke untere Ecke des Bildes gewählt. Das jpg- und RAW-Format stellten diesen Bereich gut dar. Beide Formate unterschieden sich nicht in ihrer Fülle an Details. Das Positiv weist erneut beinahe keine Zeichnung im Schattenbereich auf. Das Negativ wartet zwar mit mehr Details als das Positiv auf, jedoch fehlen ihm im Vergleich zu den beiden digitalen Formaten viele Informationen.

Die Informationen in den hellen Bildstellen sind beim RAW-Format am besten dargestellt. Das jpg-Bild ist aufgrund seiner zu hellen Belichtung mit zu wenig Struktur im Lichter-Bereich versehen. Gut präsentiert sich der Negativ-Film. Hier sind die Strukturen gut zu sehen, auch wenn sie nicht so scharfkantig wie im RAW-Format sind. Das Dia-Positiv verhält sich ähnlich wie das jpg-Bild, jedoch weist es mehr Informationen auf.

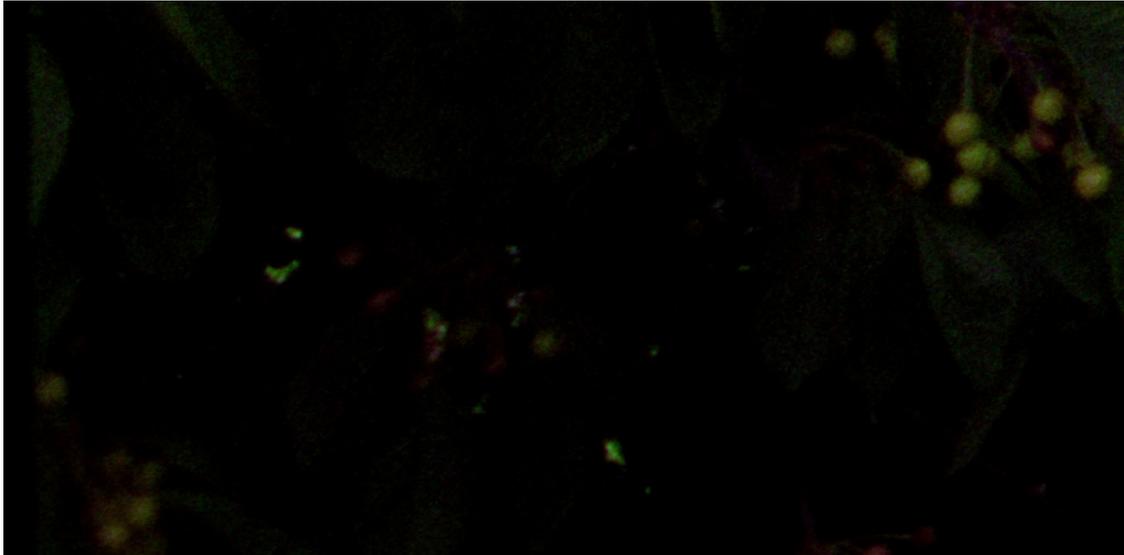


Abbildung 53: Schatten-Bereich Negativ-Film (Situation 3)

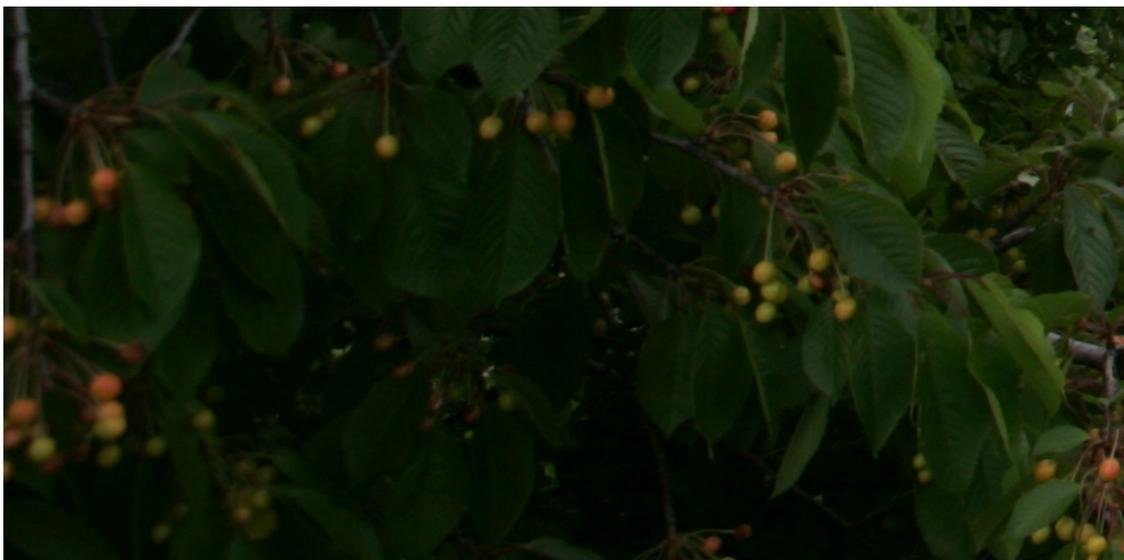


Abbildung 54: Schatten-Bereich jpg-Format (Situation 3)



Abbildung 55: Lichter-Bereich Positiv-Film (Situation 3)

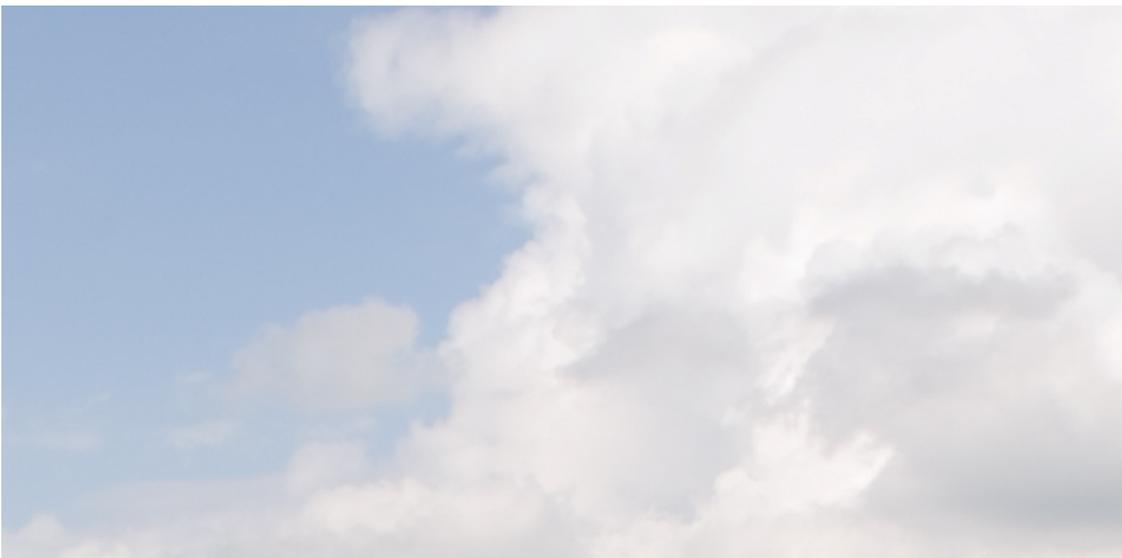


Abbildung 56: Lichter-Bereich RAW-Format (Situation 3)

Situation 4: Konzertaufnahme, Freiluft

Farbliche Anmutung: Aufgrund der unterschiedlichen Lichtsituationen während des Konzerts ist ein direkter Vergleich nicht möglich. Es zeigt sich allerdings, dass das Positiv-Material die Farben erneut stark sättigt und das Negativ sich eher neutral verhält. RAW und jpg unterscheiden sich in der Farbtemperatur. Während RAW auf 5500 Kelvin konvertiert wurde, behielt das jpg-Bild seine ursprüngliche Farbtem-

peratur von 3650 Kelvin. Das jpg-Bild wirkt daher im Gesicht-Bereich der Sängerin kälter.



Abbildung 57: Farbliche Anmutung Positiv-Film (Situation 4)

Rauschen/Körnigkeit: Alle Aufnahmen hatten eine Lichtschichtempfindlichkeit von ISO 800. Der Dia-Film wurde von seinem ursprünglichen Wert von ISO 400 mittels Push-Technologie auf ISO 800 angehoben. Bei der Konzertaufnahme trennt sich die analoge und digitale Technologie vollständig. Bei den digitalen Bildern ist nur im Lichtspot am äußeren Rand ein leichtes Rauschen zu sehen. Das Negativ hingegen hat eine sehr starke Farbkörnigkeit. Diese stört allerdings nicht, da sie

dem Bild eine Konzert-Charakteristik verleiht. Das Positiv weist eine deutlich geringere Körnung auf, die aber dennoch zu gut sehen ist.



Abbildung 58: Körnung Negativ-Film (Situation 4)



Abbildung 59: Körnung Positiv-Film (Situation 4)

Bildqualität: Der Positiv-Film kann durch seine weiche Zeichnung erneut nur die geringsten Bildinformationen aufweisen. Die Struktur des Mikrofons ist sehr weich. Das Gegenteil davon ist das Negativ. Es rauscht zwar sehr stark, aber Mikrophon, Zähne und Lippen haben eine

sehr gute Abgrenzung zu ihrer Umgebung. RAW und jpg können mit dem Negativ mithalten, jedoch keinen Vorteil verbuchen. Die Unschärfe des Mikrofons bei den digitalen Bildern ist auf dessen unterschiedlichen Abstand zum Mund der Sängerin und der geringen Schärfentiefe zurückzuführen.



Abbildung 60: Bildqualität Negativ-Film (Situation 4)



Abbildung 61: Bildqualität RAW-Format (Situation 4)

Zeichnung in Schatten- und Lichter-Bereichen: Durch die hohe Körnung verliert das Negativ-Bild in den Schatten-Bereichen an Details. Es sind zwar leichte Strukturen in der Weste der Sängerin zu erkennen, jedoch sind diese im Vergleich zu RAW und jpg zu schwach. Die beiden digitalen Formate konnten durch das geringe Rauschen sogar unter diesen Lichtbedingungen Details zeichnen. Beim RAW-Format sind diese etwas besser zu sehen. Dem Positiv-Bild fehlt es erneut an Zeichnung.

Bei den Lichtern bildet das Positiv ebenfalls das Schlusslicht. Im Bereich der Stirn verschwimmt es zu einer einheitlichen homogenen Fläche. Das Negativ verhält sich ähnlich, kann aber wesentlich mehr Zeichnung aufweisen. Die beiden digitalen Bilder zeigen eine gute Bildwiedergabe. Das RAW-Format kann im Bereich der Wangen und Stirn der Sängerin noch mehr Informationen darstellen als das jpg-Bild.

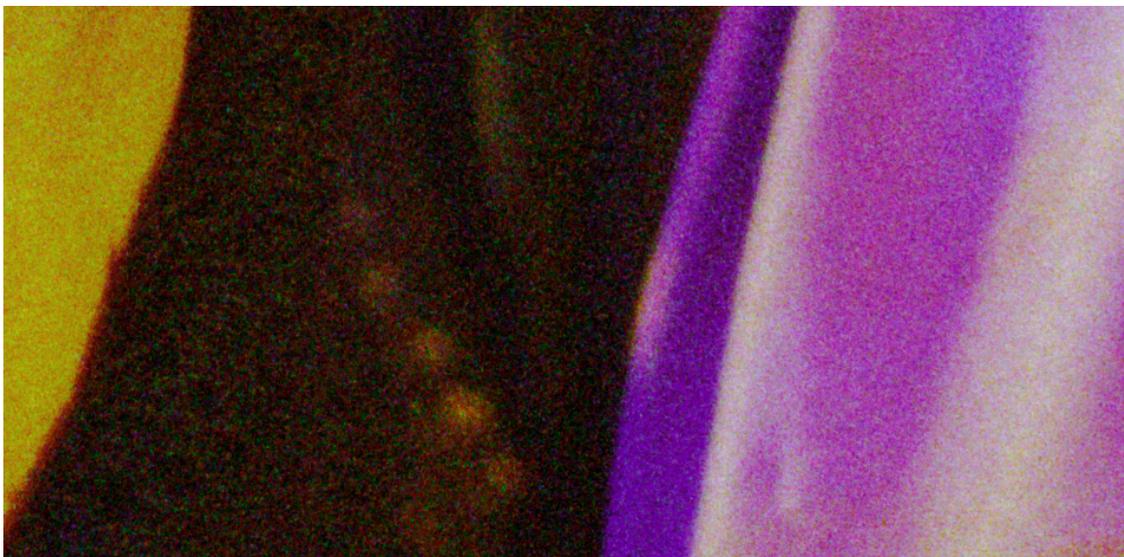


Abbildung 62: Schatten-Bereich Negativ-Film (Situation 4)



Abbildung 63: Schatten-Bereich RAW-Format (Situation 4)



Abbildung 64: Lichter-Bereich Positiv-Film (Situation 4)



Abbildung 65: Lichter-Bereich RAW-Format (Situation 4)

Situation 5: Porträt, Studioaufnahme

Im Studio wurden zwei Filmarten verwendet. Zum einen normale Tageslichtfilme mit einer für 5500 Kelvin sensibilisierten Emulsion, zum anderen Kunstlichtfilme mit einer Sensibilisierung auf 3200 Kelvin. Da beim jpg-Format keine Veränderung der Lichttemperatur mittels Konvertierung möglich ist, fehlt dieses Format bei der Kunstlichtsituation.

Farbliche Anmutung (Tageslicht): Der Positiv-Film gibt die Hauttöne am besten wieder. Probleme zeigen sich im Gesicht, da es eine leichte Rötung aufweist. Das Negativ verhält sich neutral und hat die geringste Farbsättigung. RAW und jpg gleichen sich zum größten Teil. Das RAW-Format hat durch die höhere Farbtemperatur eine etwas wärmere Anmutung. Die Haare werden beim Negativ-Film am besten dargestellt. Das digitale Format verfärbt die blonden Haare ins Rötliche. Beim Positiv sind sie zu dunkel.



Abbildung 66: Farbliche Anmutung (Tageslicht) Negativ-Film (Situation 5)

Rauschen/Körnung (Tageslicht): RAW und jpg haben kein sichtbares Rauschen. Gut zu sehen ist die Körnung beim Negativ-Film im Bereich der Hand und des Ohrläppchens. Das Positiv weist ebenfalls eine Körnung auf, die etwas geringer ausfällt. Beide analogen Korneffekte stören allerdings nicht in der Bildanmutung.



Abbildung 67: Körnung (Tageslicht) Negativ-Film (Situation 5)



Abbildung 68: Rauschen (Tageslicht) RAW-Format (Situation 5)

Bildqualität (Tageslicht): Das digitale Format überzeugt in der Bildqualität. Sowohl RAW als auch jpg zeigen feinste Details, wie beispielsweise die Lachfältchen beim Auge. Beim Negativ und Positiv sind sie nicht zu sehen. Die Abgrenzungen verschiedener Flächen wie zum Beispiel beim Auge und den Augenlidern verläuft bei den digitalen Formaten wesentlich definierter. Das Positiv hat eine weichere Darstellung als das Negativ. Am deutlichsten ist der Qualitätsunterschied der einzelnen Formate anhand der Iris zu sehen. Die Spiege-

lung der Blitzvorrichtung ist bei RAW und jpg nahezu korrekt achtkantig wiedergegeben. Beim Negativ und Positiv ist es schwer, die richtige Kantenzahl zu bestimmen.



Abbildung 69: Bildqualität (Tageslicht) Positiv-Film (Situation 5)



Abbildung 70: Bildqualität (Tageslicht) RAW-Format (Situation 5)

Zeichnung in Schatten- und Lichter-Bereichen (Tageslicht): Der Ausschnitt wurde aus dem Scheitelbereich der Haare entnommen. Der Positiv-Film wies erneut die geringste Zeichnung auf. Im Zentrum ist

außer einer einheitlich schwarzen Fläche nichts zu erkennen. Das Negativ kann hier wesentlich mehr Informationen darstellen. Es sind ausreichend Informationen enthalten. Das jpg-Bild ist dem RAW-Format ebenbürtig. Beide lösen detaillierter auf als das Negativ.

