

**Fachbereich Medien**

Hamann, Simon

Digitale Kameras mit Vollformat- Sensor.

Technische Vor- und Nachteile im Produktionsprozess.

**- Bachelorarbeit -**

**Hochschule Mittweida – University of Applied Science (FH)**

**Fachbereich Medien**

Hamann, Simon

Digitale Kameras mit Vollformat- Sensor.

Technische Vor- und Nachteile im Produktionsprozess.

**- eingereicht als Bachelorarbeit -**  
**Hochschule Mittweida – University of Applied Science (FH)**

Vorgelegte Arbeit wurde eingereicht am:

**21.12.2009**

Erstprüfer	Zweitprüfer
<b>Prof. Rainer Zschockelt</b>	<b>Rika Fleck</b>

Berlin, 2009

## Inhaltsverzeichnis:

1	Vorwort.....	6
2	Die Kameras/ das Material .....	10
2.1	Kodak Vision 3 5207/7207 250D color.....	11
2.2	Die RED ONE .....	12
2.3	Die Arri D21.....	13
2.4	Die Sony F35 .....	14
2.5	Fazit der Betrachtung der Kameras und des Materials .....	16
3	Relevante Produktionsprozesse .....	17
3.1	Mögliche Stationen des Workflows:.....	21
3.1.1	Vision3 250D .....	21
3.1.2	RED ONE / D21 (in den RAW- Modi).....	23
3.1.3	D 21 (in den RGB- Modi) / F35 (Aufzeichnung auf HDcam SR Tape) .....	24
3.2	Fazit der Betrachtung der Workflows.....	25
4	Die Bildgewinnung.....	26
4.1	Der CCD- Sensor .....	26
4.1.1	Aufbau eines CCD- Sensors.....	27
4.1.2	Interline Transfer CCD.....	28
4.1.3	Frame Transfer CCD .....	29
4.1.4	Frame Interline Transfer CCD.....	29
4.1.5	Multiple Frame Interline Transfer CCD .....	29
4.1.6	Frontside Illuminated CCD.....	30
4.1.7	Backlite Illuminated CCD.....	30
4.1.8	Fazit der Betrachtung der CCD Sensorbauformen.....	30
4.2	Der CMOS Sensor .....	31
4.2.1	Aufbau eines CMOS- Sensors.....	31
4.2.2	Rolling- Shutter- Effekt.....	32
4.3	Unterschiede zwischen CCD- und CMOS- Sensoren .....	32
4.4	Fazit der Betrachtung von CCD- und CMOS Sensoren .....	33
4.5	Pixel und ihre Größe .....	33
4.6	Farbsensoren.....	34
4.6.1	3Chip Kameras.....	35
4.6.2	1Chip Streifenfilter .....	35
4.6.3	1Chip Bayerpattern (Mosaikfilter) .....	36
4.6.4	Interpolation.....	37
4.6.5	Fazit der Betrachtung der Sensoren .....	37

4.7	Kodak Vision 3 250D.....	38
5	Die Bilddateien .....	39
5.1	Digitales Negativ .....	40
5.1.1	Datenrate.....	41
5.1.2	Farbtiefe .....	42
5.2	Arri RAW .....	42
5.3	RED RAW .....	43
5.4	4:4:4 RGB .....	43
5.5	Bild Scan.....	43
6	Workflow relevante Überlegungen.....	44
6.1	Personell .....	45
6.2	Drehzeitraum.....	46
6.3	Lichtdepartment .....	46
6.4	Kostüm und Maske.....	47
6.5	Bühnenbild .....	47
6.6	Kosten.....	48
6.6.1	Verleiher .....	48
6.6.2	Kamera.....	48
6.6.3	Materialkosten .....	49
6.6.4	Postproduktion .....	50
6.7	Fazit der Betrachtung der Workflow relevanten Überlegungen.....	51
7	Handling im Produktionsalltag .....	52
7.1	Ausleihe beim Verleiher .....	53
7.2	Am SET.....	54
7.3	Die Kamera .....	55
7.4	Material .....	57
7.5	Zusätzliches Equipment .....	59
7.6	Fazit der Betrachtung des Handlings im Produktionsalltag.....	60
8	Spezialaufnahmen.....	60
8.1	Chromakey.....	62
8.2	Under-, Overcranking .....	62
9	Fazit .....	63
10	Wortklärungen .....	66
11	Quellen Verzeichnis.....	72
11.1	Firmenpublikationen.....	72
11.2	Fachzeitschriften .....	72

11.3	Bücher.....	72
11.4	Internetquellen .....	73
11.5	Verleiher.....	76
11.6	Relevante Filme .....	77
11.6.1	RED ONE .....	77
11.6.2	Sony F35 .....	78
11.6.3	Arri D21 .....	79
12	Selbstständigkeitserklärung.....	80

## 1 Vorwort

*„Ich erlebe heute immer mehr, dass alle vom Besteck reden und keiner vom Essen.“<sup>1</sup>*

- Christian Berger

Seit Jahren haben sich digital in der Kamera gespeicherte Bilder etabliert, die tagesaktuelle Berichterstattung baut seit 1993, mit der Einführung von DigiBeta von Sony, auf diese Form der Bildspeicherung<sup>2</sup>.

Der Hobbyfilmer muss seit 1996 nicht mehr auf VHS oder Hi8 zurückgreifen, auch ihm hat Sony ein digitales Aufzeichnungsformat in die Hand gegeben, miniDV<sup>3</sup>.

Nur Kameramänner/-frauen in professionellen, szenischen/dokumentarischen Produktionen wurde Jahre lang kein Arbeitsgerät angeboten, das dem Film ähnliche Arbeitsmethoden erlaubt.

Doch die „digitale Revolution“ erreicht in den letzten Jahren langsam die Sets. Nun hat der Kameramann/ die Kamerafrau eine Auswahl und die Kameras scheinen dem chemischen Film die Existenzberechtigung zu entziehen und ihn überflüssig machen zu wollen.

Ist das so?

Kann man ein digitales entstandenes Bild von einem fotochemisch aufgenommenen unterscheiden?

Es ist davon ausgehen, dass die Großzahl der Kino- und TV- Filme, die produziert werden, für die Postproduktion abgetastet/gescannt werden. Damit werden sie zu einem großen Teil ihres Entstehungsprozesses, in digitaler Form bearbeitet. Sofern sie nicht

---

<sup>1</sup> Berger, 2009 S.12

<sup>2</sup> Vgl. Bet.de, Digital Betacam

<sup>3</sup> Vgl. Useddlt.com / Magnetbandtechnik, siehe 1996

eine Kinoauswertung erfahren, werden sie auch nicht wieder den Weg zurück auf die Filmrolle finden, macht es da Sinn, die Bilder nicht digital entstehen zu lassen?

Meine ersten Erfahrungen mit bewegten Bildern habe ich mit einer riesengroßen VHS Kamera als 13-Jähriger gemacht, wenn man von den Aufnahmen meines Vaters aus meiner Kindheit absieht.

Als ich dann, ein paar Jahre später, das erste Mal eine kompakte miniDV Kamera in der Hand hielt und merkte wie einfach die Verarbeitung der Aufnahmen am Heimcomputer ist, war ich nicht mehr zu halten, Geschwister, Verwandte, unser Hund, alles musste herhalten und wurde dann in „künstlerisch wertvollen“ Filmen auf dem Computer aneinander gereiht.