Bei den Studioaufnahmen gab es keine extremen Lichtersituationen. Aus diesem Grund wurde die Lichtreflexion an der Perlenkette verglichen. Hier zeigt sich, dass beim analogen Filmmaterial die Reflexionsfläche größer ist als bei RAW und jpg. In der Reflexion der analogen Filme fehlt auch ein leichter Verlauf der Helligkeit.



Abbildung 71: Schatten-Bereich (Tageslicht) Negativ-Film (Situation 5)



Abbildung 72: Schatten-Bereich (Tageslicht) RAW-Format (Situation 5)



Abbildung 73: Lichter-Bereich (Tageslicht) Negativ-Film (Situation 5)



Abbildung 74: Lichter-Bereich (Tageslicht) jpg-Format (Situation 5)

Nach der Belichtung der Kunstlichtfilme wurde ein anderes Motiv mit Kunstlichtfilmen belichtet. Da die Studioblitzanlage bei einer Farbtemperatur von 5500 Kelvin blieb, haben die Bilder durch die andere Emulsion der Filme eine andere Farbtemperatur und erscheinen bläulich. Beim Positiv-Film wurde eine falsche Verschlusszeit gewählt, so dass ein Verschlussvorhang auf der rechten Seite zu sehen ist.

Farbliche Anmutung (Kunstlicht): Das RAW-Format und der Negativ-Film haben eine ähnliche farbliche Erscheinung. RAW weist auf der linken Seite des Modells eine intensivere Kolorierung auf. Das Positiv-Bild wirkt wärmer als Negativ und RAW. Dies ist besonders an der Haarfarbe zu sehen.



Abbildung 75: Farbliche Anmutung (Kunstlicht) Negativ-Film (Situation 5)

Rauschen/Körnung (Kunstlicht): Das RAW-Format wies das geringste Rauschen auf. Die Haut des Modells war daher makellos. Beim Negativ ist eine deutliche Farbkörnung zu sehen. Das liegt darin begründet, dass es im Gegensatz zum Positiv-Film eine Körnung von ISO 100 hatte. Das Positiv wies eine Körnung von ISO 64 auf. Dennoch weist es für diese geringe Filmempfindlichkeit eine zu starke Körnung auf. Bei beiden Formaten wirken sich die Bildstörungen nicht negativ auf die Bildanmutung aus, allerdings kann hier das digitale RAW-Format große Vorteile verbuchen.



Abbildung 76: Körnung (Kunstlicht) Positiv-Film (Situation 5)

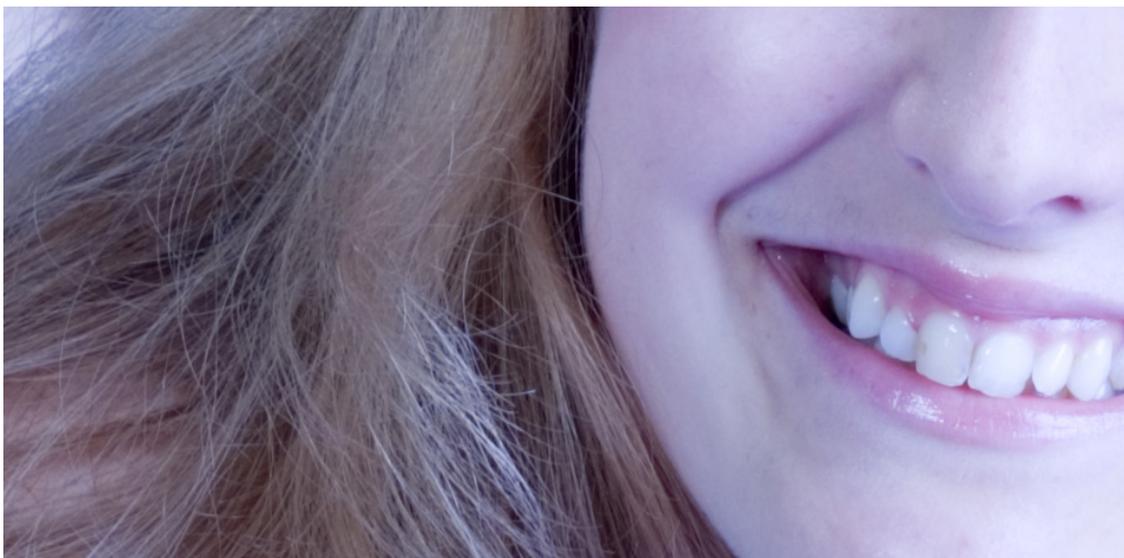


Abbildung 77: Rauschen (Kunstlicht) RAW-Format (Situation 5)

Bildqualität (Kunstlicht): Bei der Tageslichtsituation waren die qualitativen Unterschiede zwischen analog und digital relativ groß. Der Kunstlichtfilm erweist sich als Qualitätsbonus. So sind beispielsweise beim Negativ-Film sehr gut Details wie die Lachfalten im Augenbereich zu erkennen. Der Positiv-Film zeichnet auch im Kunstlichtbereich weicher als das Negativ. Dennoch ist das RAW-Format von der Schärfe den beiden analogen Materialien überlegen. Die einzelnen Härchen bei den Augenbrauen sind wesentlich besser zu erkennen.



Abbildung 78: Bildqualität (Kunstlicht) Negativ-Film (Situation 5)

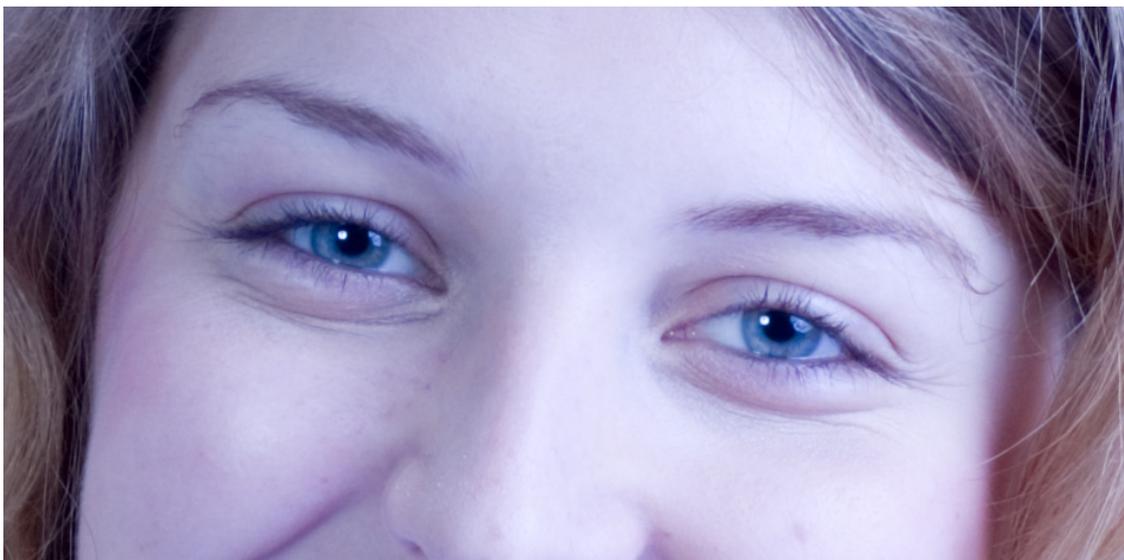


Abbildung 79: Bildqualität (Kunstlicht) RAW-Format (Situation 5)

Zeichnung im Schatten-Bereich (Kunstlicht): Da in der Aufnahmesituation kein extremer Licht-Bereich entstanden ist, wurde der Vergleich auf die Schattenpartien beschränkt. Als Ausschnitt wurde der Haarscheitel gewählt. Das Positiv zeigt im Vergleich zur Kunstlichtsituation wesentlich mehr Informationen. Das Negativ ist dem Dia-Film allerdings erneut überlegen. Es sind wesentlich mehr einzelne Haare zu erkennen. Im RAW-Format sind alle Details gut zu erkennen. Es gibt

keine richtige Schatten-Partie, da die Details ausreichend differenziert aufgelöst werden.



Abbildung 80: Schatten-Bereich (Kunstlicht) Positiv-Film (Situation 5)



Abbildung 81: Schatten-Bereich (Kunstlicht) RAW-Format (Situation 5)

Analyse der bearbeiteten Bilder

Im zweiten Schritt wurden die Bilder mit Standardfunktionen (Tonwertkorrektur, Farbton/Sättigung, entrauschen) bearbeitet. Das RAW-Format stellte dabei eine Ausnahme da. Es kann durch eine verlust-

freie Konvertierung stärker bearbeitet werden. So wurden bei diesem Format zusätzlich die Farbtemperatur und die Schärfe extra geregelt. Alle Bilder wurden nach der Bearbeitung auf 20 cm x 30 cm mit einer Auflösung von 300 dpi verkleinert. Anschließend erfolgten das unscharfe Maskieren und die Abspeicherung.

Situation 1: Porträt, Freiluft

Farbliche Anmutung: Der Positiv-Film lieferte auch nach der Bearbeitung das beste Ergebnis. Sowohl die Lippen- als auch Hauttöne wirken natürlich. Das Negativ-Format zeigt eine stärkere farbliche Sättigung und wirkt daher sehr natürlich. Hier stimmt vor allem auch die farbliche Anmutung des Hintergrundes. Das RAW-Format kann sich vom jpg-Bild absetzen, da es an hellen Stellen gute Zeichnung aufweisen kann.



Abbildung 82: Farbliche Anmutung Positiv-Film (Situation 1)

Rauschen/Körnung: Lediglich beim Negativ-Film ist eine leichte Struktur im Bereich der Haare zu sehen. Alle anderen Formate, vor allem die digitalen Bilder, weisen keine Störungen auf.



Abbildung 83: Körnung Negativ-Film (Situation 1)

Bildqualität: Das RAW-Format wartet mit einer Fülle an Details auf. So sind im Stirn- und Wangenbereich feinste Hautdetails zu sehen. Auch die Details der Augenbrauen sind beim RAW-Format am höchsten. Das jpg-Bild überzeugt auch mit vielen Details, jedoch kann man an den Wangen sehen, dass die Details im Vergleich zu RAW abnehmen. Beim Negativ-Film ist deutlich zu erkennen, dass durch das Entrauschen auch die Details verloren gehen. Dennoch weist es eine natürliche Schärfe auf. Das Positiv zeigt gegenüber der unbearbeiteten Version keine großen Unterschiede. Es ist das weichste Bild von allen vier Formaten. Die Details im Auge des Modells fehlen hier nach wie vor.



Abbildung 84: Bildqualität RAW-Format (Situation 1)

Zeichnung in Schatten- und Lichter-Bereichen: Sowohl das jpg-Bild als auch der Positiv-Film konnten im Schatten-Bereich nicht aufholen. Beide Formate weisen keine Zeichnung im seitlichen Haarbereich auf. Das Negativ und vor allem das RAW-Format weisen hier wesentlich mehr Details auf.

Im Lichter-Bereich hat sich im Vergleich zu den unbearbeiteten Bildern nichts verändert. Das jpg-Bild zeigt beim hellen Bereich des Armes keine Zeichnung. Das RAW-Format zeigt an dieser Stelle eine etwas bessere Helligkeitsabstufung. Der Negativ-Film überzeugt mit einer strukturierten Darstellung des Armes. Beim Positiv-Film wurde der Farbverlauf zum größten Teile realistisch wiedergegeben.



Abbildung 85: Schatten-Bereich RAW-Format (Situation 1)



Abbildung 86: Lichter-Bereich Negativ-Film (Situation 1)

Situation 2: Sportaufnahme, Freiluft

Farbliche Anmutung: Sowohl das Negativ als auch das RAW-Format weisen eine natürliche Darstellung der Haut auf. Während die Grüntöne des Negativs erneut zu intensiv ausfallen, punktet das RAW-Format mit einer natürlichen Darstellung in allen Bildbereichen. Das Positiv zeigt eine stärkere Farbsättigung, die vor allem im Bereich der Pflanzen im Hintergrund und dem Gesicht der Spielerin zu sehen ist.

Das jpg-Bild bewegt sich auf dem Niveau des RAW-Formats, ist aber von der farblichen Anmutung etwas zu kühl. Die Haut ist beim RAW-Bild etwas wärmer und daher natürlicher.



Abbildung 87: Farbliche Anmutung Negativ-Film (Situation 2)

Rauschen/Körnung: Auch bei der Sportaufnahme liefern alle Bilder sehr gute Ergebnisse. Bei allen Formaten kann man im Hintergrund der Spielerin leichte Strukturen erahnen, jedoch wirken sie sich nicht störend aus.



Abbildung 88: Rauschen jpg-Format (Situation 2)

Bildqualität: Sowohl das Negativ- als auch Positiv-Bild weisen im Gegensatz zu den digitalen Formaten weiche Kanten auf. Die Übergänge zwischen zwei unterschiedlichen Farbflächen haben nicht jene Ausprägung wie die des RAW- und jpg-Formats. Deutlich zu sehen ist auch der qualitative Unterschied zwischen RAW und jpg. Der Schriftzug an der Brille ist bei RAW besser zu lesen. Im Bereich der Augenbrauen weist es ebenfalls mehr Details auf.

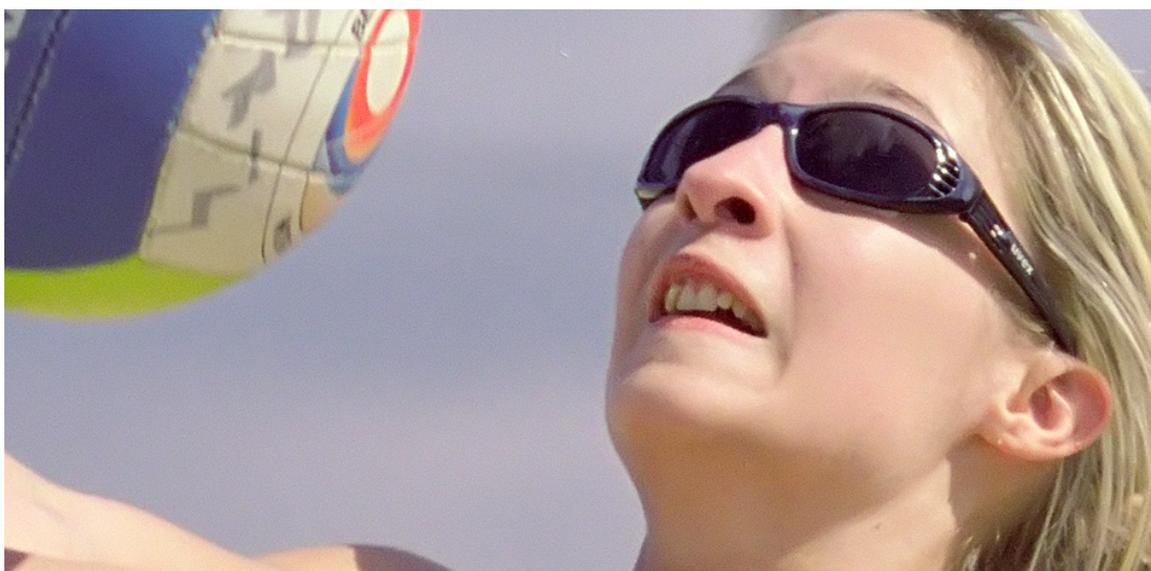


Abbildung 89: Bildqualität Negativ-Film (Situation 2)

Zeichnung in Schatten- und Lichter-Bereichen: Der Negativ-Film weist von allen vier Formaten die beste Zeichnung im Schatten-Bereich des Trikots auf. Danach folgen das RAW- und jpg-Bild. Zu sehen ist hier die Naht oberhalb des silbernen Streifens der Hose. Dieses Detail fehlt dem Positiv-Film. Die schwarze Fläche weist nur grobe Zeichnungen auf. Feine Strukturen stellt das Positiv nicht dar.

Im Lichter-Bereich wird die weiße Fläche des Balles auf der Oberseite beim RAW- und jpg-Bild als eine homogene Fläche dargestellt. Das Positiv kann etwas mehr Details aufweisen. Dies ist an der Naht zu sehen. Diese ist im Gegensatz zu den digitalen Formaten besser zu erkennen (nach rechts zeigende weiße Fläche). Das Negativ überzeugt im Lichter-Bereich. Die beiden Rillen der weißen Fläche sind deutlich zu sehen. Auch ist die Abstufung der Helligkeitswerte, also die Zeichnung, detaillierter.



Abbildung 90: Schatten-Bereich Positiv-Film (Situation 2)



Abbildung 91: Lichter-Bereich Negativ-Film (Situation 2)

Situation 3: Landschaftsaufnahme, Freiluft

Farbliche Anmutung: Den besten Gesamteindruck hinterlässt das RAW-Format. Alle Bildbereiche werden natürlich gezeichnet. Beim Negativ ist der Grün-Anteil erneut zu hoch. Beim Positiv werden die dunklen Bildbereiche stark betont. Die farbliche Anmutung des Himmels ist beim Positiv- und jpg-Bild sehr ähnlich.



Abbildung 92: Farbliche Anmutung RAW-Format (Situation 3)

Rauschung/Körnung: Beim Negativ-Film ist am Himmel eine leichte Struktur zu bemerken. Diese stört aber nicht, da es sich um keine farbliche Körnung handelt. Positiv, RAW und jpg sind ohne Bildstörungen. Alle vier Formate weisen in diesem Bereich ein sehr gutes Ergebnis auf.



Abbildung 93: Körnung Negativ-Film (Situation 3)

Bildqualität: Während das Positiv erneut mit einer weichen Struktur nicht den Anschluss an die drei anderen Formate schafft, sind sich das Negativ- und jpg-Bild von den Details ebenbürtig. Die Reihen und Details der Weinreben sind bei beiden Bildern gleich gut zu erkennen. Lediglich die silberne Abdeckung im rechten Bildbereich wird vom jpg-Format besser dargestellt. Das RAW-Bild lässt im Bereich der Schärfe alle anderen Formate hinter sich. So sind bei den silbernen Abdeckungen im unteren Teil der Bildmitte von Abbildung 89 Erdstrukturen zu verzeichnen.

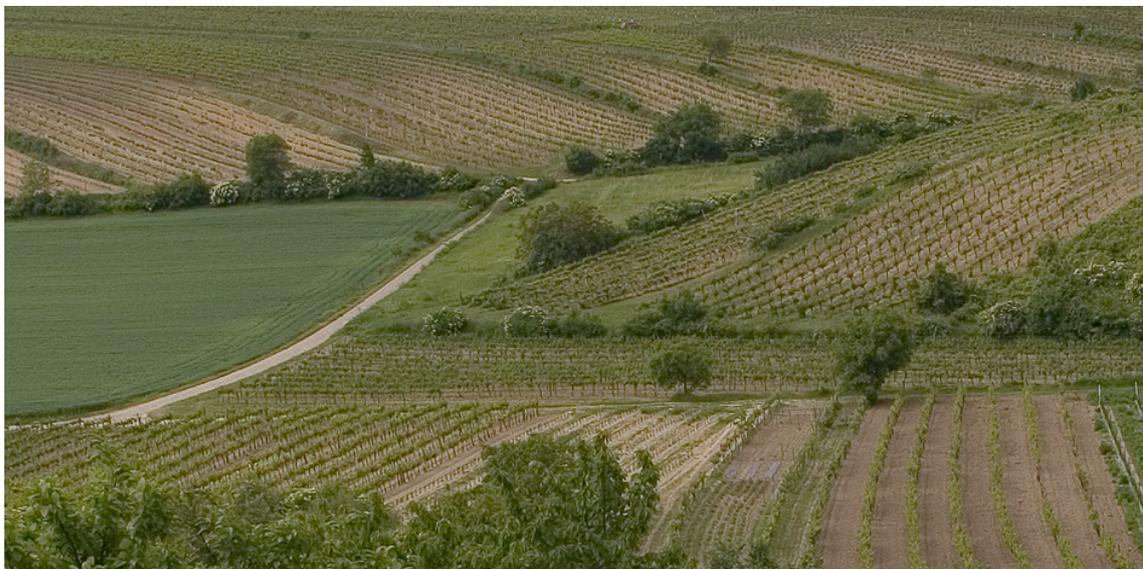


Abbildung 94: Bildqualität RAW-Format (Situation 3)

Zeichnung in Schatten- und Lichterbereichen: Die meisten Informationen in den schattigen Bereichen des Bildes weisen die digitalen Formate auf. Die Details der Blätter sind bis zum linken Bildrand zu erkennen. Das Negativ zeigt in der rechten Bildhälfte Zeichnung, verliert aber zunehmend an Details. Ähnlich ergeht es dem Positiv-Film. Negativ verstärkt wird dieser Effekt durch seine weiche Zeichnung.

Im Lichter-Bereich weist das RAW-Format die meisten Details auf. Es gibt kaum einheitliche Farbflächen ohne Zeichnung. Das jpg-Bild weist von allen vier Formaten die geringste Zeichnung im Himmel-

Bereich auf. Die Strukturen der Wolken lassen sich im Vergleich zum RAW-Bild nur erahnen. Mehr Zeichnung erhalten die Wolken beim Negativ. Hier sind allerdings die Details nicht so hoch wie bei RAW. Dasselbe gilt für den Positiv-Film. Er zeichnet heller als das Negativ, neigt aber dazu, ähnlich farbige Flächen schlecht zu differenzieren.



Abbildung 95: Schatten-Bereich Positiv-Film (Situation 3)

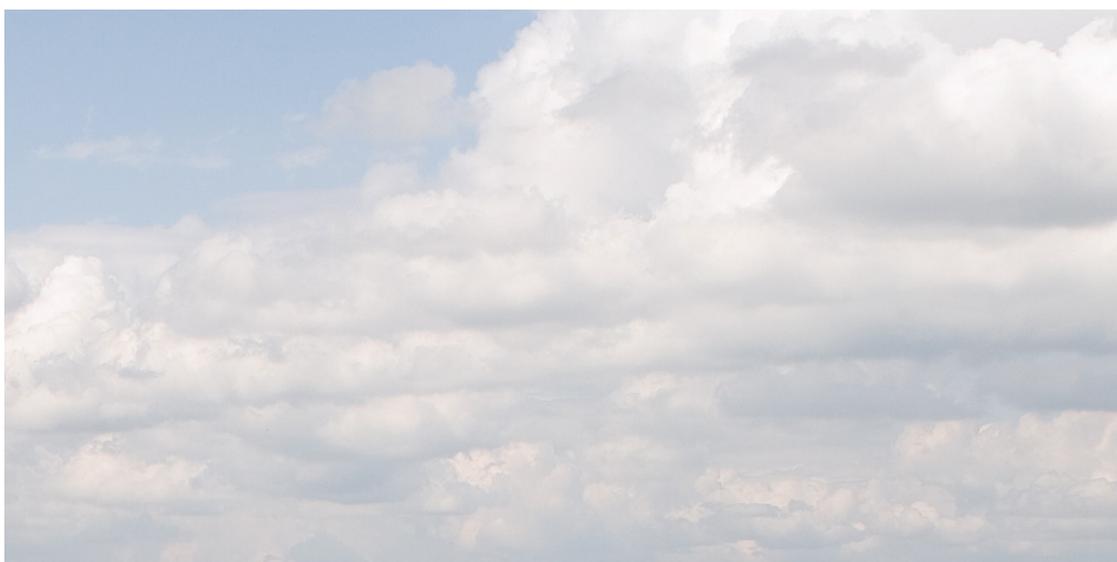


Abbildung 96: Lichter-Bereich RAW-Format (Situation)

Situation 4: Konzertaufnahme, Freiluft

Farbliche Anmutung: Durch die Anpassung der Farbtemperatur des RAW gleicht es nach der Bearbeitung dem jpg. Das Positiv hat durch seine warme farbliche Anmutung die beste Wirkung. Die Farben des Negativ-Filmes sind schwächer gesättigt als die des Positivs, RAW und jpg.



Abbildung 97: Farbliche Anmutung Negativ-Film (Situation 4)

Rauschen/Körnigkeit: Sowohl RAW als auch jpg rauschen bei der Konzertaufnahme nicht. Auch das Positiv hat eine störungsfreie Oberfläche.

che. Beim Negativ ist im Bereich des blauen Lichtes eine feine Struktur zu sehen.



Abbildung 98: Körnung Negativ-Film (Situation 4)

Bildqualität: Das Negativ hat nach dem Entrauschen weniger Bilddetails, jedoch sind die Kanten gut ausgeprägt, sodass der Eindruck eines scharfen Bildes entsteht. Zu scharf stellte sich das RAW-Bild heraus. Hier wirken durch das Nachbearbeiten die Bildbereiche überschärft. Das jpg-Bild schneidet am besten ab, da es eine natürliche Schärfe aufweist, mit ausreichend Details wie den Härchen auf der Wange oder der Struktur der Lippe. Das Positiv wirkt wie ein nicht richtig fokussiertes Bild. Es ist im Vergleich zu Negativ, RAW und jpg sehr weich und es sind kaum feine Strukturen zu erkennen.



Abbildung 99: Bildqualität RAW-Format (Situation 4)

Zeichnung in Schatten- und Lichter-Bereichen: Im Schattenbereich hat sich durch die Nachbearbeitung nicht viel geändert. Die Trennung zwischen analogem und digitalem Bildmaterial wurde etwas größer. So sind im RAW- und jpg-Bild deutlich die Strukturen der Weste zu sehen. Hier stellt das RAW-Format die Situation noch etwas besser dar als jpg. Informationslos ist der dunkle Bereich beim Positiv. Beim Negativ verschwimmt der Bereich ebenfalls zu einer einheitlichen Fläche.

Im Lichterbereich fällt beim RAW auf, dass es den Farbspot mit abgegrenzten Flächen darstellt. Während beim jpg ein gleichmäßiger Farbverlauf zu sehen ist, zeigt das RAW regelrecht Farbringe. Ähnlich verhält sich das Negativ. Es grenzt den innersten Bereich stark vom äußeren ab. Im Stirnbereich der Sängerin verschmilzt es die Darstellung zu einer großen gleichfarbigen Fläche. Das Positiv neigt ebenfalls zu dieser Eigenschaft. Zwar fällt das Ergebnis besser aus, dennoch wird auch hier eine gleichmäßige Farbfläche dargestellt. Das RAW zeigt im Stirnbereich ein etwas besseres Ergebnis. Dies ist vor allem oberhalb der Augenbrauen zu sehen, da hier das RAW etwas mehr Struktur aufweist.



Abbildung 100: Schatten-Bereich RAW-Format (Situation 4)



Abbildung 101: Lichter-Bereich Negativ-Film (Situation)

Situation 5: Porträt, Studioaufnahme

Farbliche Anmutung (Tageslicht): Die beiden analogen Formate Negativ und Positiv wählten in dieser Situation zwei unterschiedliche Darstellungswege. Während das Positiv im Haarbereich dunkler darstellte, zeigt das Negativ blonde Haare. Vom farblichen Eindruck wirkt das Negativ realistischer. Das RAW und jpg ähneln sich bei der Darstellung des Hauttöns. Das jpg-Bild stellt die Haare etwas rötlicher dar.

Beide Bilder können allerdings nicht mit den analogen Formaten mithalten, da sie eine eher flauere Darstellung aufweisen. Speziell im Bereich der Haare ist dies gut zu sehen.



Abbildung 102: Farbliche Anmutung (Tageslicht) Negativ-Film (Situation 5)

Rauschen/Körnigkeit (Tageslicht): Alle vier Formate weisen keine Bildstörungen auf. Lediglich beim Negativ ist eine leichte Struktur im Bereich der Haare zu sehen.



Abbildung 103: Körnung (Tageslicht) Negativ-Film (Situation 5)

Bildqualität (Tageslicht): Auf nahezu ähnlichem Niveau bewegen sich das Negativ und jpg-Bild. Das jpg-Format spielt seinen Vorteil des geringeren Grundrauschens etwas aus. Zu sehen ist dies im Bereich der Augenbrauen. Hier sind die Härchen etwas besser zu erkennen. Das Positiv wirkt sehr weich. Es ist keine Schärfe zu sehen. Das Gegenteil bildet das RAW-Format. Die Bildqualität ist als optimal zu bezeichnen. Alle Details sind zu erkennen, es gibt keine Informationen, die das RAW nicht richtig abbildet.

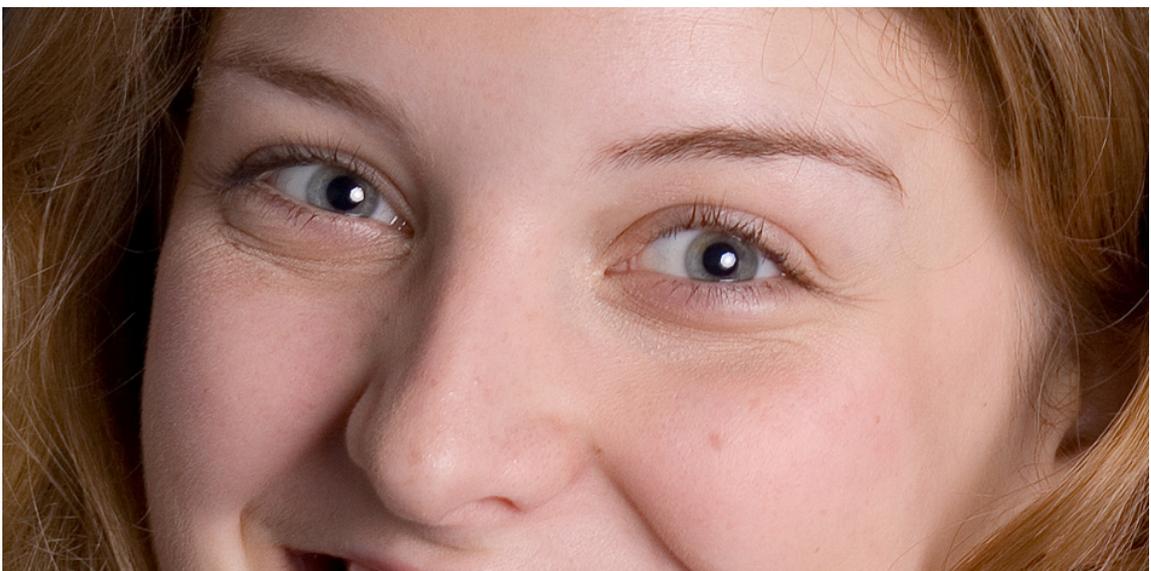


Abbildung 104: Bildqualität (Tageslicht) RAW-Format (Situation 5)

Zeichnung in Schatten- und Lichter-Bereichen: Bis auf das Positiv zeigen alle Formate im dunklen Haarbereich sehr gute Ergebnisse. Das RAW sticht durch seine Schärfe besonders hervor. Mangelhaft ist die Darstellung beim Positiv. Dunkle Flächen werden als einheitlicher Schwarz-Ton abgebildet. Details sind daher nicht zu erkennen.

Im Lichter-Bereich wurde der Unterschied zwischen analog und digital größer. Das liegt daran, dass die digitalen Formate die bessere Schärfe aufweisen und die Perlen der Kette wesentlich präziser dargestellt werden können.



Abbildung 105: Schatten-Bereich (Tageslicht) Positiv-Film (Situation 5)

Farbliche Anmutung (Kunstlicht): Das Positiv ist von seiner Darstellung her heller als Negativ und RAW. Die Farben des RAW sind von allen drei Aufnahmen am besten dargestellt. Die Haare weisen ein natürliches Blond auf. Das Negativ hat hingegen die besten Beleuchtungseigenschaften. Im rechten Körperbereich des Modells ist das Gesicht nicht heller als im linken. Dies ist beim Positiv und RAW anders.



Abbildung 106: Farbliche Anmutung (Kunstlicht) Positiv-Film (Situation 5)

Rauschen/Körnung (Kunstlicht): Beim Positiv sind leichte Störungen im Bereich des Halses zu sehen. Auch das Negativ weist diese Körnung auf, jedoch ist sie viel feiner. Beim RAW ist vom Rauschen nichts zu sehen.