Mit Beginn des Studiums kamen dann die „großen“ Kameras und mehr oder weniger auch das Wissen, wie man sie richtig bedient und einsetzt.

Schärfentiefe/Tiefenschärfe, Kontrastumfang, Zeichnung in den Highlights/Spitzen und im Schwarz, all das, was man so von der Leinwand kennt, will man als Student natürlich auch.

Und da ich mich zu einer digital aufgewachsenen Generation zähle und chemischer Film viel zu teuer ist, haben wir auf das, was jetzt bei den Verleihern in den Regalen steht, gewartet.

2006 begann ich mein Studium und langsam etablieren sich diese Kameras, von den Preisen kann man sie sich meist noch immer nicht leisten, aber kommt hin und wieder doch in den Genuss mit ihnen arbeiten zu können.

Diese zumeist als digitalen Kinokameras angepriesenen Kameras, gibt es von fast allen Kameraherstellern, auch das Traditionshaus Arri (Arnoldt & Richter) ist nicht daran vorbeigekommen, eine digitale Kamera in ihr Angebot aufzunehmen. Der amerikanische Konkurrent Panvision brachte seine digitale Kamera, die Genesis, in Zusammenarbeit mit Sony heraus.

Auch Newcomer der Branche, wie die Firma RED, versuchen auf dem Markt mitzumischen und das sogar mit zunehmend größerem Erfolg.

Sony und Panasonic schafften es, durch ihr Know How aus dem EB- Kamerabereich, in den prestigeträchtigen Markt der (digitalen-) Filmkameras einzusteigen.

Die Liste der Kämpfer für die „digitale Revolution“ ist lang und hat auch auf der Seite der Filmschaffenden prominente Unterstützer.

Doch ist der Markt für Kameras, die als digitale Kinokameras bezeichnet werden, praktisch nicht definiert, vor allem durch den Umstand, dass Kinofilme wie „Der freie Wille“ von Matthias Glasner<sup>4</sup>, „Dogville“ von Lars von Trier<sup>5</sup> und „Deutschland, ein Sommermärchen“ von Sönke Wortmann<sup>6</sup> auf Kameras gedreht wurden, die so nicht als Kinokamera von den Herstellern „gedacht“ waren.

Alle drei Filme wurden in Pal, NTSC oder HD Auflösung auf miniDV aufgenommen, was eigentlich kein professionelles Aufzeichnungsformat für das Kino ist<sup>7</sup>.

Deshalb grenze ich die Kameras, die in dieser Arbeit betrachtet werden nach folgenden Kriterien ab:

- Vollformat- Sensor ( min. 22mm(Breite)xmin. 12mm(Höhe)).
- Datenspeicherung in RAW oder 4:4:4 RGB (keine kamerainterne Bildbearbeitung).
- Verwenden üblicher Bildfrequenzen, also 24/25 Vollbilder pro Sekunde (fps).
- Verfügbarkeit in den Städten Berlin, Hamburg, Köln und München.

Es gibt eine Vielzahl von Kameras, die leider nicht alle Kriterien erfüllen.

Wenn alle Kameras, die irgendwie in dieses Feld fallen berücksichtigt würden, müssten wohl oder übel die Datenblätter aneinander geheftet werden, ohne auf sie eingehen zu können.

---

<sup>4</sup> Crew- united.com, der Freie Wille, technische Infos

<sup>5</sup> Cinematographers.nl, A. Dod Mantle

<sup>6</sup> Offizielle Homepage, Interview mit Sönke Wortmann

<sup>7</sup> Useddlt.com / Magnetbandtechnik, siehe 1996



Als Referenz für die Bilder dieser Kameras wird ein aktuelles Material von Kodak genutzt, Kodak Vision 3 250D.

Ich werde erst eine kurze Einführung in die Kameras und das Material geben und die messbaren Kriterien aufführen.

Grundlage dafür werden die von den Herstellern veröffentlichten Angaben sein.

Danach werde ich kurz auf Produktionsprozesse eingehen, die von der Digitalisierung betroffen sind und erläutern, was sich verändert hat und was gleich bleibt, um dann näher auf die Bildgewinnung und die Verschlüsselung einzugehen.

Weiterhin möchte ich auf den Workflow und auf die finanzielle Seite, sowie die Aspekte des Handlings der Kameras und der Daten im Produktionsalltag, eingehen.

Da man bei diesen Kameras im Prinzip ein all in One Paket in der Hand haben soll, werde ich auch den Punkt Spezialaufnahmen bearbeiten, um dann ein Fazit aus den gewonnenen Erkenntnissen zu ziehen.

## 2 Die Kameras/ das Material

Digitale Kameras unterscheiden sich in einem wesentlichen Punkt grundlegend von der Arbeitsweise mit chemischem Film. Digitale Kameras sind Kamera und Material in einem.

Entscheide ich mich mit einer digitalen Kamera zu drehen, so muss ich durch ausgiebige Tests herausfinden, ob sie für alle Einstellungen geeignet ist. Ist dies nicht der Fall, muss geplant werden, wie das gewünschte Material dann zu bekommen ist und ob es „kompatibel“ zum Rest ist.

Lege ich mir eine Filmkamera zu, so kann ich damit Material aus den 1950er Jahren belichten, genauso wie das neueste von Kodak oder Fuji Material.

Kaufe ich mir eine digitale Kamera, so bin ich auf einen technischen Entwicklungsstand festgelegt und muss drauf vertrauen, dass ich mit dieser Kamera eine gewisse Zeitlang Filme drehen kann, die die technischen Voraussetzungen (z.B. Auflösung) erfüllen.

Meine Filmkamera kann mechanisch modifiziert<sup>8</sup> (2-perf./3-perf.) werden und mit jedem Magazin kann ich ein „Update“ durchführen, in dem ich modernes Material einlege, gewissermaßen ist man mit einer Filmkamera zukunftssicher.

Zum Vergleich aufführen werde ich die Angaben der Hersteller. Hierbei werden der Kontrastumfang, Auflösung und Farbtiefe berücksichtigt.

Nicht nur das Material/die Kamera hat Einfluss auf Auflösungsvermögen und Kontrastumfang, sondern auch „vorgeschaltete“ Bestandteile des Aufnahmeapparates, wie Objektive und Filter (Vergütung: SD, HD, 2k, 4k) aber auch die Postproduktion und zuletzt der Projektor im Kino<sup>9</sup>. Um an die Obergrenze des Möglichen zu kommen, werden die unter „idealen“ Bedingungen entstandenen Angaben genutzt.

---

<sup>8</sup> M. A. Uhlig, S.31

<sup>9</sup> Kodak Vision3 250D Datenblatt, S.3

## 2.1 Kodak Vision 3 5207/7207 250D color

Ich habe mich für Kodak Vision 3 250D als Referenzmaterial entschieden, da Kodak zu den am meist genutzten Materialien gehört und Vision 3 250D eine der neusten Entwicklungen ist.

Vision 3 250D ist ein mittelempfindlicher Farbnegativfilm. 5207/7207 gibt an in welchen Formaten dieser Film vertrieben wird, in diesem Fall sowohl S16mm (7207) als auch 35mm (5207).



Vision 3 gibt an welche Entwicklungsstufe der Emulsion dabei verwendet wird, 250 gibt die Empfindlichkeit in ASA an und das D steht für die Sensibilisierung, im Falle D also für Daylight (5500K) <sup>10</sup>.

Kodak hat im Vergleich zum Vorgängermaterial (Vision2), für die Fotoindustrie entwickelte chemische Sensoren eingebracht, die weniger als ein Mikrometer( $\mu\text{m}$ ) groß sind. Dies führt zu weniger Rauschen in unterbelichteten Bildregionen, da sie eine gute Lichtabsorption bieten, außerdem resultiert daraus eine höher empfundene Schärfe<sup>11</sup>. Geht man vom Kodak Datenblatt aus, so hat man zwischen 3% Schwarz und 90% Weiß 5 Blenden Kontrastumfang, rechnet man Spitzlichter und Schatten, extrem Belichtungen dazu, geht Kodak davon aus, dass Vision 3 250D einen gesamt Kontrastumfang von 11 Blenden dem Kameramann/der Kamerafrau zur Verfügung stellt<sup>12</sup>. Wobei erwähnt werden soll, dass viele Menschen das zeichnungslose „Ausbrennen“ bei Filmmaterial als nicht unangenehm oder unnatürlich empfinden<sup>13</sup>.

Um Highspeed- Aufnahmen durchzuführen sind eine entsprechende Kamera und geeignete Objektive zu verwenden. Es würde wahrscheinlich empfindlicheres Material verwendet werden, um weniger Aufwand beim Lichtaufbau zu haben. Es ist aber durchaus möglich mit 250 ASA Material Zeitlupen zu drehen.

<sup>10</sup> Kodak Vision3 250D Datenblatt, S.3

<sup>11</sup> Kodak Vision3 250D Datenblatt, S.1

<sup>12</sup> Kodak Vision3 250D Datenblatt, S.2

<sup>13</sup> Dunker, S.26

## 2.2 Die RED ONE

Die Firma RED hat eine der spannendsten Firmengeschichten von Kameraherstellern in den letzten Jahren. Sie wurde vom ehemaligen Brillenfabrikanten Jim Jannard 2005 gegründet. Im Juli 2007 wird die erste in Serie produzierte Kamera, die Möglichkeiten bietet, an die keine andere digitale Kamera auf dem Markt heran kommt, ausgeliefert<sup>14</sup>.



Schaut man in das Angebot der Verleiher, so findet man die RED ONE bei so gut wie jedem. Auch kleinere Verleiher, die eher auf semiprofessionelle Technik setzen haben die Kamera in ihrem Angebot, da sie aufgrund ihres geringen Anschaffungspreis und damit niedrigerem Verleihpreises, auch für deren Kundschaft interessant ist.

Dieser geringe Anschaffungspreis führt auch dazu, dass viele Kameras privat gekauft werden und vom Besitzer den Produktionen zur Verfügung gestellt werden (meist vom Kameramann/ Kamerafrau).

Die Kamera ist eine ein Chip Kamera, die mit einem CMOS Sensor mit Bayerpattern ausgestattet ist (siehe Kapitel 4). Sie kann Aufnahmen in 4k (16:9, 2:1 und Anamorphic 2:1), 3k (16:9, 2:1 und Anamorphic 2:1), 2k (16:9, 2:1 und Anamorphic 2:1) Auflösung machen.

4k entspricht dabei einer Ausnutzung der gesamten Sensorfläche(4520(h) x 2540(v), also S35mm (24,4mm x 14mm). 2k entspricht S16mm, 3k liegt dazwischen. Die native Sensorgröße ist 2:1. Der Sensor wird progressiv ausgelesen, allerdings wie bei CMOS Sensoren üblich, nicht zeitgleich, wodurch der „Rolling- Shutter- Effekt“ auftreten kann.

---

<sup>14</sup> Spiegel, online

Die RED ONE bietet 3 Codecs zur Speicherung der Daten, REDcode 28, 36, 42 (42 ist eine Testversion- Build v21.0.2, nur in 4,5k Anamorphic 2:1, 4900(h) x 2580(v)) die jeweils in 28/36/42 MegaBytes pro Sekunde Daten in komprimierter Form speichern. Mit 4k Auflösung ist es möglich bis zu 30 Bilder in der Sekunde (fps) aufzunehmen, bei 3k sind es maximal 60 fps und in 2k 120 fps, jedoch mindestens 1 fps. Der Kontrastumfang wird vom Hersteller mit >66dB angegeben, was ca. 11 1/3 Blenden entspricht. Die Bilder werden mit 12Bit Farbtiefe in .r3d Daten auf CompactFlash Karten, einem Flashlaufwerk (RED- Ram) oder einer Festplatte (RED- Raid) gespeichert.<sup>15</sup>

### 2.3 Die Arri D21

Die Firm Arnold & Richter mit Sitz in München ist weltweit bekannt für ihre Filmkameras (16mm, 35mm, 70mm), Filmlampen, Filmbelichter und Kamerazubehör. Arri ist nicht nur Produzent, sondern betreibt auch den Verleih von Filmequipment in Europa und den USA.



2003 brachte man die erste digitale Kamera auf den Markt, die D20.

2008 folgte die D21.

Auch bei dieser Kamera handelt es sich um eine ein Chip CMOS Kamera mit Bayer-pattern in 35mm Größe (23,760mm x 17,82mm), allerdings im Format 4:3 (1:1,33). Die Auflösung des Sensors beträgt 3k (2880(h)x2160(v)). Zur Speicherung stehen zwei Arri RAW Modi (Data Mode/4:3 und 16:9), die direkt die Daten des Sensors unkomprimiert speichern können. Weiterhin gibt es 2 RGB Modi, die in FullHD (1920(h)x

---

<sup>15</sup> Vgl. red.com, cameras

1080(v)) Auflösung die Bilder speichern(HD 4:4:4/16:9 und HD 4:2:2/16:9). Die D21 bietet einen anamorphen Modus der „Mscope“ (HD 4:2:2/4:3) genannt wird.

Auch hier lassen die verschiedenen Modi unterschiedliche Bildraten zu.

Data Mode 4:3 1- 25 fps, Data Mode 16:9 1- 30 fps, HD 4:4:4/16 :9 1-30, HD 4:2:2/4:3 1-60 fps, Mscope (HD 4:2:2/4:3) 1-25.

Die Kamera hat einen Kontrastumfang, der mit mehr als 10 Blendenstufen angegeben wird und auch die D21 zeichnet mit 12bit Farbtiefe in den Data Modi auf. In den RGB Modi lediglich mit 10bit.

Für die Speicherung der Bilder stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Die Kamera kann alle Daten, bis auf die Data Modi und Mscope, über einen ihrer HD- SDI Ausgänge an einen Rekorder abgeben, für Mscope und die Data Modi benötigt sie 2 HD- SDI Verbindungen, für die Speicherung stehen folgende Rekorder zur Verfügung. Sony SWR 1 (HDCam SR)- RGB Modi und Mscope, s.two DFR2KAR- alle Modi, Codex- alle Modi, Keisoku Giken- alle Modi, AJA Ki Pro- nur RGB Modi.<sup>16</sup>

Im Gegensatz zu den Kameras von RED und Sony, besitzt die D21 einen optischen Sucher, was von vielen Kameraleuten, vor allem aus dem Kinobereich, als deutliches Plus gesehen wird.

## 2.4 Die Sony F35

Sony kann auf jahrelange Erfahrungen in der Entwicklung und Produktion von digitalen Kameras zurückgreifen.