Abbildung 107: Körnung (Kunstlicht) Negativ-Film (Situation 5)

Bildqualität (Kunstlicht): Hier gleicht das Bild jenem der Tageslicht-Situation. RAW besticht durch eine ausgezeichnete Abbildung, die an Schärfe nicht überboten wird. Das Negativ ist im Gegensatz zum Tageslichtfilm etwas weicher geworden. Unverändert ist die Situation beim Positiv. Die Darstellung ist sehr weich.

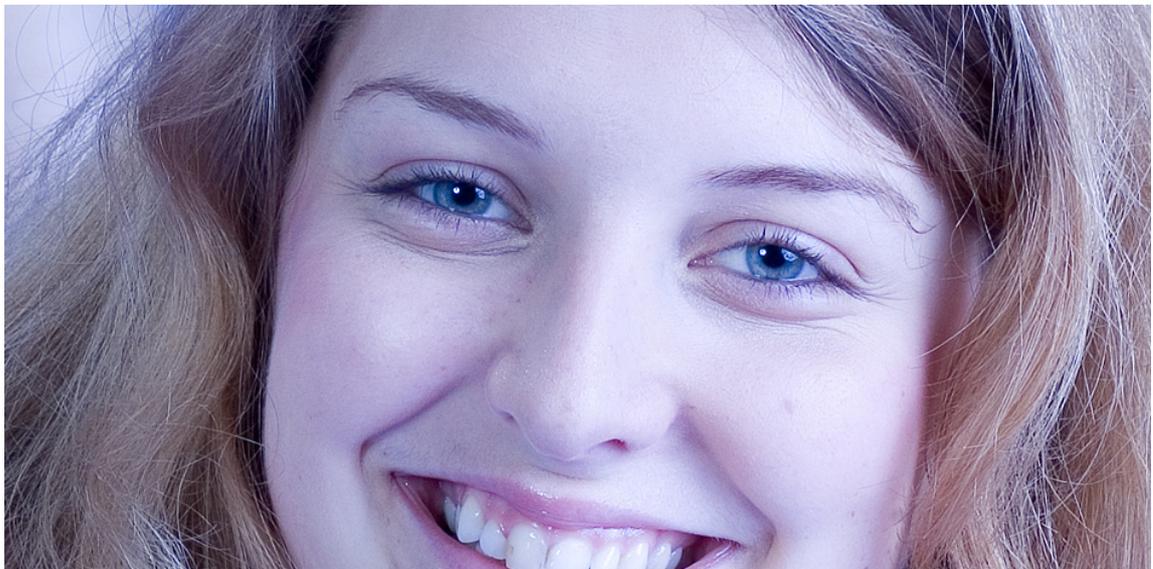


Abbildung 108: Bildqualität (Kunstlicht) RAW-Format (Situation 5)

Zeichnung im Schatten-Bereich (Kunstlicht): Alle drei Formate zeichnen den Haarbereich zufrieden stellend. Abhängig vom Auflösungs-

vermögen des jeweiligen Mediums wurden die dunklen Bildbereiche verschieden stark zu einheitlich schwarzen Flächen zusammengefasst. Während es beim RAW keine schwarzen Flächen gibt, treten sie beim Positiv häufiger auf.

6.2 Qualitative Umfrage

Der Pressefotograf Axel Heimken wechselte 2002 in das digitale Fotografielager. Seine Beweggründe waren einerseits das Wegfallen des Entwicklungsprozesses beim analogen Film, andererseits die Vorgaben der Redaktion. Probleme gab es beim Umstieg da die Bilder stets nachbearbeitet werden mussten, um ein ähnliches Ergebnis zu erhalten wie zu analogen Zeiten. Die Einarbeitung in die Bildbearbeitung am Computer nahm für Heimken rund ein Jahr in Anspruch, bis die Ergebnisse auch digital zufrieden stellend waren.

Unverändert blieben die Kosten bei den Objektiven. Diese können sowohl für analog als auch digital verwendet werden und sind daher finanziell nicht der entscheidende Faktor. Die analoge Technik ist für Heimken in der Erstfinanzierung wesentlich günstiger. So kostete eine analoge Kamera (ohne Objektiv) lediglich die Hälfte jetziger digitaler Sportspiegelreflexkameras. Bei der digitalen Pressefotografie muss Axel Heimken nach 2-3 Jahren stets ein aktuelles Notebook kaufen um schnellstmöglich an die Ergebnisse zu kommen. Eine externe Festplatte zur schnellen Archivierung muss ebenfalls vorhanden sein. Hand in Hand mit der Hardware geht die Software, die ebenfalls regelmäßig aktualisiert werden muss. Dazu kommt, dass die Halbwertszeiten der digitalen SLR-Kameras geringer wurden als zu analogen Zeiten. Das heißt, dass die Hersteller schneller neue digitale SLR-Kameras auf den Markt bringen als zu analogen Zeiten. Heimken muss daher auch die Kameras regelmäßig wechseln.

Einen Vorteil sieht er im Crop-Faktor seiner verwendeten Kameras. Diese haben einen Verlängerungsfaktor von 1,3. Das bedeutet, dass

die nominelle Brennweite des angeschraubten Objektivs 1,3-fach verlängert wird. Die Begründung liegt in einem anderen Bildausschnitt, da der Sensor dieser Kamera nicht die Dimension eines Kleinbildfilmes hat, sondern um den Faktor 1,3 kleiner. Heimken sieht darin jenen Vorteil, dass es günstiger ist mit langen lichtstarken Objektiven zu arbeiten. Ein 400 mm F 2.8 Objektiv, das rund 8000 Euro kostet, hatte an einer analogen Kamera 400 mm. Axel Heimken, dessen Kameras einen Verlängerungsfaktor von 1,3 haben, kann daher zu einem um die Hälfte günstigeren Objektiv mit der nominellen Brennweite von 300 mm (F 2.8) greifen, da es ihm Bilder mit einer Brennweite von 390 mm liefert.

Die Folgekosten waren für Heimken bei analoger Fotografie wesentlich höher. So musste er pro Spiel zahlreiche Filme ausschließen und entwickeln. Bei einer Begegnung kamen so zwischen 30 und 35 Filme zusammen. Die Bildkosten betragen von rund 50 Cent bis zu einem Euro. Bei Digitalfotografie muss sich Heimken weder die Filme noch die notwendige Chemie organisieren, sondern kann direkt die Bilder direkt vom Laptop versenden.

Auch die zeitliche Komponente erwies sich für den deutschen Pressefotografen als Nachteil. Durch den zeitlichen Druck musste er einerseits sein Auto nahe am Geschehen parken um die Distanz zwischen Aufnahmeort und dem Entwicklungsort (Auto) zu minimieren. Die Chemikalien wurden vor Ort im Auto angerichtet um sie nach dem Spiel verwenden zu können. Heimken musste nach 2/3 der regulären Spielzeit mit den Filmen ins Auto und sie dort in einem schwarzen Entwicklungssack ausarbeiten. Bei schwarz/weiß Filmen dauerte dieser Vorgang zehn Minuten, bei Farbfilmen 20 bis 25 Minuten. Der Redaktionsschluss lag mit 20 Uhr daher auch deutlich vor den heute üblichen Zeiten (derzeit 22 Uhr).

Die Archivierungsarbeit hat sich seit der Digitalisierung ebenfalls maßgeblich verändert. Große Festplatten und Server sowie indexierte

Bilder verkürzen in der Tagespresse die Suche nach Bildern maßgeblich. Jene Zeit, die beim Suchen gespart wird, muss allerdings in die dafür benötigte Hard- und Software investiert werden.

Für Elke Geni war das wichtigste Argument zur Digitalisierung die Flexibilität. Da sie mit dem analogen Kleinbildfilm nicht jene Qualität des digitalen RAW erreichen konnte und das analoge Mittelformat für mobile Einsätze relativ unflexibel ist, machte sie den Schritt zur digitalen Fotografie. Da die Kundenwünsche ebenfalls gestiegen sind und Fotorahmen, Grußbilder, Glückwunschkarten und Montagen sehr gefragt sind, erwies sich das digitale Format im Bereich der Weiterverarbeitung von Vorteil.

Gestiegen ist für Geni allerdings die Zeit der Nachbearbeitung. In der analogen Fotografie wurden die Negative ans Labor geschickt und auf die Kontaktabzüge gewartet. Anschließend suchte sich der Kunde seine Bilder aus. Nach rund einer Woche konnte er sich die fertigen Aufnahmen abholen. Digital macht Geni zunächst am Computer ein bis zwei Bearbeitungsvorschläge sowie grobe Korrekturen am Bild. Der Kunde sucht sich seine Bilder aus. Elke Geni bearbeitet dann die Bilder genauer und gibt ihnen so den letzten Feinschliff. Dieser Aufwand gestaltet sich zeitlich wesentlich intensiver als beim analogen Workflow.

Die Vor- und Nachteile beider Techniken sieht Elke Geni in den laufenden Materialkosten, der sofortigen Bildkontrolle sowie dem Stromverbrauch. Analog hat jenen Vorteil, dass durch den wesentlich geringeren Elektronikanteil selten ein Batteriewechsel notwendig ist. Bei digital ist dieses Problem ein wichtiges Thema, da abhängig von der Kamera die Arbeitszeiten pro Akku relativ kurz sein können. Dafür bietet digital den Vorteil der sofortigen Kontrolle des Bildes. Für die Studiofotografin Geni ist dies ein wichtiges Argument, da sie so sehen

kann, ob die Belichtung des Motivs richtig ist. Speziell bei Innenaufnahmen, die ein hohes Maß an Feingefühl in der Beleuchtung benötigen, hat Geni durch die Digitalisierung weniger Ausschuss.

Die St. Pöltner Fotografin ist auch qualitativ vom digitalen RAW-Format überzeugt. Der analoge Kleinbildnegativfilm kann laut Geni nicht mit dem digitalen Format mithalten. Einen Vorteil des Kleinbildfilmes sieht sie allerdings in der einfacheren Handhabung. Das analoge Material ist im Lichter- und Schattenbereich sehr gutmütig und verzeiht kleinere Fehler. Ohne Nachbearbeitung sind auch farblich sehr gute Ergebnisse auszumachen.

Elke Geni sieht in den Erst- und Folgekosten keines der beiden Formate im Vorteil. Während die laufenden Kosten für die Filme bei analog höher sind, muss sie sich alle fünf Jahre eine neue digitale Spiegelreflexkamera kaufen um am aktuellen Stand der Technik zu sein. Die reinen Bildkosten sind bei digital etwas niedriger (50 Cent) als bei analog (70 Cent).

Auch der Archivierungsaufwand ist für Geni bei beiden Techniken zeitlich gleich aufwendig. Die analogen Negative sortiert sie nach Datum und Kunden in Kartons. Die Datensicherheit ist für Geni damit höher als bei digital, wo durch defekte Festplatten oder optisches Medium Datenverluste entstehen können. Die digitalen Bilder belässt Geni ein Jahr auf der Festplatte des Computers, ehe nur die bearbeiteten Bilder auf CD-ROM gesichert werden. Zusätzlich dazu gibt es am Computer ein eigenes Inhaltsverzeichnis jeder CD um nach Kunden und Datum suchen zu können.

7 Interpretation der Daten

Während der Analyse der Testaufnahmen zeigten sich einige interessante Erkenntnisse, welche eine genaue Trennung der Einsatzgebiete von analog und digital zulassen, beziehungsweise zeigen, in welchem Bereich die jeweilige Technologie mehr Vorteile aufweisen kann. Eine tabellarische Übersicht der Ergebnisse der einzelnen Situationen ist im Anhang D zu finden.

In der ersten Testsituation, der Porträt-Aufnahme bei Tageslicht, war das Positiv jenes Medium, das die Farben am besten darstellte. Negativ, RAW und jpg mussten erst nachbearbeitet werden um natürliche Hauttöne darzustellen. Bei Rauschen/Körnung zeigten alle Formate gute Ergebnisse. Beim Negativ war die Körnung leicht zu sehen. In der nachbearbeiteten Version waren nahezu keine Bildstörungen vorhanden. Die Bildqualität war das Metier der digitalen Formate. Insbesondere nachbearbeitet zeigte das RAW mit Abstand die meisten Details. Das Positiv zeichnete sehr weich, sodass viele Details verloren gingen. Im Schatten- und Lichtbereich war das Negativ das beste Medium. Es stellte vor allem bei den Lichtern die Informationen wahrheitsgetreu dar und verschmolz nicht gleichartige Flächen. Dazu neigten vor allem jpg und RAW. Im Schattenbereich waren bis auf das Positiv alle Medien sehr gut. Insgesamt hatte das Positiv die beste Farbanmutung und eignet sich daher in dieser Situation als bestes Präsentationsmaterial. Für große Ausgaben wie im Druck ist das Negativ oder RAW Format zu bevorzugen. Während das RAW sehr feine Details darstellen kann, besticht das Negativ vor allem im Lichtbereich.

Die zweite Situation, also die Sportaufnahme bei Tageslicht, war geprägt von der korrekten Farbwiedergabe des RAW-Bildes. Das Positiv hatte zwar ebenfalls gesättigte Farben, jedoch war das Bild zu dun-

kel. Das Negativ stellte die Hauttöne gut dar, übersättigte aber die Grün-Töne. Daran änderte sich auch nach der Bearbeitung wenig. Das Positiv konnte etwas an Boden gewinnen und an das RAW anschließen. Bei der Körnung waren die analogen Formate den digitalen deutlich unterlegen. Bildstörungen, die beim Negativ stärker ausfielen, waren deutlich zu erkennen. Die Nachbearbeitung brachte eine reduzierte Körnung, jedoch gingen dadurch auch Bildinformationen verloren. Bei der Bildqualität war das RAW-Bild erneut das beste Format. Das Positiv und Negativ waren in ihrer Darstellung schlussendlich zu weich. Das Negativ erlitt durch die Nachbearbeitung einen Qualitätsnachteil, da durch das Entrauschen teilweise Bildinformationen verloren gingen. Im Schatten- und Lichterbereich war das Negativ auch in dieser Situation das beste Medium. Es leistete sich keine Ausrutscher. Die digitalen Formate hatten vor allem im Lichterbereich einige Probleme. Die hellen Flächen wiesen kaum Zeichnung auf. Im Schattenbereich war das Positiv vor und nach der Bearbeitung das schlechteste Medium. Für Sportaufnahmen zeigte sich, dass das Positiv eindeutig das falsche Medium ist. Negativ und RAW waren die besten Formate. Speziell RAW überzeugte erneut mit sehr vielen Bilddetails, leistete sich im Schattenbereich aber Schwächen.

Die Landschaftsaufnahme bei Tageslicht zeigte ein deutliches Bild. Während vor der Nachbearbeitung das Positiv den farblich besten Eindruck hinterließ, war danach das RAW-Format mit Abstand jenes Medium, das die Situation am realistischsten abbildet. Das Negativ zeigte auch hier einen deutlich übersättigten Grün-Anteil. Im Bereich der Bildstörungen hielten sich alle Formate zurück. Die Bildqualität war vor und nach der Bearbeitung beim RAW-Bild die beste. Hohe Details von feinen Strukturen überzeugten. Das Negativ und jpg-Bild bewegten sich nach der Bearbeitung auf ähnlichem Niveau. Im Schattenbereich waren die digitalen Formate deutlich besser. Während das Negativ und Positiv beinahe keine Informationen mehr lieferten, zeichneten RAW/jpg beinahe alle Details. Dies änderte sich auch nach

der Bearbeitung nicht. Die Lichte stellte RAW am besten dar. jpg stellte wenige Verläufe dar und überbelichtete die Situation. Das Negativ stellte die Lichte-Situation gut dar, blieb aber deutlich hinter dem RAW. Die Landschaftsaufnahme zeigte also, dass das RAW-Format bei großen Tonwertumfängen alle Bildbereiche, egal ob hell oder dunkel mit ausreichend Informationen ausfüllen kann. Auch erwies es sich als jenes Format, das die Farben der Natur am realistischsten darstellen kann. Schlecht abgeschnitten hat das Negativ, da es im Schatten-Bereich deutlich zu wenige Informationen abgebildet hat. Das Positiv zeichnete sehr weich und ist daher dank der passablen farblichen Darstellung als Präsentationsmedium zu bevorzugen.