Formate wie DigiBeta und DVcam wurden von Sony entwickelt und etablierten sich schnell als Marktführer in Ihrem Anwenderbereich.<sup>17</sup>



<sup>16</sup> Vgl. arri.de / arridigital.com

<sup>17</sup> Useddit.com / Magnetbandtechnik

Mit dem Vorstellen des HDcam Formates im Jahre 1999 und 2003 HDcam SR versucht Sony den Spiel- und Werbefilmmarkt zu erobern.

Sony entwickelte seine Kameras stetig weiter, von der noch sehr stark an eine EB-Kamera erinnernden HDW 750P (HDCam), über die vielfach in Spielfilm- und Serienproduktionen eingesetzte HDW F900, bis sie die F23 (erstmalig mit Aufzeichnung im HDcam SR Format, 2/3" Sensor) 2007 vorstellten.

Den Sprung in die Königsklasse macht Sony ein Jahr später, mit der F35.

Im Gegensatz zu RED und Arri setzt Sony auf einen Vollformat CCD Sensor im 16:9 Format (1:1.78) mit 14bit Farbtiefe, der progressiv oder interlaced ausgelesen werden kann.

Sony gibt die Empfindlichkeit bei 23,98fps mit 340 ASA an. Auf der Sony Homepage wirbt man mit der Aussage einen Dynamikbereich von „ca. 14 Blendenstufen<sup>18</sup>“ zu erreichen.

Die ausgegebene Auflösung ist 1920(h)x1080(v), die von, sofern Sony sich bei der Angabe der Technische Daten an mathematische Grundsätze hält, einem 12.441.600 Pixel Sensor errechnet wird (1920x3x2160). Es handelt sich bei diesem Sensor um einen mit Streifenfilter versehenen Chip, der nicht interpoliert. Zwei rote (rot gefilterte), zwei grüne (grün gefilterte) und zwei blaue (blau gefilterte) Pixel sind die Grundlage zur Errechnung eines Pixels des Farbbildes, diese Technik lässt es nicht zu, ein 4K Bild zu errechnen, obwohl der Sensor eine höhere Pixelanzahl hat, als der RED ONE Sensor. Sony empfiehlt die R:G:B (4:4:4 oder 4:2:2) Aufzeichnung der Bilder auf dem SWR 1 Rekorder, der es zulässt Bildraten von 1 – 50 Bilder in der Sekunde zu drehen (progressiv, interlaced 1- 60fps), sofern die entsprechenden Hardware Karten vorhanden und installiert sind.

Die Daten werden über ein Glasfaserkabel oder zwei HD-SDI Kabel an den Rekorder übermittelt.

Der Rekorder ist aber auch in zwei möglichen Setups an die Kamera anzubringen.

---

<sup>18</sup> Vgl. [sony.de/biz](http://sony.de/biz), Hauptvorteile für Anwender

Es besteht die Möglichkeit Bilder über Geräte von Fremdanbietern aufzuzeichnen, zum Beispiel mit dem Codex System<sup>19</sup>, Sony macht dazu allerdings keine offiziellen Aussagen.<sup>20</sup>

## **2.5 Fazit der Betrachtung der Kameras und des Materials**

Um sich für eine der Kameras oder Vision3 250D zu entscheiden, sind die grundlegenden technischen Eigenschaften aufgezählt.

Mit dem Filmmaterial ist die Möglichkeit gegeben z.B. für Steadicam-, Kranaufnahmen ein anderes Kameramodell zu nutzen. Sogar der Wechsel in ein anderes Filmformat (70mm oder 16mm) stellt ein kleineres Problem da, als der Wechsel von digital zu chemischem Film<sup>21</sup>, da derselbe chemische Film meist in verschiedenen Filmformaten vertrieben wird.

Entscheide ich mich für eine digitale Kamera und kann Einstellungen nicht mit ihr drehen, muss das Rigging geändert oder eine andere Kamera genutzt werden<sup>22</sup>.

Das Auflösungsvermögen, des chemischen Filmmaterials, ist den digitalen Kameras noch voraus, was lediglich für einen Negativschnitt oder nachträglichem Framing in der Postproduktion genutzt werden kann (ausgehend vom 2k/4k Scan und 2k/4k Ausbeleuchtung). Ähnliche Möglichkeiten bietet nur die RED ONE mit ihrem 4k Modus und die D21 mit den Data Modi in 3k. Bei der F35 und in den Arri RGB Modi müssen Pixel aufgeblasen werden, wenn ein nachträgliches Framing in der Postproduktion stattfindet.

Der Kontrastumfang befindet sich bei den digitalen Kameras auf einem ähnlich hohen Niveau, wie bei Kodak Vision3, sofern das nötige Können im Colorgrading vorhanden ist.

Die Verwendbarkeit von PL- Objektiven und anderem Equipment ist bei allen Kameras ohne Abstriche gegeben.

---

<sup>19</sup> Vgl. Red Tails 2009

<sup>20</sup> Vgl. Datenblatt F35/ sony.de,

<sup>21</sup> Vgl. The International, 2007

<sup>22</sup> Vgl. Film&TV Kameramann, 08/2009, S.10



Die umfanglichsten Arbeitsmöglichkeiten, bezogen auf fps und Postproduktionsmöglichkeiten, bietet die RED ONE im Vergleich zum chemischen Film, wobei sie das nur durch Verlust von Datenrate und Auflösungsvermögen schafft. Aber mit ihr wird die Möglichkeit geboten im selben Codec zu arbeiten (120fps, REDcode28, 2k).

### **3 Relevante Produktionsprozesse**

Als relevante Produktionsprozesse sehe ich 4 Stationen.

- Den Dreh (auf den ich unter Punkt 7 im Speziellen eingehen werde)
- Die Postproduktion
- Die Archivierung
- Die Auswertung

Im Gegensatz zum fotochemischen Film und anderen etablierten Aufzeichnungsmedien stecken die Erfahrungen im Umgang mit RAW- Daten, wie sie von der RED ONE und der D21 produziert werden, noch weitestgehend in den Kinderschuhen. Jede Produktion ist gut beraten, sich den Workflow vorher gut zu überlegen und ihn vor dem eigentlichen Drehbeginn durchzuprobieren<sup>23</sup>.

Dafür muss man natürlich die verschiedenen Abläufe kennen.

- Was drehen wir (Dokumentarfilm, Szenische Produktion), wie viel Material werden wir ungefähr drehen?
- Welches System wird im Schnitt verwendet, wie wird in den Schnitt gegangen, parallel oder im Anschluss.
- Worauf wollen wir hinaus, digitale Projektion 2K, 4K, Blue Ray, DVD, Ausbelichtung auf Film, alles?

---

<sup>23</sup> Vgl. Film&TV Kameramann, 08/2009 S.12 ff, 10/2009 S.14 ff

In den letzten Jahren ist das Schreckgespenst der Digitalisierung auch durch die Kinos gegeistert und stieß, vor allem auf Seiten der Kinobetreiber, auf wenig Gegenliebe, da diese Neuerung mit großen Investitionen, wie neuen Projektoren usw. verbunden ist. Mittlerweile ist der DCI Standard weltweit etabliert und auch in vielen Kinos umgesetzt. Da es sich auch hier um etwas Neues handelt, ist der Umgang noch relativ unbekannt und Pionierarbeit<sup>24</sup>.

Auch die Archivierung des fertigen Filmes ist nicht umfassend geklärt. So haben die letzten Jahre immer wieder gezeigt, dass sich in der Digitalisierung kaum zukunftssichere Archivierungsformen herauskristallisieren, die bezahlbar sind.

Eine ausbelichtete Filmkopie ist jederzeit duplizierbar und hat eine Lebensdauer von mindestens 50 Jahren, aber sie verliert mit jeder Wiedergabe und jedem Kopiervorgang an Qualität.

Ob ein Computer in 20 Jahren noch die Schnittstellen hat, an die das digitale Speichermedium angeschlossen werden kann, auf dem ein Film in diesem Jahr gespeichert worden ist, steht in den Sternen.

Einer Studie der Academy of Motion Pictures and Arts nach, gibt es Beispiele in denen digitale Formate schon nach 18 Monate nicht mehr zugänglich waren. Weiterhin kommt diese Studie zu dem Ergebnis, dass die Lagerkosten für ein 4K Master ca. 12.514\$ im Jahr betragen, die für einen ausbelichteten Film, derselben Länge dagegen nur 1.059\$<sup>25/26</sup>.

Dreht man auf chemischem Film, sind Stationen wie Kopierwerk (Entwicklung (Negativ/Positiv), Ziehen der Arbeitskopien /Dailies / Digitalisierung, Lichtbestimmung, Colorgrading, Ausbelichtung, Ziehen der Nullkopie, digitales Master und restlicher Kopien), Schnittraum (ob Hartschnitt oder digital) unumgänglich.

Zwar kann theoretisch auch mit einer Schere und Tesafilm oder dem PC zu Hause gearbeitet werden, doch hat sich nicht umsonst über Jahrzehnte für die verschiedenen

---

<sup>24</sup> Vgl. P. Dinges, ffa.de

<sup>25</sup> Oscars.org, the Digital Dilemma

<sup>26</sup> Heise.de

Arbeitsweisen (Schnittsysteme, digital oder nicht, etc) ein Workflow etabliert, der funktioniert und bekannt ist.

Der RGB- Farbraum wird in allen selbst leuchtenden Farbsystemen verwandt und ist für PAL, SECAM, NTSC und HDV die Grundlage zur Farbdarstellung.<sup>27</sup>

Sony und Arri bieten die Möglichkeit auf dem Weg des RGB Signals zu bleiben und damit innerhalb eines funktionierenden Workflows.

Die Daten der F35 und der D21 (Mscope, HD 4:4:4 und 4:2:2) unterscheiden sich lediglich durch eine höhere Auflösung und größere Farbtiefe, aber beruhen grundsätzlich auf demselben Workflow wie DigiBeta und miniDV und machen so weniger „Probleme“ in der Verarbeitung<sup>28</sup>.

RAW- Daten sind die „direkt“ vom Sensor kommenden Daten, sie müssen interpoliert (entwickelt) werden, damit jedem Pixel eine Farbigkeit zugewiesen werden kann.

Das „entwickeln“ des Bildes ist bewusst in die Postproduktion verlegt worden, da man davon ausgeht, mehr Rechenkapazität und Zeit in dieser Phase zur Verfügung zu haben.

RAW- Daten entstehen nach einer anderen Farbmischung, auf die Schnitt- und Gradingssysteme erst vorbereitet werden müssen, um die Daten nativ (direkt) verarbeiten zu können.

Oder man geht den Schritt, seine RAW- Daten in einen Codec, mit dem das Schnittsystem kompatibel ist, umzurechnen, was meist den Verlust von Auflösung und Farbtiefe zur Folge hat. Auch kann man dann nicht mehr zurück zu den RAW- Daten, falls man doch etwas ändern möchte.

Diesen mit Verlust behafteten Workflow versucht man zu umgehen, in dem man einen Offline- Schnitt (mit herunter gerechneten umcodierten Daten) und einen anschließenden Online- Schnitt (Batchen/ die original Daten werden nach einer EDL zu einem verlustfreiem Master zusammengesetzt) macht<sup>29</sup>. Der dann gradet werden kann.

---

<sup>27</sup> Vgl. [movie-college.de](http://movie-college.de), digitales Kino

<sup>28</sup> Vgl. Datenblatt F35, [arridigital.com](http://arridigital.com)

<sup>29</sup> Vgl. [red.com](http://red.com), Workflow

Für diesen Workflow steht die Software weitestgehend bereit, ist allerdings immer auch noch mit dem Auftreten von Kinderkrankheiten versehen.

Die Firma RED stellt ein Plugin für Premiere Pro auf ihrer Homepage zum Download zur Verfügung, das direkt mit den .r3d Daten der RED ONE arbeiten kann.

Dass nur für Premiere dieser Codec existiert, ist eine firmenpolitische Entscheidung. Ab Mitte 2008 sollen die Codec Daten auch anderen Schnittsoftware Herstellern zur Verfügung stehen, um Plugins auf dem Markt zubringen, damit ihre Systeme ohne umzurechnen mit den .r3d Dateien arbeiten können<sup>30</sup>.

Da man, egal wie man den fertigen Film präsentieren will, auf ein RGB- Signal herauskommen muss, allerdings durch das Wandeln nicht mehr zurück kann, sollte der Schritt, wann die Umrechnung geschieht, gut überlegt sein.

Am meisten Sinn macht es, meiner Ansicht nach, sich vom Gradingssystem ein RGB Signal generieren zu lassen.

Für das Graden werden die RAW- Daten sehr exakt „entwickelt“ und die gewünschten Parameter (Helligkeit, Sättigung, Kontrast, etc), die man durch das RAW- Daten Format zu schützen versucht, in diesem Schritt festlegt.

Die riesigen Datenmengen (REDcode 36/4K/25fps- ca. 2GB pro Minute, 10mal soviel in entwickelter Form, ArriRaw ca. 10mal soviel) die anfallen, müssen berücksichtigt werden, ebenso wie die Hardware- Anforderungen, die der Schnitt des Materials erfordert.

Sofern auf Band aufgezeichnet wurde, muss natürlich auch die zusätzliche Hardware MAZ und das Archivieren der HDcam SR Tapes (ca. 50 € pro Tape)<sup>31</sup> berücksichtigt werden. Bei den RAW- Daten muss immer wieder der gesamte Datenträger gesichert werden und es wird meist von den Filmversicherern gefordert, die Daten in doppelt bis dreifacher Form zu speichern, was einen enormen Zeitaufwand (und damit meist eine zusätzliche Person am Set/ im Schnittraum) erfordert<sup>32</sup>.

---

<sup>30</sup> Vgl. red.com, arridigital.com

<sup>31</sup> Vgl. tapeandmedia.com

<sup>32</sup> Vgl. Film&TV Kameramann, 10/2009 S.14 ff

Als HDV auf den Markt kam und die ersten Erfahrungen damit gemacht wurden, gab es entsetzte Rufe und Einschätzungen, die von einer Totgeburt sprachen. Mittlerweile hat man die Kinderkrankheiten des Formates auf Herstellerseite (Kamera und Schnittsysteme) und seitens der Anwender überwunden und es zu einem funktionstüchtigen Workflow gebracht.

Auch im Umgang mit RAW- Daten scheint sich langsam aber sicher eine gewisse Routine zu etablieren. Wofür auch das Erreichen von im RAW Format gedrehten Filmen auf der Kinoleinwand, wie „Antichrist“ von Lars von Trier<sup>33</sup> und „Slumdogmillionär“ von Danny Boyle<sup>34</sup>, spricht. Der Erfolg bei den Academy Awards<sup>35</sup> und in Cannes<sup>36</sup> sollte diese Arbeitsmethode in ihrer Existenzberechtigung bestätigen.