Die Aufnahmen der Konzertbilder ergaben in der farblichen Anmutung ein klares Bild: Das Positiv wirkt durch seine starke Sättigung sehr realistisch und gibt die Situation am besten wieder. Das Negativ hielt sich durch eine neutrale Farbdarstellung etwas zurück. RAW und jpg sättigten zwar die Farben ausreichend, doch die Darstellung wirkte im Vergleich zum Negativ kühler. Beim Rauschen trennten sich analog und digital in zwei Lager. Während die digitalen Bilder nahezu keine sichtbaren Bildstörungen aufwiesen, zeigte vor allem das Negativ eine sehr starke Körnung. Diese störte insofern nicht, da sie dem Bild einen eigenen Charakter verlieh. Das Positiv wies aufgrund der weiche- ren Zeichnung weniger Bildstörungen auf als das Negativ. Die Bild- qualität war beim Negativ sehr gut. Trotz der Störungen wurden die Kanten scharf abgebildet. Auch die Nachbearbeitung änderte daran nichts. Zwar gingen feine Bilddetails verloren, die Hauptinformationen wurden weiterhin gut abgebildet. Das RAW und jpg-Bild waren durch ihre praktisch nicht vorhandenen Bildstörungen qualitativ dem Nega- tiv mindestens ebenbürtig. Das RAW zeigte allerdings, dass sein Po- tential in der Nachschärfung teilweise zu groß ist. So wirkte das Bild überschärft und daher nicht mehr natürlich. Der Schatten- und Licht- erbereich glich der Landschaftsaufnahme. Im Schatten-Bereich zeig- ten die analogen Formate praktisch keine Informationen, während

RAW und jpg die Strukturen gut zeichnen. Im Lichter-Bereich neigten Negativ und Positiv dazu, Stellen mit ähnlichen Farben zu einer homogenen Fläche zu verschmelzen. Dies war bei RAW und vor allem jpg besser. jpg erwies sich insofern als das bessere Medium, da es den Farbverlauf des Spots gleichmäßiger darstellte als RAW. Emotional ist bei Konzertaufnahmen aufgrund seiner farblichen Anmutung das Positiv das hervorstechende Medium. Für große Ausdrücke sind allerdings RAW und jpg zu bevorzugen, da sie bei wenigen Bildstörungen sehr viele Details sowohl im Lichter- und Schattenbereich zeichnen.

Die Studioaufnahmen mit den Tageslichtfilmen zeigten, dass das Positiv zwar die Hauttöne am besten trifft, das Negativ allerdings die Haare realistischer wirken lässt. RAW und jpg zeichnen die Situation zwar richtig, jedoch ist der Farbunterschied zwischen den Haaren und der Haut eher gering. Dies gelingt den analogen Formaten besser. Bei den Bildstörungen leistet sich keines der Formate Schwächen. Das Negativ zeigt zwar eine leichte Körnung, jedoch wirkt diese nicht störend. Deutlich zu sehen sind die Unterschiede allerdings in der Bildqualität. Hier sticht das RAW nachbearbeitet besonders hervor. Kein anderes Format kann diese Anzahl an Details darstellen. Während jpg im unbearbeiteten Zustand noch mithalten kann, bleibt es nachbearbeitet auf dem Niveau des Negatives. Das Positiv ist im Studio eindeutig das falsche Medium, es zeichnet viel zu weich. Im Schattenbereich stellen alle Formate bis auf das Positiv die Situation realistisch dar. Im Lichter-Bereich zeigt sich, dass RAW und jpg die Perlenkette ohne Überzeichnungen abbilden. Beim Negativ und Positiv sind die weißen Reflexionsflächen ohne Verlauf. Der Vorsprung von digital war in dieser Testsituation sehr offensichtlich. Sowohl die Bildqualität als auch die Zeichnung im Lichter- und Schattenbereich waren den analogen Formaten deutlich überlegen. Die farbliche Anmutung allerdings müsste mit intensiven Nachbearbeitungsschritten an das analoge Niveau herangeführt werden um ein optimales Ergebnis zu erreichen.

Die Studioaufnahmen mit den Kunstlichtfilmen brachten einen qualitativen Vorteil für die analogen Medien. Während das RAW-Format weiterhin als Referenz angesehen werden kann, konnten Negativ und Positiv den Rückstand im Bereich der Bilddetails verringern. Das Positiv wies im Schatten-Bereich Zeichnungen auf. Farblich hinterließ RAW den besten Eindruck. Durch seine stufenlose Einstellmöglichkeit im Bereich der Farbtemperatur bietet es genug Reserven. Negativ und Positiv mussten auf eine konstante Farbtemperatur von 3200 Kelvin zurückgreifen. Es zeigte sich in dieser Situation, dass das RAW-Format keine Schwächen hat. Es war in allen Bereichen das dominierende Medium und ist daher bei Kunstlichtsituationen zu bevorzugen.

Zusammenfassend lässt sich sagen: Im Bereich der farblichen Anmutung zeigte der Positiv-Film das beste Ergebnis. Kräftige und natürliche Farben ließen die fotografierte Situation am realistischsten erscheinen. Negativ, jpg und RAW verlangten nach einer Aufbereitung. Hier konnte RAW gute Ergebnisse erzielen. Durch seine verlustfreie Konvertierung bietet es eine große Möglichkeit an Veränderungen.

Klar überlegen ist der digitale Sensor, wenn es um das Thema Rauschen/Körnung geht. Sowohl das RAW- als auch jpg-Bild zeigten keine Bildstörungen. Lediglich bei ISO 800 war eine leichte Struktur zu sehen, die in der Praxis allerdings nicht auszumachen ist. Negativ und Positiv hingegen rauschen teilweise sehr stark. Während das Positiv sich durch seine weichere Darstellungsform mit der Körnung in Grenzen hält, ist beim Negativ bei ISO 800 beispielsweise bereits eine sehr starke Bildstörung auszumachen. Diese Körnung kann zwar zum größten Teile entfernt werden, jedoch leidet die Bildqualität darunter, da ein Entrauschungs-Werkzeug stets mit einer Weichzeichnung des Bildes verbunden ist.

Auch im Bereich der Bildqualität können die analogen Formate nicht mit den digitalen Vertretern mithalten. In allen Aufnahmesituationen,

unabhängig von der Nachbearbeitung, wies das digitale Material mehr Informationen auf. Das RAW-Format ist nach der Bearbeitung, unabhängig von seiner Auflösung, nicht zu überbieten. Speziell bei Situationen mit einem stark abgeblendeten Objektiv, wie im Studio oder bei der Landschaftsaufnahme, spielt RAW seine Vorteile aus. RAW hat als einziges Format die Möglichkeit doppelt geschärft zu werden. Die erste Schärfung erfolgt zunächst bei der Konvertierung. Danach kann im Bildbearbeitungsprogramm zusätzlich unscharf maskiert werden.

Die höhere Scanauflösung der analogen Filme brachte bei den Vergleichen keinen Vorteil. Nicht vorhandene Strukturen lassen sich durch eine höhere Auflösung nicht herstellen. Die Bilddetails eines Positivs und Negativs sind daher geringer als beim digitalen Format.

Sehr gute Ergebnisse lieferte das Negativ im Lichter- und Schattenbereich bei Tageslicht. Das RAW-Format konnte durch seine feinen Strukturen ebenfalls gut mithalten, war dem Negativ teilweise aber unterlegen. Bei der Konzertaufnahme wendete sich das Blatt aber, hier leisteten sich die digitalen Bilder keine großen Schwächen.

Es stellte sich heraus, dass die digitalen Bilder nachbearbeitet werden müssen um ein optimales Ergebnis zu erhalten. Speziell das RAW-Format ist dafür konzipiert verlustfreie Korrekturen zu gewährleisten. Hier kann das analoge Material aufgrund seiner Funktionalität nicht mithalten.

Das Positiv ist aufgrund seiner weichen Bilddarstellung und seiner realistischen Farbwiedergabe primär als Präsentationsmedium geeignet. Hochauflösende Bilder lassen sich mit diesem Format allerdings nicht erzeugen, da es an Details mangelt.

Die Alltagstauglichkeit erwies sich bei der digitalen Spiegelreflexkamera besser. Als Hauptvorteil ist die sofortige Bildkontrolle zu nennen. Im Bereich der Studiofotografie können sofort Belichtungsfehler erkannt und korrigiert werden. Ein weiterer Vorteil ist das Speicher-

medium, welches aufgrund seiner größeren Kapazität seltener als ein analoger Film gewechselt werden muss. Als Nachteil ist die Stromversorgung zu nennen. Akkus oder Batterien analoger Kameras müssen wesentlich seltener gewechselt werden als bei digitalen. Bei langen Reportagereisen ohne verfügbare Stromversorgung ist digital klar im Nachteil. Ein weiterer Nachteil bei digital ist, dass die Bilder nachbearbeitet werden müssen. Ein besseres Ergebnis ist zwar die Folge, kostet allerdings Zeit.

In der Pressefotografie ist dieser Umstand dennoch verschmerzbar, da die Entwicklungszeiten des Filmes entfallen und der Redaktionsschluss zeitlich später angesetzt werden kann.

Im Studio bedeutet die Nachbearbeitung einen erhöhten Zeitaufwand für den/die Fotografen/in. Qualitativ bedeutet die Digitalisierung aber einen großen Fortschritt.

In der Kostenfrage ist die Erstfinanzierung der analogen Fotografie günstiger. Neben dem Kamera-Gehäuse und den Objektiven entstehen keine zusätzlichen Ausgaben. Bei digital muss zusätzlich eine Speicherkarte, Computer, Kartenleser, Software und Akkus finanziert werden. Die laufenden Kosten sind hingegen bei digital geringer. Die Speicherkarten müssen nicht neu gekauft werden, da sie wie eine Festplatte beliebig oft formatier- und wiederbeschreibbar sind. Der analoge Film ist in seiner Anschaffung und Entwicklung teurer. Für Menschen, die Fotografie als Hobby betreiben, ist daher analog wesentlich günstiger. Anspruchsvolle Viel-Fotografierer/innen oder Berufsfotografen/innen sind mit einer digitalen Ausrüstung besser beraten.

8 Reflexion

Sowohl analog als auch digital haben ihre Daseinsberechtigung. Beide Formate bestechen mit ihrer eigenen Philosophie. Analog lässt die Möglichkeit zu, einerseits farbtreue Fotos ohne Nachbearbeitung zu erhalten. Weiters ist es auch dem analogen Format vorbehalten Dias zu erstellen. Digitale Bilder haben jenen Nachteil, dass zur Betrachtung stets ein elektronisches Gerät notwendig ist. So muss entweder die Kamera, das Notebook oder der PC eingeschaltet werden. Das RAW/jpg-Bild kann der Anwender nicht wie ein Negativ/Positiv (Dia) in die Hand nehmen. Er muss das Bild zuerst entwickeln lassen um ein „greifbares“ Ergebnis zu haben.

Seit der Digitalisierung der Fotografie sind die Begriffe Nachbearbeitung und Datensicherheit in den Vordergrund gerückt. In den Experimenten und der qualitativen Befragung zeigte sich, dass digitale Bilder ihren vollen Leistungsumfang erst dann erhalten, wenn sie nachbearbeitet werden. Dies bedeutet einen größeren Zeitaufwand für den/die Anwender/in. Nicht jede/r Benutzer/in ist auch bereit diese Zeit zu opfern. Lediglich versierten Anwendern ist es vorbehalten, die Qualität ihrer digitalen Aufnahmen auszuschöpfen.

Dadurch, dass digitale Bilder nur elektronisch gesichert werden können, besteht auch die große Gefahr des Datenverlustes. Festplatten oder auch optische Datenträger können Defekte aufweisen, die einen Verlust der Fotos bedeuten. Negative/Positive sind physikalisch angreifbare Originale, die in Kartons oder Ordnern gelagert werden. Ein Verlust ist praktisch unmöglich. Die einzige Gefahr besteht im Alterungsprozess. Wird das analoge Rohmaterial allerdings richtig gelagert, kann sich der/die Anwender/in lange über die fotografierten Werke erfreuen.

Digitale Fotografie ist, sofern sie regelmäßig betrieben wird, in den Folgekosten günstiger als analoge. Die Erstkosten übersteigen zwar jene der analogen Ausrüstung, allerdings entfallen die Ausgaben für Filme und Entwicklung der Negative/Positive.

Das Hauptargument, das neben der Bildqualität für digital spricht, ist allerdings die Möglichkeit ein direktes Feedback zu erhalten. Jede digitale Kamera, egal ob kompakt oder Spiegelreflex hat auf der Rückseite einen Rückschau- und/oder Vorschaumonitor. Der/die Anwender/in kann die Bilder kontrollieren oder löschen. Dies ist insbesondere in Situationen wichtig, wenn lichtkritische Situationen vorherrschen und der/die Fotograf/in durch Herantasten an die richtige Verschlusszeit und Blende das Optimum aus der Szenerie holen möchte.

9 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Diplomarbeit wurde ein Vergleich zwischen analoger und digitaler Spiegelreflexfotografie vorgenommen. Die untersuchten Parameter waren bei der Bildqualität die farbliche Anmutung, Rauschen/Körnung, Bildqualität (Details) sowie Zeichnung in Lichter- und Schattenbereichen. Weiters wurden die Erst- und Folgekosten sowie die zeitliche Komponente beider Fotografiertechnologien beleuchtet.

Die Experimente zeigten, dass die analogen Materialien in der farblichen Anmutung ohne Nachbearbeitung die besseren Ergebnisse erzielen. Speziell das Positiv überzeugte mit satten Farben und einer guten Hautdarstellung. Die digitalen Formate verhielten sich neutral. Sie stellten zwar die Farben ebenfalls zum größten Teile richtig dar, verlangen aber nach einer intensiveren Nachbearbeitung.

Die Kategorie Rauschen (bei digital) und Körnung (bei analog) legte große Unterschiede an den Tag. Die digitalen Formate RAW und jpg bestachen durch äußerst geringes Rauschen. Bei ISO 800 waren leichte Strukturen zu sehen. Theoretisch wäre eine Einstellung von ISO 3200 möglich gewesen. Analog hingegen rauschte ab ISO 400 gut sichtbar. Speziell das Negativ, das die Strukturen und Konturen wesentlich härter zeichnete als das Positiv, erwies sich als bildstörungsanfällig. Das Positiv lag vom Körnungsgehalt deutlich hinter dem Negativ, hatte allerdings große Schwierigkeiten mit der Schärfe.

Die Bildqualität war daher beim Positiv nicht sehr hoch. Von allen vier Formaten wies es die geringsten Bilddetails auf. Feine Härchen wurden nicht detailliert genug aufgelöst. Die Bilder wirkten unbearbeitet so, als wäre das Positiv vor dem Scannen weich gezeichnet. Das Negativ war hier deutlich besser. Die nachbearbeitete Version lag qualitativ zwar deutlich hinter RAW, der Abstand zu jpg war allerdings marginal. Abhängig vom Endausgabeformat ist das Negativ also

durchaus in der Lage, mit den digitalen Formaten mitzuhalten. Besonders herausstechend zeigte sich RAW. Es zeigte un- und bearbeitet die meisten Details. Durch die doppelte Schärfungsmöglichkeit (vor- und nach dem Konvertieren) wies es feine Strukturen auf, die keines der anderen Formate auch nur annähernd erreichen konnte.

Die Zeichnung im Lichter- und Schattenbereich war das Metier des Negativs. Ausgenommen in der Konzertsituation und bei der Landschaftsaufnahme leistete sich dieses analoge Format nur wenig Schwächen. Das RAW-Format zeichnete im Schatten-Bereich ebenfalls viele Details. Dies lag vor allem darin begründet, dass es die höchste Bildqualität hatte und feine Strukturen daher besser darstellen konnte. Negativ fiel das Positiv auf. Besonders dramatisch zeigte sich die Situation bei den Studioaufnahmen. Im Schattenbereich der im Scheitelbereich des Modells untersucht wurde, waren kaum Zeichnungen vorhanden. In besonders kritischen Situationen wie der Landschaftsaufnahme, die einen sehr großen Tonwertumfang besaß, lieferte RAW allerdings das beste Ergebnis. Der Schattenbereich mit den Pflanzen sowie der Lichtbereich des Himmels waren fehlerfrei dargestellt. Die Nachbearbeitung verstärkte diese Tatsache zusätzlich.

Bei den Erst- und Folgekosten bot sich im Bereich der einmaligen Anschaffung ein klares Bild. Hier ist analog wesentlich günstiger. Die Investition beschränkt sich auf die Kamera und Objektive. Die digitale Fotografie verlangt zusätzlich Speicherkarten, Hard- und Software für die Bildverarbeitung sowie eine externe Festplatte zur Datensicherung. Die Folgekosten sind allerdings geringer. Analog verlangt aufgrund seiner Funktionsweise laufend nach dem Kauf von Filmen sowie deren Entwicklung. Bei der digitalen Fotografie beziehen sich die Folgekosten lediglich auf Updates der Hard- und Software, sowie eine Neuanschaffung eines aktuelleren D-SLR-Modells. Die Entscheidung, welches der beiden Systeme für den/die Anwender/in günstiger ist, hängt vom Einsatzgebiet ab. Gelegentliche Hobbyfotografen/innen

sind finanziell mit analog besser beraten. Berufsfotografen/innen sollten aus Kostengründen auf digital zurückgreifen.

Der zeitliche Aufwand ist davon abhängig, wie stark die digitalen Bilder nachbearbeitet werden. In der qualitativen Befragung mit dem deutschen Pressefotografen Axel Heimken zeigte sich, dass für ihn ein sehr großer zeitlicher Vorteil durch die digitale Fotografie entstanden ist, da die Entwicklung der Filme vor Ort wegfällt. Allerdings verlagert sich die Nachbearbeitung im Pressebereich vom Fotografen auf die Grafiker. Zu analogen Zeiten wurde nämlich das Negativ lediglich digitalisiert und ins Layout gesetzt.

Anders sieht es hingegen in der Studiofotografie aus. Hier muss nach dem Fotografieren bereits eine Sichtung und Korrektur der Bilder erfolgen. Nachdem sich der Kunde die gewünschten Bilder ausgesucht hat, erfolgt eine genaue Nachbearbeitung der Bilder. Die Materialkosten sind zwar günstiger, allerdings werden diese durch die Nachbearbeitungszeit wieder eingeholt.

Der Vergleich wurde mit den aktuellen Spitzenmodellen der analogen und digitalen Spiegelreflexfotografie gemacht. Zusammengefasst bietet die digitale Spiegelreflextechnik gegenüber der analogen Fotografie wesentlich mehr Vorteile im Bereich der Nachbearbeitung, Bildqualität, Rauschen sowie Bild-Kontrolle. Eine Nachbearbeitung ist zwar nicht zwingend notwendig, verbessert die Bildqualität maßgeblich. Im Bereich der Farbdarstellung hat digital allerdings Verbesserungsbedarf. Da analog nur auf eine Farbtemperatur sensibilisiert ist, ist das Ergebnis bei gleicher Beleuchtung stets dasselbe. Bei digital kann es in kritischen Lichtsituationen durch den automatischen Weißabgleich stark schwanken. Durch das RAW-Format, bei dem im Nachhinein eine stufenlose und verlustfreie Regulierung der Farbtemperatur möglich ist, kann dieser Nachteil ausgeglichen werden. Der Schritt der Nachbearbeitung lässt sich aber nicht umgehen.

Für die Zukunft wird es also wichtig sein, das Farbmanagement der digitalen Spiegelreflexkameras weiter zu verbessern. Wünschenswert wären alternative Profile, welche die Eigenschaften der Emulsion namhafter analoger Filme simulieren. Zu klären gilt es, ob sich anhand der internen Gradationskurven und Farbräume der Kameras solche Profile bereits jetzt simulieren ließen.

Eine wichtige Entwicklungsarbeit stellt die Rauschmutter der digitalen Sensoren dar. Bereits jetzt sind Bildempfindlichkeiten von ISO 3200 möglich. Abhängig von der Auflösung des Sensors wirkt sich das Rauschen bei dieser Einstellung störend aus. Gerade bei Konzert- und Indoor-Sportaufnahmen sowie Situationen mit schlechten Lichtverhältnissen ist die Nachfrage nach höheren Empfindlichkeiten sehr hoch. Hand in Hand mit dieser Thematik geht die Empfindlichkeit des Autofocus. Dieser funktioniert ab der Unterschreitung einer gewissen Lichtmenge nicht mehr ausreichend genug. Dies behindert also die Weiterentwicklung von höheren Empfindlichkeiten.

An die Grenzen der Qualität stößt auch der Bildsensor im Bereich der Objektivauflösung. Abhängig von der Qualität und Bauart der Objektiv löst der Sensor wesentlich höher auf als das Objektiv dazu im Stande ist. Aus diesem Grund sollte stärker in die Forschung von Linsematerialien investiert werden um das schwächste Glied in der Kette zu verbessern.

Ein weiteres Problem der digitalen Technik ist der erhöhte Stromverbrauch. Durch die Verwendung von CMOS-Sensoren wurde diese Thematik teilweise schon entschärft. Dennoch ist die Stromversorgung bei analogen Kameras weiterhin wesentlich besser. Alternative Energieversorgung sowie ein besseres Energiemanagement könnten hier einen ersten Lösungsansatz bieten.

Abkürzungsverzeichnis

CCD	Charged Coupled Device
CF	Compact Flash
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
dpi	Dots per Inch, Pixel pro Inch
Li-Ion	Lithium-Ionen
MD	Microdrive
MMC	Multi Media Card
MS	Memory Stick
MTF	Modulation Transfer Function
NiCd	Nickel-Cadmium
NiMH	Nickel-Metall-Hydrid
SD	Secure Digital Card
SLR	Single Lens Reflex
SM	Smart Media

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeichnen mit Camera obscura (Foto: Marchesi, 1993, S. 11)	11
Abbildung 2: Erste und älteste Fotografie, aufgenommen von Josef Nicéphore Niépce (Foto: Marchesi, 1993, S. 14)	12
Abbildung 3: Arbeitsablauf eines Kollodium-Nassplatten-Fotografen (Foto: Marchesi, 1993, S. 21)	13
Abbildung 4: Erste Kleinbildkamera Urleica (Foto: Marchesi, 1993, S. 32)	14
Abbildung 5: Nikon D1 (Foto: www.dpreview.com)	15
Abbildung 6: Festbrennweite 85 mm F1.2 (Foto: Canon)	17
Abbildung 7: Zoom-Objektiv 17-40 mm F4.0 (Foto: Canon)	18
Abbildung 8: Makroobjektiv 60 mm F2.8 (Foto: Canon)	18
Abbildung 9: Superteleobjektiv 400 mm F4.0 (Foto: Canon)	19
Abbildung 10: Ausgangssituation ist die Original Vorlage.	21
Abbildung 11: Bei der Belichtung des Filmes absorbieren die Farbstoffe die Bildeigenschaften (in der Abbildung weiße Stellen).	21
Abbildung 12: Die zweite Stufe bildet die Farbreaktion. Durch die Verbindung der Farbkuppler und den Silberhalogenid-Kristallen entstehen auf den belichteten Filmstellen farbige Verbindungen.....	22
Abbildung 13: Beim Bleich- und Fixbad wird das Silber (an jenen Stellen die farbliche Verbindungen gebildet haben) und Silberhalogenid (in der Abbildung weiße Stellen) herausgelöst. Danach ist das Negativ fertig.	23
Abbildung 14: Auslesevorgang CCD-Sensor	24
Abbildung 15: Compact Flash Karte Typ I (Foto: SanDisk)	26
Abbildung 16: Microdrive (Foto: Hitachi)	26
Abbildung 17: Secure Digital Karte (Foto: SanDisk)	27
Abbildung 18: Canon EOS 1V HS (links), Canon EOS 1Ds Mark II (rechts)	35
Abbildung 19: Situation Porträtaufnahme, Freiluft	39
Abbildung 20: Situation Sportaufnahme, Freiluft	40
Abbildung 21: Situation Landschaftsaufnahme, Freiluft.....	41
Abbildung 22: Situation Konzertaufnahme, Freiluft	42
Abbildung 23: Situation Studioaufnahme, Tageslichtblitzanlage	43
Abbildung 24: Farbkorrektur vor dem Scanvorgang	45
Abbildung 25: Konvertierung des RAW-Formats	46
Abbildung 26: Farbliche Anmutung Negativ-Film (Situation 1)	47
Abbildung 27: Farbliche Anmutung Positiv-Film (Situation 1).....	48
Abbildung 28: Farbliche Anmutung RAW-Format (Situation 1)	48
Abbildung 29: Farbliche Anmutung jpg-Format (Situation 1)	49
Abbildung 30: Körnung Negativ-Film (Situation 1)	50

Abbildung 31: Bildqualität Negativ-Film (Situation 1)	50
Abbildung 32: Bildqualität RAW-Format (Situation 1)	51
Abbildung 33: Schatten-Bereich Negativ-Film (Situation 1)	52
Abbildung 34: Lichter-Bereich Positiv-Film (Situation 1)	52
Abbildung 35: Lichter-Bereich Negativ-Film (Situation 1)	53
Abbildung 36: Lichter-Bereich jpg-Format (Situation 1)	53
Abbildung 37: Farbliche Anmutung Negativ-Film (Situation 2)	54
Abbildung 38: Farbliche Anmutung RAW-Format (Situation 2)	54
Abbildung 39: Körnung Negativ-Film (Situation 2)	55
Abbildung 40: Rauschen jpg-Format (Situation 2).....	56
Abbildung 41: Bildqualität Positiv-Film (Situation 2).....	56
Abbildung 42: Bildqualität RAW-Format (Situation 2)	57
Abbildung 43: Schatten-Bereich Negativ-Film (Situation 2)	58
Abbildung 44: Schatten-Bereich Positiv-Film (Situation 2).....	58
Abbildung 45: Lichter-Bereich Negativ-Film (Situation 2)	59
Abbildung 46: Lichter-Bereich jpg-Format (Situation 2)	59
Abbildung 47: Farbliche Anmutung Positiv-Film (Situation 3).....	60
Abbildung 48: Farbliche Anmutung RAW-Format (Situation 3)	60
Abbildung 49: Körnung Negativ-Film (Situation 3)	61
Abbildung 50: Körnung Positiv-Film (Situation 3).....	61
Abbildung 51: Bildqualität Positiv-Film (Situation 3).....	62
Abbildung 52: Bildqualität RAW-Format (Situation 3)	63
Abbildung 53: Schatten-Bereich Negativ-Film (Situation 3)	64
Abbildung 54: Schatten-Bereich jpg-Format (Situation 3)	64
Abbildung 55: Lichter-Bereich Positiv-Film (Situation 3)	65
Abbildung 56: Lichter-Bereich RAW-Format (Situation 3)	65
Abbildung 57: Farbliche Anmutung Positiv-Film (Situation 4).....	66
Abbildung 58: Körnung Negativ-Film (Situation 4)	67
Abbildung 59: Körnung Positiv-Film (Situation 4).....	67
Abbildung 60: Bildqualität Negativ-Film (Situation 4)	68
Abbildung 61: Bildqualität RAW-Format (Situation 4)	68
Abbildung 62: Schatten-Bereich Negativ-Film (Situation 4)	69
Abbildung 63: Schatten-Bereich RAW-Format (Situation 4)	70
Abbildung 64: Lichter-Bereich Positiv-Film (Situation 4)	70
Abbildung 65: Lichter-Bereich RAW-Format (Situation 4)	71
Abbildung 66: Farbliche Anmutung (Tageslicht) Negativ-Film (Situation 5)	72
Abbildung 67: Körnung (Tageslicht) Negativ-Film (Situation 5).....	73
Abbildung 68: Rauschen (Tageslicht) RAW-Format (Situation 5)	73
Abbildung 69: Bildqualität (Tageslicht) Positiv-Film (Situation 5)	74
Abbildung 70: Bildqualität (Tageslicht) RAW-Format (Situation 5)	74
Abbildung 71: Schatten-Bereich (Tageslicht) Negativ-Film (Situation 5)....	75
Abbildung 72: Schatten-Bereich (Tageslicht) RAW-Format (Situation 5)....	76

Abbildung 73: Lichter-Bereich (Tageslicht) Negativ-Film (Situation 5).....	76
Abbildung 74: Lichter-Bereich (Tageslicht) jpg-Format (Situation 5).....	77
Abbildung 75: Farbliche Anmutung (Kunstlicht) Negativ-Film (Situation 5).....	78
Abbildung 76: Körnung (Kunstlicht) Positiv-Film (Situation 5).....	79
Abbildung 77: Rauschen (Kunstlicht) RAW-Format (Situation 5)	79
Abbildung 78: Bildqualität (Kunstlicht) Negativ-Film (Situation 5)	80
Abbildung 79: Bildqualität (Kunstlicht) RAW-Format (Situation 5)	80
Abbildung 80: Schatten-Bereich (Kunstlicht) Positiv-Film (Situation 5).....	81
Abbildung 81: Schatten-Bereich (Kunstlicht) RAW-Format (Situation 5)	81
Abbildung 82: Farbliche Anmutung Positiv-Film (Situation 1).....	82
Abbildung 83: Körnung Negativ-Film (Situation 1)	83
Abbildung 84: Bildqualität RAW-Format (Situation 1)	84
Abbildung 85: Schatten-Bereich RAW-Format (Situation 1)	85
Abbildung 86: Lichter-Bereich Negativ-Film (Situation 1)	85
Abbildung 87: Farbliche Anmutung Negativ-Film (Situation 2)	86
Abbildung 88: Rauschen jpg-Format (Situation 2).....	87
Abbildung 89: Bildqualität Negativ-Film (Situation 2)	87
Abbildung 90: Schatten-Bereich Positiv-Film (Situation 2).....	88
Abbildung 91: Lichter-Bereich Negativ-Film (Situation 2)	89
Abbildung 92: Farbliche Anmutung RAW-Format (Situation 3)	90
Abbildung 93: Körnung Negativ-Film (Situation 3)	90
Abbildung 94: Bildqualität RAW-Format (Situation 3)	91
Abbildung 95: Schatten-Bereich Positiv-Film (Situation 3).....	92
Abbildung 96: Lichter-Bereich RAW-Format (Situation).....	92
Abbildung 97: Farbliche Anmutung Negativ-Film (Situation 4)	93
Abbildung 98: Körnung Negativ-Film (Situation 4)	94
Abbildung 99: Bildqualität RAW-Format (Situation 4)	95
Abbildung 100: Schatten-Bereich RAW-Format (Situation 4)	96
Abbildung 101: Lichter-Bereich Negativ-Film (Situation).....	96
Abbildung 102: Farbliche Anmutung (Tageslicht) Negativ-Film (Situation 5).....	97
Abbildung 103: Körnung (Tageslicht) Negativ-Film (Situation 5)	98
Abbildung 104: Bildqualität (Tageslicht) RAW-Format (Situation 5)	98
Abbildung 105: Schatten-Bereich (Tageslicht) Positiv-Film (Situation 5)....	99
Abbildung 106: Farbliche Anmutung (Kunstlicht) Positiv-Film (Situation 5).....	100
Abbildung 107: Körnung (Kunstlicht) Negativ-Film (Situation 5)	101
Abbildung 108: Bildqualität (Kunstlicht) RAW-Format (Situation 5)	101

Literaturverzeichnis

Baatz, Willfried: Geschichte der Fotografie. – Köln : DuMont, 1997.

Marchesi, Jost J.: Handbuch der Fotografie 1. – Schaffhausen : Verlag Photographie, 1993.

Marchesi, Jost J.: Handbuch der Fotografie 2. – Schaffhausen : Verlag Photographie, 2005.

Marchesi, Jost J.: Handbuch der Fotografie 3. – Schaffhausen : Verlag Photographie, 2005.

Saxby, Graham: The science of imaging. - Bristol [u.a.] : Inst. of Physics, 2002.

Schneider-Kreuznach, 2006: Modulationsübertragungsfunktion. - <http://www.schneiderkreuznach.com/foto/mtf.htm> [Zugriff am 14.05.2006]

[1] Wikipedia, 2006: SD Memory Card. - http://de.wikipedia.org/wiki/Secure_Digital_Card [Zugriff am 15.05.2006]

[2] Wikipedia, 2006: XD-Picture Card. - http://de.wikipedia.org/wiki/XD-Picture_Card [Zugriff am 15.05.2006]

Anhang A: Befragung Axel Heimken

Die vollständige telefonische Befragung mit dem Pressefotografen Axel Heimken ist im folgenden Anhang angeführt.