### 3.1 Mögliche Stationen des Workflows:

#### 3.1.1 Vision3 250D

Belichtung des Filmes in der Kamera Drehort  
Aufnahmen der Videoauspielung zur Kontrolle.  
-> belichtetes Filmmaterial

Entwicklung des Negativ und Positiv. Kopierwerk  
Erstellen der Arbeitskopien, Digitalkopien,  
Bandkopien.  
Erstellen der Dailies für Regie, Kamera und Produktion.  
-> Arbeitskopien auf Film 1), digitale Kopie 2), Bandkopie 3)

---

<sup>33</sup> Vgl. Film&TV Kameramann, 08/2009 S.6 ff

<sup>34</sup> Vgl. Film&TV Kameramann, 08/2009 S.6 ff

<sup>35</sup> Vgl. slumdog-millionaer.de

<sup>36</sup> Vgl. festivale-cannes.com, Awards 2009, Best actress

1) Schnitt mit Arbeitskopien (Moviola, Steenbeck, etc),  
Erstellen einer EDL für die Lichtbestimmung, VFX  
und zur Erstellung der 0-Kopie.

Schnittraum

-> EDL

2) Schnitt mit Computer (Avid, Final Cut, Premiere, etc),  
Erstellen einer EDL für das Grading,  
VFX und zur Ausbelichtung/0-Kopie.

Alternativ: Grading und VFX im Computer,  
Ausspielen des Masters aus dem Schnittprogramm.

-> EDL oder Master

3) Schnitt von Maz zu Maz,  
Erstellen einer EDL für Lichtbestimmung, VFX  
und zur Erstellung der 0-Kopie.

Ausspielen als Master Tape.

(eher untypisch da verlustbehaftet)

-> EDL oder Master

Sobald das Material, das durch VFX bearbeitet wird, feststeht wird es zu einer VFX-Firma gegeben oder in hauseigenen VFX Bereichen bearbeitet.

Sofern nicht digitales Material auch durch digitale VFX bearbeitet werden soll, wird es meist nachträglich digitalisiert und in bearbeiteter Form ausbelichtet und eingeschnitten.

Zur Lichtbestimmung und Grading kommen im besten Fall nur fertig geschnittene Filme.

Lichtbestimmung und Grading im Computer nach EDL,  
(Pandora Pogel, DaVinci, etc), Ausspielen  
des Masters, Weitergeben der Daten zur Ausbelichtung.

Digital Lab

-> Daten für Kopierwerk oder Master

Lichtbestimmung und Grading, des Filmes  
Erstellen der 0-Kopie und Verleihkopien,  
Digitalisieren des fertigen Filmes.  
-> Filmkopie, Bandkopie oder Digitalkopie<sup>37/38/39</sup>

Kopierwerk

### 3.1.2 RED ONE / D21 (in den RAW- Modi)

Belichtung in der Kamera.  
Sichern der Daten auf dem Computer.  
„Nowies“ auf Computer.  
-> RAW Daten

Drehort

Umkodieren der Daten für das Schnittsystem,  
direkter Schnitt mit RAW- Daten, Schnitt mit  
den erstellten Proxys, evtl. debayering.  
Einbau des VFX bearbeiteten Materials.  
Erstellen einer EDL zum Erstellen einer digitalen  
0-Kopie, Ausspielen eines Master.  
-> RAW Daten und EDL

Schnittraum

Debayering und Lichtbestimmen,  
Erstellen eines Masters in gewünschter Auflösung.  
Debayering von Materials für VFX- Firmen.  
-> Daten im gewünschten Format, digitales Master

Digital Lab

Ausbelichten auf Film zur Archivierung und  
als Verleihkopien.  
-> Filmkopie<sup>40/41/42/43</sup>

Kopierwerk

---

<sup>37</sup> Vgl. movie-college.de, workflow Film

<sup>38</sup> Vgl. arri-schwarzflim.de, Produkte

<sup>39</sup> Vgl. cinepostproduction.de, services/

### 3.1.3 D 21 (in den RGB- Modi) / F35 (Aufzeichnung auf HDcam SR Tape)

Belichten in der Kamera. Aufnahmen der Videoausspielung zur Kontrolle. -> HDcam SR Band	Drehort
Einspielen der HDcam SR Bänder, Schnitt des Materials. Weitergabe des durch VFX zu bearbeitenden Materials an VFX- Firmen und Einfügen des VFX bearbeiteten Materials. Grading im Schnittprogramm. -> ungegradete Daten	Schnittraum (Kopierwerk)
Lichtbestimmung und Erstellen eines Masters in gewünschter Auflösung. -> Daten in gewünschter Form	Digital Lab
Ausbelichten auf Film zur Archivierung und als Verleihkopie. -> Filmkopie <sup>44/45</sup>	Kopierwerk

---

<sup>40</sup> Vgl. cinepostproduction.de, services

<sup>41</sup> Vgl. arri-schwarzfilm.de, Produkte

<sup>42</sup> Vgl. Film&TV Kameramann, 10/2009, S.14 ff

<sup>43</sup> Vgl. Film&TV Kameramann, 08/2009, S.12 ff

<sup>44</sup> Vgl. Film&TV Kameramann, 12/2009, S.94 ff

<sup>45</sup> Vgl. arridigital.com, workflow



### 3.2 Fazit der Betrachtung der Workflows

Die aufgeführten Stationen des Workflows sind lediglich Möglichkeiten wie Material gehandhabt werden kann.

Es gibt weitere Wege und Möglichkeiten, natürlich wird nicht jeder Film ausbelichtet. Es wurde hier von einem relativ „normalen“ Workflow ausgegangen, wie er für Fernsehen und Kinofilme üblich ist.

Ich denke man sieht, dass manche Materialien mehr Stationen durchlaufen müssen als andere und eine Institutionen- Bindung besteht.

Sofern eine digitale Endfassung angestrebt wird, kann jeder Workflow nach dem Schnitt im Schneiderraum enden.

Theoretisch kann bei jedem Workflow, wenn mit digitalisierten Daten gearbeitet wird und ein guter Rechner vorhanden ist, ein fertiges Master „Zuhause“ gezogen werden. Dies ist allerdings mit sehr starken Rechnern verbunden, da das Rendering der Endfassung des Filmes auch schnell mehr als eine Woche reine Rechenzeit bedeuten kann.

Viele Produktionen schneiden deshalb ihre Projekte in PAL bis zum Rohschnitt und gehen erst dann in einen Schnittraum, in dem HD (oder 4K) geschnitten werden kann und machen dort lediglich den Endschnitt.

Auch gibt die Möglichkeit, dass sowohl RAW- Daten als auch RGB- Daten mit einem Pregrading, in dem der „Look“ gespeichert oder direkt „gegradet“ wurde, aufgenommen werden, um nur kurz ins Digital Lab zu müssen.

Allerdings hat man dann, im nachhinein nur unter sehr hohem Aufwand, die Möglichkeit dieses „Pregrading“ wieder rückgängig zu machen.<sup>46</sup>

---

<sup>46</sup> Cinepostproduction.de, digital Lab

## 4 Die Bildgewinnung

Ich gehe unter dem Punkt Bildgewinnung, lediglich bis zur erstmaligen permanenten Speicherung des Bildes ein.

Was für mich beim chemischen Film nicht die Entwicklung des Negativ bedeutet, sondern lediglich die Belichtung in der Kamera. Bei den digitalen Kameras, verstehe ich darunter das Speichern der Daten, die die Kamera an den Rekorder/die Festplatte ausgibt.