Wie gestaltete sich der analoge Pressealltag?

Der Autoparkplatz musste sich nahe dem Geschehen befinden, da die Filme bereits im Auto entwickelt wurden. Aus diesem Grund war es notwendig sich schattige Plätze als Abstellplatz zu suchen. Im Auto hatte ich sämtliche Chemikalien um die Prozesse für die Filmentwicklung durchführen zu können. Teilweise wurden die Filme in der Redaktion entwickelt, oder einem Kurier mitgegeben. Ich fotografierte mit schwarz/weiß und Farbfilmen. Der Arbeitsablauf gestaltete sich so, dass abhängig von der Sportart 2/3 der Zeit fotografiert wurde. Dann ging es zum Auto um das Material zu entwickeln. Für die S/W-Filme benötigte ich zehn Minuten. Die farbigen Filme dauerten rund 20-25 Minuten. Pro Spiel wurden 30-35 Filme verbraucht. Durch die Entwicklung der Filme war der Redaktionsschluss bereits um 20 Uhr. Die Filme bekam ich zu je 500-1000 Stück pro Karton von der Redaktion.

Wann wechselten Sie in das digitale Lager und aus welchen Beweggründen?

Ich bin 2002 ins digitale Lager gewechselt. Die Redaktionen forderten digitale Dateien. Um an Aufträge zu kommen, war das Fotografieren mit digitalen Spiegelreflexkameras von Vorteil. Zweites Argument war die Geschwindigkeit im Entwicklungsprozess.

Was hat sich in Ihrem Arbeitsablauf durch die digitale Technologie verändert?

Erstmals haben sich die Redaktionszeiten deutlich um rund zwei Stunden nach hinten verlagert. Die Chemie ist durch EDV ersetzt worden. Als gelernter analoger Fotograf musste ich mich auch mit dem PC auseinandersetzen. Bis die digitalen Ergebnisse so aussahen wie zu analogen Zeiten, musste ich mich rund ein Jahr intensiv mit der Materie befassen. Als Problem stellten sich vor allem die Filter- und auch der Push-Effekt heraus, da sich das Rauschen von analog und digital unterscheidet. Häufig war auch das Problem Seminar und Workshops für Fotografen zu finden. Es fehlte das Angebot an Workshops, die Photoshop und digitale Fotografie vereinen. Ich musste damals nach dem Try and Error Prinzip arbeiten, was einen erheblichen zeitlichen Nachteil darstellte. Die Stunden am PC wurden nicht bezahlt.

Welche Vor- und Nachteile haben Ihrer Meinung nach die analoge und digitale Spiegelreflextechnik?

Die analoge Technik hat den Nachteil, dass die Folgekosten sehr viel höher sind. Filme und Chemie kosten auf Dauer mehr. Durch die Digitalisierung sparen die Redaktionen Geld. Nachteil in der digitalen Fotografie ist, dass die technische Entwicklung der Gehäuse viel schneller ist. Ein Generationswechsel ist nach drei Jahren vollzogen. Die Kosten für die D-SLR-Gehäuse sind auch höher. Unverändert blieb der Objektivpreis. Der Crop-Faktor der digitalen Spiegelreflexkameras ist für mich ein großer Vorteil, weil die Anschaffung von langen Teleobjektiven günstiger ist. Früher benötigte ich beispielsweise ein 400 mm F2.8 um rund 8000 Euro, jetzt kann ich digital mit dem halb so teuren 300 mm F2.8 arbeiten.

Analoge Bilder sehen aber nach wie vor echter aus. Es liegt natürlich auch am Crop-Faktor, der das Bild beschneidet. Außerdem haben die Bilder vom Korn-Effekt gelebt. Man konnte sie an den Filmen sogar unterscheiden. In der analogen Zeit konnte man gezielter die Filme einsetzen, weil sie bestimmte Eigenschaften hatten. Im digitalen Bereich sieht alles gleich aus. Dafür ist bei der digitalen Technik die Empfindlichkeit des Sensors wesentlich höher.

Hat sich der Ausschuss nach dem Umstieg auf digital erhöht?

Bei mir hat er sich nicht erhöht, da ich meine Technik nicht umgestellt habe. Ich habe nach wie vor die gleiche Anzahl an Bildern wie zu analogen Zeiten. Ich bin kein Freund der unendlichen Bildserien.

Verlangt die digitale Fotografie nach einer stärkeren Nachbearbeitung am Computer?

Definitiv. Die analogen Filme wurden als ROH-Scan ins Layout gesetzt. Mittlerweile sind die Chips in der Kamera etwas weicher. Es muss scharfgezeichnet werden. Es gibt kein perfektes Bild im digitalen Bereich. Die Redaktionen müssen stets nachbearbeiten. Ich als Fotograf habe damit nicht so viel zu tun, die Redaktionen wollen die Bilder möglichst unbearbeitet. Ich mache am Laptop Kontrastkorrekturen und das Scharfzeichnen der Bilder. Außerdem bestimme ich den Ausschnitt. In der Redaktion haben die Redakteure oft keine Ahnung vom Motiv. Zu analogen Zeiten waren im Layout daher die Motive oft ungünstig platziert.

Mit welchen Erst- und Folgekosten sind die beiden Technologien verbunden?

Objektive sind kostenmäßig gleich geblieben. Die Kameras kosten derzeit doppelt so viel. Dazu kommt immer ein gut ausgerüstetes Notebook, das am aktuellsten Stand sein muss (2-3 Jahre). Software muss ebenfalls finanziert werden. Eine externe Festplatte zur Datenspeicherung darf nicht fehlen.

Analog kommt man ohne EDV aus. Man hat aber wegen Chemie und Material 50 Cent bis 1 Euro pro Foto Kosten gehabt. Kurzfristig ist analog günstiger, langfristig definitiv digital. Als Hobby ist analog günstiger, doch wenn man regelmäßiger fotografiert, empfiehlt sich digital.

Die Archivierung von Bildern stellt eine wichtige Aufgabe in der Pressearbeit dar. Was hat sich in diesem Bereich seit der Digitalisierung der Fotografie getan?

Die Aktenordner aus dem Schrank sind verschwunden. Wenn man sich ein vernünftiges Archiv mit großen Festplatten, großem Server mit indexierten Bildern aufbaut, dann ist es vom Zeitaufwand her wesentlich besser. Die Zeit, die für die Sichtung verwendet wurde, fällt nun weg. Die Anschaffungskosten sind allerdings wesentlich höher. Billiger wird digital nur, wenn man die Arbeitszeit mitkalkuliert. Zu analogen Zeiten war es nämlich sehr umständlich mit Fadenzähler und Kornlupe am Leuchtkasten die Bilder einzeln durchzugehen. Die Firma Apple versucht derzeit mit Aperture diesen analogen Workflow zu simulieren.

Anhang B: Befragung Elke Geni

Wie verlief der Arbeitsablauf in der Studiofotografie zu analogen Zeiten?

Es wurde mit Negativfilmen gearbeitet. Ich bevorzugte dabei Mittelformat, da die Bildqualität besser und das Rauschen geringer ist. Ausschnittvergrößerungen waren problemlos möglich. Die Filme habe ich in größeren Mengen vom Händler bezogen. Pro Fotoshooting wurden 20 Aufnahmen gemacht. Bei Hochzeiten waren es rund doppelt so viele. Das analoge Kleinformat haben wir nur zu Reportagezwecken verwendet, da es flexibler ist. Danach wurden die Filme ins Labor geschickt. Dieses hat Kontaktabzüge angefertigt. Eine Woche später konnte der Kunde seine Fotos aussuchen. Als analog noch frequenter war, boten die Labore Abholservices an. Hier erfolgte die Lieferung bereits nach zwei bis drei Tagen.

Aus welchen Gründen wechselten Sie auf die digitale Spiegelreflextechnik?

Eigentlich war die Flexibilität der Hauptgrund, weil auch Nachbearbeitungen gefragt waren. Verschiedene Tönungen, Rahmen, Grußbilder, Glückwunschkarten, Montagen waren Kundenwünsche. Der Weg über den Scan, wie es zu analogen Zeiten üblich war, wurde mir zu mühsam. Speziell bei Kleinbildaufnahmen bietet diese Technik Vorteile. Das zur digitalen Technik qualitativ adäquate Mittelformat war diesbezüglich zu langsam.

Wie gestaltet sich die digitale Studiofotografie?

Die Belichtungskontrolle erfolgt nun nicht mehr über den Belichtungsmesser, sondern via Histogramm, das die Kamera anzeigt. Ansonsten hat sich die Stückzahl der Aufnahmen erhöht, weil ohne Mehrkosten die Foto-Anzahl höher ausfallen kann. Der Kunde hat eine größere Auswahl und dadurch ist auch der Umsatz größer. Danach werden die Bilder sortiert und grob korrigiert. Es gibt dann 1-2 Bearbeitungsvorschläge, die dem Kunden beim Ausschauen präsentiert werden. Anschließend sucht sich der Kunde am Bildschirm die Bilder aus. Nach einer Diashow trifft er seine Entscheidung. Die Wartezeit für die Entwicklung der Bilder beträgt rund eine Woche. Technisch möglich wäre aber am nächsten Tag.

Welche Vor- und Nachteile haben Ihrer Meinung nach die analoge und digitale Spiegelreflextechnik?

Die Vorteile bei analog ist, dass der Workflow schnell und unproblematisch ist. Die kamerainterne Belichtungsmessung arbeitet im Normalfall zuverlässig. Das Material ist von der Belichtung her sehr gutmütig, der Spielraum im Lichter- und Schattenbereich ist größer. Man hat auch von den Farben her bereits ohne Nachbearbeitung sehr gute Ergebnisse. Die Funktionsweise von analog ist simpel: Der Film wird eingelegt, belichtet und entwickelt. Der Nachteil ist, dass keine sofortige Kontrolle möglich ist. Speziell Innenraumaufnahmen gestalteten sich wegen der teilweise schwierigen Lichtbedingungen wesentlich komplexer, da die Kontrolle fehlte. Die laufenden Materialkosten sind ebenfalls als Nachteil zu nennen.

Vorteil bei analog ist, dass man keine Stromprobleme hatte. Die Energieversorgung bezog sich nur auf den Verschluss- und Zugmechanismus der Kamera.

Vorteil von digital ist die sofortige Bildkontrolle. Es gibt keine laufenden Film-Materialkosten. Bei schwierigen Lichtbedingungen ist eine

sofortige Kontrolle möglich. Ein Nachteil ist, dass man in den Lichterbereichen aufpassen muss. Das war stets ein kritischer Punkt. Vor allem, wenn das Gesicht nicht in Ordnung ist. Es ist mehr Zeitaufwand bei der Auswertung der Bilder notwendig. Da wir vorwiegend mit RAW arbeiten, bekommt man ein besseres Resultat als früher, allerdings mit mehr Aufwand.

Welche der beiden Techniken gestaltet sich zeitintensiver?

Digital. Weil ein gewisses Maß an Nachbearbeitung notwendig ist. Der Kunde hat den Vorteil, die Bilder vorab am großen Monitor sehen zu können. Für uns ist der Aufwand jener, dass vorab zunächst grobe Korrekturen vorgenommen werden, nach der Auswahl des Kunden der Feinschliff notwendig wird. Diesen Schritt gab es zu analogen Zeiten nicht. Da wurde eine Retusche an kleinen Bildern nicht vorgenommen. Zusätzlich sind die Ansprüche der Kunden gestiegen.

Mit welchen Erst- und Folgekosten sind die beiden Techniken verbunden?

Bei analog wurden zunächst die Kamerabodys und Objektive gekauft. Auf den heutigen Wert gelegt würde das rund 6000 Euro bedeuten. Die Folgekosten waren natürlich der laufende Film. Die Filmkosten mit Entwicklung und Kontaktabzüge lagen bei 7 Euro. Bei Mittelformat betragen die Kosten pro Foto, rein vom Material 70 Cent, da ein Mittelformatfilm 10 Bilder aufnehmen kann.

Die Anschaffungskosten lagen für die Kamera bei 2600 Euro. Die Objektive wurden teilweise neu angeschafft. In Summe kamen 3500 Euro zusammen. Dazu kam Software, Akku, Speicherkarten, Kartenleser, Computer. Die Verwendungsdauer der digitalen Kameras ist ge-

ringer, da die Entwicklung immer weiter voranschreitet. Bei digital wechsele ich die Kamera rund alle fünf Jahre. Rein von den Bildkosten her ist digital etwas billiger (rund 20 Cent pro Foto günstiger).

Verlangt die digitale Fotografie nach einer stärkeren Nachbearbeitung am Computer?

Definitiv, denn ohne wären keine Korrekturen beziehungsweise Spezialwünsche des Kunden möglich.

Wie hat sich die Archivierungsarbeit durch die digitalen Fotos verändert?

Die Fotoarchivierung war früher einfacher, weil man davon ausgehen konnte, dass das Negativ lange halten wird. Sie wurden nach Datum und Kundennamen geschichtet. Dann wurde das Ganze in Kartons gelagert. Ohne große Probleme konnten die Negative schnell gefunden werden. Die Sorge vor Datenverlust war daher sehr gering. Digital ist das ein größeres Problem. Wir halten die Aufträge rund ein Jahr auf der Festplatte. Wir verschieben nach dieser Zeit nur noch die fertig bearbeiteten Fotos auf CDs. Wir haben zusätzlich das Inhaltsverzeichnis aller CDs extra gesichert um nach Kunden und Datum zu suchen.

Anhang C: Filmliste

In der folgenden Übersicht sind jene analogen Negativ- und Positivfilme aufgelistet, die während der Testszenarien verwendet wurden.

- **Situation 1 (Portrait, Tageslichtfilme):**
 - Fujifilm NPS 160 S: Farbnegativ, Tageslicht (ISO 160)
 - Fujifilm Velvia 100: Diapositiv, Tageslicht (ISO 100)
- **Situation 2 (Sportaufnahme, Tageslichtfilme):**
 - Fujifilm NPH 400: Farbnegativ, Tageslicht (ISO 400)
 - Fujifilm Provia 400F: Diapositiv, Tageslicht (ISO 400)
- **Situation 3 (Landschaftsaufnahme, Tageslichtfilme):**
 - Fujifilm Reala 100: Farbnegativ, Tageslicht (ISO 100)
 - Fujifilm Velvia 100: Diapositiv, Tageslicht (ISO 100)
- **Situation 4 (Konzertaufnahme, Tageslichtfilme):**
 - Fujifilm X-tra 800: Farbnegativ, Tageslicht (ISO 800)
 - Fujifilm Provia 400F: Diapositiv, Tageslicht (ISO 400), Push auf 800
- **Situation 5 (Studioaufnahme, Tageslichtfilme):**
 - Fujifilm Reala 100: Farbnegativ, Tageslicht (ISO 100)
 - Fujifilm Velvia 100: Diapositiv, Tageslicht (ISO 100)
- **Situation 5 (Studioaufnahme, Kunstlichtfilme):**
 - Kodak Portra 100T: Farbnegativ, Kunstlicht (ISO 100)
 - Kodak EPY Ektachrome 64 T: Diapositiv, Kunstlicht (ISO 64)

Anhang D: Testergebnisse

Unbearbeitetes Material

Situation 1 - Porträt, Freiluft					
Medium	Farbliche Anmutung	Rauschen/Körnung	Bildqualität	Schatten	Lichter
Negativ-Film	harmonische Farb-anmutung, geringe Sättigung	leichte Körnung, gut sichtbar in Schattenbereichen	gute Kontrastunterscheidung zwischen Regenbogenhaut und Iris, ansonsten weiche Darstellung	viele Informationen, teilweise einzelne Haare zu erahnen	gute Farbübergänge und Struktur erkennbar
Positiv-Film	kräftige Farben, realistischste Anmutung	sehr leichte Körnung, kaum sichtbar	weiche Darstellung	keine Informationen, einheitliche dunkle Fläche	nahezu keine Informationen
RAW-Format	große Helligkeitsunterschiede, neutrale Farben	rauschfrei	scharfe Kanten und Strukturen, feine Details gut sichtbar	viele Informationen, feinere Struktur	nahezu keine Informationen
jpg-Format	große Helligkeitsunterschiede, neutrale Farben, zu hell	rauschfrei	scharfe Kanten und Strukturen, feine Details gut sichtbar	Bild ist zu dunkel, daher ist nur eine Erahnung der Haare möglich	nahezu keine Informationen

Situation 2 - Sportaufnahme, Freiluft					
Medium	Farbliche Anmutung	Rauschen/Körnung	Bildqualität	Schatten	Lichter

Negativ-Film	übersättigte Grün-Flächen, gute Hautfarbenwiedergabe	starke Körnung im gesamten Bildbereich, in dunklen Bereichen etwas störend	viele Details	gute Zeichnung im Bereich des dunklen Trikots	leichter Verlauf, der Details zeigt
Positiv-Film	gesättigte Farben, Bild ist zu dunkel	starke Körnung, allerdings in Schattenbereichen kaum zu sehen	extrem weiche Zeichnung, teilweise gleichartige Flächen nicht zu unterscheiden	kaum Details durch zu weiche Darstellung	sehr schwacher Verlauf, allerdings deutlicher wahrzunehmen, als bei den digitalen Formaten
RAW-Format	Grün-Töne sehr realistisch, gute Hautfarbenwiedergabe	sehr leichtes Rauschen im Hintergrund, kaum zu erkennen	weiche Abbildung, wenig Details im Hautbereich	durchschnittliche Details im Trikotbereich	wenige Helligkeitsabstufungen
jpg-Format	farblich flauer als RAW	sehr leichtes Rauschen im Hintergrund, kaum zu erkennen	weiche Abbildung, wenig Details im Hautbereich	durchschnittliche Details im Trikotbereich	wenige Helligkeitsabstufungen

Situation 3 - Landschaftsaufnahme, Freiluft

Medium	Farbliche Anmutung	Rauschen/Körnung	Bildqualität	Schatten	Lichter
Negativ-Film	unnatürliche Darstellung der Grün-Töne	leichte Körnung, zu sehen vor allem in Lichter-Bereichen, wirkt nicht störend	gute Auflösung der Details	wenige Informationen, schlechtes Ergebnis	gute Zeichnung im Lichter Bereich, jedoch nicht so deutlich wie RAW-Format
Positiv-Film	kräftige Farben, gesättigte Darstellung	sehr leichte Körnung, kaum zu sehen	durch weiche Zeichnung wenige Details	beinahe keine Informationen, verstärkt durch weiche Zeichnung	weiche Darstellung, besser als jpg-Format, jedoch schlechter als Negativ

RAW-Format	neutrale aber harmonische Farbwiedergabe	rauschfrei	höchste Auflösung der Details	gute Zeichnung im dunklen Bildbereich, viele Informationen abgebildet	sehr gute Darstellung, scharfkantige Abgrenzung verschiedener Flächen
jpg-Format	helle Farben des Himmels werden nicht stark genug differenziert	rauschfrei	höchste Auflösung der Details	gute Zeichnung im dunklen Bildbereich, viele Informationen abgebildet	da das Bild zu hell abgebildet wurde, sind wenige Verläufe zu sehen

Situation 4 - Konzertaufnahme, Freiluft

Medium	Farbliche Anmutung	Rauschen/Körnung	Bildqualität	Schatten	Lichter
Negativ-Film	neutrale Farbdarstellung	sehr starke Farbkörnung, die dem Bild Charakter verleiht	trotz starken Rauschens werden Kanten sehr gut abgebildet	leichte Strukturen zu erahnen	wesentlich mehr Zeichnung als das Positiv, ist im Stirnbereich zu sehen
Positiv-Film	starke Sättigung der Farben	Film wurde auf ISO 800 gepusht und wartet mit eher geringerer Körnung auf	geringer Informationsgehalt durch weiche Zeichnung	keine Informationen	Flächen mit ähnlicher Farbe verschmelzen, schlechte Darstellung der Haut
RAW-Format	gesättigte Farben	leichtes Rauschen beim Rand des Licht-Spots	wie beim Negativ hervorragende Abbildung der Details	gute Zeichnung, Details sind zu erkennen	gute Abstufung der Farbtöne, kaum Verschmelzungen ähnlicher Flächen
jpg-Format	kältere Darstellung des Gesichtes durch andere Farbtemperatur	leichtes Rauschen beim Rand des Licht-Spots	wie beim Negativ hervorragende Abbildung der Details	gute Zeichnung, im Vergleich zu RAW sind die Details etwas schlechter zu sehen	im Bereich der Wangen etwas schlechter als RAW, ansonsten sehr gutes Ergebnis

Situation 5 - Porträt, Studioaufnahme (Tageslicht)					
Medium	Farbliche Anmutung	Rauschen/Körnung	Bildqualität	Schatten	Lichter
Negativ-Film	neutrale Darstellung, eher geringe Farbsättigung, beste Darstellung der Haare	sehr leichte und kaum sichtbare Körnung	im Vergleich zu digital weniger Informationen, jedoch dem Positiv deutlich überlegen	gute Zeichnung, die Haare sind klar zu erkennen	Reflexionsfläche größer als bei digital, allerdings im Bereich der Toleranz
Positiv-Film	sehr realistische Wiedergabe der Hauttöne, leichte Rötung im Gesicht	kaum sichtbare Körnung, schwächer als beim Negativ	weiche Darstellung und daher am wenigsten Informationen	beinahe einheitlich schwarze Fläche, zu wenig Informationen	Reflexionsfläche größer als bei digital, allerdings im Bereich der Toleranz
RAW-Format	durch höhere Farbtemperatur als jpg wärmere Farbanmutung	rauschfrei	hoher Informationsgehalt, feine Details sind gut zu erkennen	sehr guter Informationsgehalt, bestes Ergebnis	Verlauf der Reflexion zum Rand der Perle hin ist zu erkennen
jpg-Format	minimal kältere Darstellung als RAW-Format, neutrale Farbdarstellung	rauschfrei	hoher Informationsgehalt, feine Details sind gut zu erkennen	sehr guter Informationsgehalt, bestes Ergebnis	Verlauf der Reflexion zum Rand der Perle hin ist zu erkennen

Situation 5 - Porträt, Studioaufnahme (Kunstlicht)					
Medium	Farbliche Anmutung	Rauschen/Körnung	Bildqualität	Schatten	Lichter
Negativ-Film	neutrale Darstellung, ähnelt dem RAW	deutliche Körnung, allerdings im Vergleich zum Positiv nicht ISO 64 sondern ISO 100	sehr gute Detailabbildung wie die Lachfalten im Augenbereich	gute Auflösung, kaum einheitlich schwarze Farbflächen	kein Lichterbereich im Bild

Positiv-Film	wirkt wärmer als Negativ und RAW, ist an den Haaren zu sehen	leichte Körnung, für ISO 64 allerdings zu hoch	zeichnet weicher als das Negativ, daher geringere Details	wesentlich mehr Informationen als das Tageslicht-Positiv, Details sind zu erraten	kein Lichterbereich im Bild
RAW-Format	neutrale Darstellung	rauschfrei	bestes Ergebnis, schöne Detailauflösung	keine Schattenpartie, da die Information hoch genug aufgelöst wird	kein Lichterbereich im Bild

Bearbeitetes Material

Situation 1 - Porträt, Freiluft					
Medium	Farbliche Anmutung	Rauschen/Körnung	Bildqualität	Schatten	Lichter
Negativ-Film	starke farbliche Sättigung, natürliches Ergebnis	leichte Strukturen im Bereich der Haare	durch das Entrauschen gingen Details verloren, natürliche Schärfe	Details sind gut zu sehen, etwas bessere Auflösung als RAW-Format	sehr gute Darstellung, Lichterbereiche stellen kein Problem dar
Positiv-Film	Lippen und Hauttöne wirken sehr realistisch	keine Körnung	keinen Unterschied zum unbearbeiteten Bild, weiterhin weichste Darstellung aller vier Formate	keine Zeichnung im Haarbereich	guter Farbverlauf, Informationen werden zum größten Teile realistisch wiedergegeben
RAW-Format	gute Farbdarstellung	rauschfrei	sehr viele Details, keine Schwächen	gute Auflösung der Details, zufrieden stellendes Ergebnis	etwas bessere farbliche Abstufung als jpg-Bild

jpg-Format	gute Farbdarstellung, Informationen im Lichterbereich nicht vorhanden	rauschfrei	viele Details, kann aber nicht mit RAW mithalten, ist zu sehen im Bereich der Wangen	keine Zeichnung im Haarbereich	keine Zeichnung, ähnliche Flächen verschwimmen zu einer Farbe
------------	---	------------	--	--------------------------------	---

Situation 2 - Sportaufnahme, Freiluft

Medium	Farbliche Anmutung	Rauschen/Körnung	Bildqualität	Schatten	Lichter
Negativ-Film	natürliche Hautfarben, das Grün des Hintergrundes fällt zu intensiv aus	sehr schwache Körnung	weiche Kanten, Übergänge sind weicher	sehr gute Zeichnung im Bereich des dunklen Trikots	sehr gute Helligkeitsabstufungen, es gehen keine Bilddetails verloren
Positiv-Film	starke Farbsättigung, ist vor allem im Bereich der Pflanzen im Hintergrund zu sehen	sehr schwache Körnung	weiche Kanten, Übergänge sind weicher,	einheitliche schwarze Fläche ohne Details	Naht des Balles ist zu erkennen, etwas mehr Zeichnung als die digitalen Formate
RAW-Format	natürliche Farbdarstellung, egal ob Hauttöne oder Hintergrund	nahezu rauschfrei	sehr scharfe Darstellung, Details wie Schriftzug auf Brille sind gut zu erkennen	wenig Details zu erkennen	weiße Fläche des Balles ohne Helligkeitsabstufungen
jpg-Format	bewegt sich auf dem Niveau des RAW-Formats, ist farblich etwas kühler	nahezu rauschfrei	scharfe Darstellung, liegt vom Niveau hinter dem RAW-Format	wenig Details zu erkennen	weiße Fläche des Balles ohne Helligkeitsabstufungen

Situation 3 - Landschaftsaufnahme, Freiluft

Medium	Farbliche Anmutung	Rauschen/Körnung	Bildqualität	Schatten	Lichter
--------	--------------------	------------------	--------------	----------	---------

Negativ-Film	Grün-Anteil ist zu hoch, generell gesättigte Farben	leichte Struktur am Himmel zu erkennen	gute Qualität, die sich mit dem jpg-Bild vergleichen lässt	verliert zum linken Bildrand hin an Zeichnung	gute Zeichnung im Lichter-Bereich, jedoch wesentlicher weniger Details als beim RAW
Positiv-Film	starke Betonung der dunklen Bildbereiche, ähnliche farbliche Anmutung des Himmels wie beim jpg-Bild	keine Körnung	sehr weiche Zeichnung, wenige Details	kaum Zeichnung, Effekt wird durch weiche Darstellung verstärkt	zeichnet heller, neigt wie beim Negativ dazu ähnliche Farbflächen zu einer homogenen Fläche zu verschmelzen
RAW-Format	natürliche Zeichnung, optimale Darstellung der Situation	rauschfrei	extrem viele Details, sehr gute Schärfe, feine Strukturierung der Weinstöcke	ausreichend Informationen vorhanden, Details zu erkennen	viele Details, kaum Farbverschmelzungen, optimale Darstellung der Situation
jpg-Format	etwas gesättigtere Farben als beim RAW-Format	rauschfrei	gute Detailauflösung, allerdings deutlich hinter dem RAW-Bild	ausreichend Informationen vorhanden, Details zu erkennen	geringe Zeichnung, Strukturen der Wolken lassen sich teilweise nur erahnen

Situation 4 - Konzertaufnahme, Freiluft

Medium	Farbliche Anmutung	Rauschen/Körnung	Bildqualität	Schatten	Lichter
Negativ-Film	schwache Farbsättigung, eher emotionslose Darstellung	feine Strukturen bei blauem Spot zu erkennen	durch Entrauschen gehen Bilddetails verloren, die Schärfe der Kanten ist sehr gut	kaum Strukturen zu erkennen, Abstand zu digitalen Formaten wurde größer	Farbabstufungen im Farbraum des Spots, Stirnbereich der Sängerin verschmilzt zu einer Farbfläche

Positiv-Film	hat durch seine warmen Farben die beste Wirkung	keine Körnung	wirkt wie fehl fokussiert, zu weiche Darstellung	keine Zeichnung und daher auch keine Informationen	gute Darstellung des Farbsaumes um den Spot, neigt wie das Negativ zur Verschmelzung ähnlicher farbiger Flächen
RAW-Format	farblich korrekte Darstellung, geringere Sättigung als der Positiv-Film	rauschfrei	unnatürliche Schärfe, einige Bildstellen wirken überschärft	Strukturen sind deutlich zu sehen, gute Details, etwas bessere Abstufung als bei jpg	Farbsaum des Spots wird abgestuft dargestellt, gute Darstellung der Haut
jpg-Format	farblich korrekte Darstellung, geringere Sättigung als der Positiv-Film	rauschfrei	sehr gute Schärfe, Details sind gut zu erkennen, das beste Ergebnis aller Formate	Strukturen sind deutlich zu sehen, gute Details	gleichmäßiger Farbverlauf des Saumes rund um den Spot

Situation 5 - Porträt, Studioaufnahme (Tageslicht)

Medium	Farbliche Anmutung	Rauschen/Körnung	Bildqualität	Schatten	Lichter
Negativ-Film	wirkt durch die farblich natürlichere Darstellung der Haare am realistischsten	leichte Struktur im Bereich der Haare zu sehen	gute Details, kann mit dem jpg-Bild mithalten	hier ist das Entrauschen deutlich zu sehen, die Haardetails sind etwas weicher gezeichnet, weisen aber dennoch ein optimales Ergebnis auf	Reflexionsfläche größer als bei digital, Unterschied zu digital ist durch Nachbearbeitung größer geworden
Positiv-Film	gute Hauttöne, allerdings werden die Haare zu dunkel abgebildet	keine Körnung	weiche Darstellung, wirkt wie fehl fokussiert	einheitlich schwarze Fläche im Bereich des Scheitels	Reflexionsfläche größer als bei digital, sehr weiche Darstellung, wirkt sich negativ aus

RAW-Format	flaue Darstellung, eher verfälschte Haut- und Haardarstellung	rauschfrei	alle Informationen sind optimal abgebildet, keine Schwächen, sehr gute Schärfe	sehr gute Darstellung durch optimale Schärfe	Verlauf der Reflexion zum Rand der Perle hin ist zu erkennen, durch Schärfung optimales Ergebnis
jpg-Format	stellt die Haare leicht rötlich dar, eher verfälschte Haut- und Haardarstellung	rauschfrei	gutes Ergebnis, Details sind gut zu erkennen, hat im Gegensatz zum Negativ den Vorteil des geringeren Rauschens	gute Darstellung, im Bereich des Scheitels werden die Informationen geringer	Verlauf der Reflexion zum Rand der Perle hin ist zu erkennen

Situation 5 - Porträt, Studioaufnahme (Kunstlicht)

Medium	Farbliche Anmutung	Rauschen/Körnung	Bildqualität	Schatten	Lichter
Negativ-Film	gleichmäßige Ausleuchtung des Gesichtes, gute farbliche Darstellung	leichte, aber kaum sichtbare Körnung im Bereich des Halses	gute Darstellung, im Vergleich zum Tageslichtfilm allerdings etwas weicher	keine realen Schattenbereiche, allerdings sind die einzelnen Haare nicht so gut zu erkennen, wie beim RAW-Format	kein Lichterbereich im Bild
Positiv-Film	Bild wirkt flauer als Negativ und RAW	leichte Störungen im Bereich des Halses	Darstellung ist weich, jedoch besser als beim Tageslichtfilm	gute Zeichnung, jedoch durch das Entrauschen fehlt es an Detailinformationen	kein Lichterbereich im Bild
RAW-Format	die Darstellung der Farben ist beim RAW-Format optimal, die Haarfarbe wirkt natürlich	rauschfrei	ausgezeichnete Abbildung, alle Details sind zu erkennen, keine Schwäche	durch sehr detaillierte Auflösung gibt es keine realen Schattenbereiche	kein Lichterbereich im Bild