Das Benutzen einer Pregradingfunktion lasse ich komplett außer Acht. Die Kameras wurden zur Erstellung eines digitalen Negatives entwickelt, um in der Postproduktion möglichst viel Spielraum im Material zu haben.

Vorweg möchte ich bemerken, dass der Bildgewinnungsprozess, unter der Betrachtung, dass hier zwei verschiedene Sensoren (CMOS und CCD) genutzt werden und da es sich bei der Bildgewinnung auf Negativfilm um substraktive Farbmischung und bei den digitalen Kameras um additive Farbmischung handelt, sehr spannend ist, da am Ende ein ähnliches Ergebnis stehen wird<sup>47</sup>.

### 4.1 Der CCD- Sensor

Die F35 von Sony verwendet im Gegensatz zu den meisten Kameras im digitalen Kino-Bereich einen CCD Sensor<sup>48</sup>, was an Sonys großer Erfahrung mit 3CCD Systemen mit Strahlenteiler liegen könnte, wie sie noch in der F23<sup>49</sup> verwendet wurden. Nun eine 1-Chip Kamera für das Profisegment herauszubringen, kann man auf die guten Ergebnisse zurückführen, die mit gefilterten Sensoren, durch entsprechende Soft- und Hardware Entwicklungen, erreicht werden können.

---

<sup>47</sup> Vgl. M. A. Uhlig, S.12 u. S. 40

<sup>48</sup> Vgl. Datenblatt F35

<sup>49</sup> Vgl. Datenblatt F23

Generell sind CCD- Sensoren, vor allem im Profibereich, nicht mehr so anfällig für Bildfehler wie Blooming und Smearereffekt, so dass ich hier nicht näher darauf eingehen werde.<sup>50</sup>

#### 4.1.1 Aufbau eines CCD- Sensors

Der CCD Sensor wurde 1969 von Willard Boyle und George E. Smith eigentlich zur Speicherung von Informationen entwickelt, allerdings fanden sie sehr schnell heraus, dass er lichtempfindlich war und ein elektrisches Signal proportional zur auftreffenden Lichtmenge abgab. 2009 wurden seine Erfinder mit dem Physik- Nobel- Preis geehrt. CCD ist die Abkürzung für Charge- coupled- Device<sup>51</sup>.

Ein CCD Sensor besteht aus einzelnen Pixel, mindestens so vielen wie Auflösung gespeichert oder wieder gegeben werden soll.

Es gibt vier Formen wie CCD Sensoren arbeiten, den IT- CCD (Interline Transfer CCD), FT- CCD (Frame Transfer CCD), FIT- CCD (Frame Interline Transfer CCD) und M-FIT- CCD (Multiple Frame Interline Transfer CCD). Außerdem unterscheidet man zwischen Frontside Illuminated und Backside Illuminated CCDs.

CCD Sensoren erzeugen ein analoges Bild, da es bis zur Umrechnung im A/D- Wandler (Analog/Digital- Wandler) aus elektrischer Spannung besteht.

Der CCD-Chip ist aus vielen einzelnen kleinen Metall-Oxid-Halbleiter- (Metall Oxid Semiconductor), so genannten MOS-Kondensatoren, aufgebaut.

Die oberste Schicht des einzelnen Pixels eines Sensors besteht meist aus lichtempfindlichem, transparentem, elektrisch isoliertem Siliciumdioxid, das mit dem darunter liegenden Halbleiter, meist Silizium verbunden ist.

Ein einzelner MOS-Kondensator besteht aus einem p-dotierten Siliziumsubstratkörper (Silizium mit Defektelektronen als Ladungsträger), einer dünnen aufgedampften

---

<sup>50</sup> Vgl. M. A. Uhlig, S.133

<sup>51</sup> Vgl. nobelprize.org, Physiknobelpreis 2009

Schicht Siliziumdioxid (ca. 0,1  $\mu\text{m}$ ) und einem sich darauf befindenden Netz transparenter Elektroden, den Gates (meist Aluminium oder polykristallinem Silizium). Das Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) fungiert wie eine Isolierung zwischen den beiden Teilen des Kondensators.

Lichtphotonen fallen auf die Siliziumsubstratschicht und „setzen“ Elektronen frei die von den Elektroden aufgenommen werden und dann in die Potentialmulden geleitet werden.

Die so über die Elektroden abgeleiteten Ladungen werden in Potentialmulden aufgefangen und dann in einer Eimerkettenreaktion erst in das vertikale Shiftregister und dann in das horizontale Shiftregister weiter gegeben zum Rande des Sensors, wo sie elektronisch von einem Ausleseverstärker verstärkt werden (die Ladung wird in Spannung umgewandelt), um dann vom A/D Wandler in ein digitales Signal umgerechnet zu werden, das dann weiter Verarbeitungsschritte durchläuft. Es wird Silizium (ca. 350nm-1000nm) verwendet, da dessen Empfindlichkeit auf das Lichtspektrum, dem des menschlichen Auges (ca. 380nm-720nm) sehr nahe kommt<sup>52/53/54</sup>.

#### 4.1.2 Interline Transfer CCD

Bei dieser Bauform ist neben jedem Pixel an der Sensoroberfläche, ein vor Licht geschützter zweiter Pixel vorhanden, an den die Ladung weitergeleitet wird und der sie dann abführt. Dadurch ist es möglich relativ kurze Belichtungszeiten zu erzielen. Allerdings wird so auch die nutzbare Sensoroberfläche ca. 50% kleiner, was zu kleineren und damit unempfindlicheren Pixel führt oder weniger Auflösung auf derselben Sensorgroße<sup>55/56</sup>.

---

<sup>52</sup> Pixelmask.de, Grundlage der CCD Technik

<sup>53</sup> Vgl. M. A. Uhlig, S.132

<sup>54</sup> Vgl. D. Fluch, S.74

<sup>55</sup> Vgl. M. A. Uhlig, S.133

<sup>56</sup> Vgl. D. Fluch, S.74

### 4.1.3 Frame Transfer CCD

Der Frame Transfer CCD nutzt für die Ladungsverschiebung zum Ausleseregister auch die Potentialmulden benachbarte Pixel, wodurch während der Ladungsverschiebung keine Belichtung stattfinden kann, bzw. wenn eine Belichtung stattfinden würde, würden durch sie die Ladungen verfälscht und unbrauchbar gemacht. Dadurch ist eine mechanische Umlaufblende bei Benutzung mit einem FT CCD unumgänglich. Durch das Verschieben der Ladungen über den gesamten Sensor verlängert sich die minimale Belichtungszeit natürlich. Allerdings ist so die Sensorfläche, was Pixelgröße und Auflösung betrifft, ideal nutzbar<sup>57/58</sup>.

### 4.1.4 Frame Interline Transfer CCD

Der FIT- CCD nutzt eine Kombination verschiedener Bereiche zur Ladungsverschiebung. Es befinden sich sowohl abgedeckte Bereiche zur Ladungsspeicherung auf der Sensoroberfläche, als auch unter der Oberfläche, was zu einem schnellen Ladungsabtransport führt. Natürlich sind hier ähnliche Nachteile wie beim IT CCD vorhanden, allerdings ist keine mechanische Blende von Nöten, da die Ladungsverschiebung durch lichtgeschützte Bereichen geschieht<sup>59/60</sup>.

### 4.1.5 Multiple Frame Interline Transfer CCD

Der M- FIT CCD hat eine zweite Potentialmulde unter der Sensoroberfläche, sodass hiermit progressiv ausgelesen werden kann (Vollbilder). Ansonsten ist er wie ein FIT CCD aufgebaut.<sup>61</sup>

---

<sup>57</sup> Vgl. M. A. Uhlig, S.132

<sup>58</sup> Vgl. D. Fluch, S.76

<sup>59</sup> Vgl. M. A. Uhlig, S.133

<sup>60</sup> Vgl. D. Fluch, S.76

<sup>61</sup> Vgl. M. A. Uhlig, S.133

#### **4.1.6 Frontside Illuminated CCD**

Bei dieser Bauform müssen die Lichtphotonen erst an den Elektroden und der Siliciumdioxidschicht vorbei, um in der Siliciumsubstratschicht Elektronen freisetzen zu können. Dadurch beträgt ihre Quanteneffizienz maximal 50%.

Durch das „durchdringen müssen“ der Siliciumdioxidschicht wird außerdem die spektrale Empfindlichkeit des Chips eingeschränkt. Ein Frontside Illuminated CCD ist lediglich für das Spektrum von ca. 400nm bis 1000nm empfindlich<sup>62</sup>.

#### **4.1.7 Backlite Illuminated CCD**

Hier treffen die Photonen des Lichtes direkt auf das Siliciumsubstrat, wodurch mehr Photonen genutzt werden können. Da Silicium eine trüb weiße Farbe hat, können die Photonen nicht sehr tief eindringen. Um ausgelesen werden zu können, darf die Siliciumsubstratschicht daher nur ca. 10 µm dick sein, damit genug freigesetzte Elektronen noch zu den Potentialmulden gelangen. Diese Bauform ist für ein größeres Spektrum der Wellenlänge des Lichtes empfänglich (ca. 300nm bis 1000nm) und bietet eine Quanteneffizienz von bis zu 85%. Da mit der Siliciumsubstratschicht sehr genau gearbeitet werden muss, sind so gebaute Sensoren in ihrer Herstellung teurer und finden dadurch lediglich in der Astronomie Anwendung, wo auch auf das kurzwellige Spektrum(300nm- 400nm) Wert gelegt wird<sup>63</sup>.

#### **4.1.8 Fazit der Betrachtung der CCD Sensorbauformen**

In der Kamertechnik werden lediglich Frontside Illuminated CCDs verwendet, da sie das Lichtspektrum ideal erfassen, welches auch für das menschliche Auge sichtbar ist. Die mit dieser Bauform einhergehende, nicht ideale Quanteneffizienz ist hinnehmbar, wenn man sich vor Augen führt, dass Sony den Sensor in der F35 mit einer Empfindlichkeit von 340 ASA angibt.

---

<sup>62</sup> Vgl. Pixelmask.de, verschiedene Arten

<sup>63</sup> Vgl. Pixelmask.de, verschiedene Arten

Der Sensor der F35 wird als progressiv CCD von Sony angegeben. Da die Kamera ohne mechanische Blende auskommt, gehe ich von einem M-FIT CCD aus. Dafür spricht auch die progressiv und interlaced Auslesbarkeit und die Möglichkeit in verschiedenen Frameraten aufzunehmen.

Ich halte einen M-FIT CCD für die beste Wahl, um mit den Möglichkeiten, die ein CMOS Sensor, bietet zu konkurrieren.

## **4.2 Der CMOS Sensor**

Viele der neu entwickelten Kameras benutzen CMOS Sensoren, da sie durch stetige Entwicklung der Technik mittlerweile einige Vorteile gegenüber dem CCD- Sensor bieten<sup>64</sup>.

Sony bestätigte 2008 in einer Pressemitteilung, die Entwicklung von Backlite Illuminated CMOS Sensoren<sup>65</sup>.

Durch Auslesemöglichkeiten des CMOS Sensors ist es möglich geworden, neue Wege in der Farbbildgewinnung zu gehen.

Sony brachte mit der EX1 2007 eine auf 3 CMOS Sensoren aufbauende Kamera auf den Markt, die eine variable Framerate von bis zu 60fps erlaubt.

### **4.2.1 Aufbau eines CMOS- Sensors**

Auch der CMOS- Sensor besteht aus einzelnen Pixel, die demselben fotoelektrischen Effekt zur Ladungsgewinnung unterliegen wie der CCD- Sensors.

Dadurch, dass jeder Pixel einen Ausleseverstärker besitzt, müssen keine Ladungen verschoben werden. Es können direkt Spannungen an den A/D Wandler weitergegeben werden. Das macht es auch möglich, einzelne Teile des Sensors auszulesen oder gleichzeitig den gesamten Sensor.

---

<sup>64</sup> Vgl. red.com, arridigital.com

<sup>65</sup> Sony.net, Press Release, 11.Juni.2008

Die Auslesegeschwindigkeit wird durch diese Bauform gesteigert und damit die Zahl möglicher Bilder pro Sekunde<sup>66</sup>(fps).

Die Weisscam HS2 bietet die Möglichkeit bei Full HD Auflösung 2000 fps zu drehen (1 CMOS S35mm Sensor, 12bit, RAW- Daten)<sup>67</sup>.

Da der CMOS- Sensor noch nicht sehr lange zur Bewegtbildgewinnung eingesetzt wird, treten noch Bildfehler auf, die noch nicht adäquat gelöst sind. Der am häufigsten auftretende Bildfehler soll deshalb Erwähnung finden sollen.

#### **4.2.2 Rolling- Shutter- Effekt**

Der Rolling- Shutter- Effekt kann auftreten, wenn ein Motiv zum Beispiel mit Blitzlicht belichtet wird, die Kamera schnell horizontal geschwenkt wird oder ein Objekt sich sehr schnell horizontal durch das Bild bewegt.

Außerdem kann dieser Effekt bei ruckelnden Kamerafahrten auftreten.

Der Rolling Shutter Effekt macht sich dadurch bemerkbar, dass gerade, vertikale Linien im Bild schräg, in Richtung der Bewegung, verlaufen. Das entsteht dadurch, dass der Sensor nicht gleichzeitig sondern zeilenweise von oben nach unten die Pixel ausliest. Es wird an Software und Hardware Lösungen bezüglich dieses Problems gearbeitet<sup>68</sup>.

#### **4.3 Unterschiede zwischen CCD- und CMOS- Sensoren**

CCD- Sensoren weisen durch das Verwenden von nur einem (bzw. wenigen) Ausleseverstärkern weniger Spannungsschwankungen auf, wodurch sowohl in der Lichtempfindlichkeit und dem Dynamikumfang ein besseres Bild erreicht wird, was auch an den wenigen lichtunempfindlichen Bauteilen an der Sensoroberfläche liegt.

CMOS- Sensoren hingegen sind günstiger in der Produktion. Dadurch, dass die Ladung schon vom Pixel in Spannung umgewandelt werden kann, sind weniger Bauteile zu verarbeiten. Einzelne Regionen des Bildes können ausgelesen werden, was An-

---

<sup>66</sup> Vgl. M. A. Uhlig, S.136/ arridigital.com, camera basic, photocells

<sup>67</sup> Weisscam.com, HS2, Specifications

<sup>68</sup> Vgl. Videoaktiv.de, Rollingshutter Effekt



wendungen wie in 2k zu drehen oder, während gefilmt wird Fotos in voller Auflösung aufzunehmen<sup>69</sup>, möglich macht. Die möglich Bildrate eines CMOS Sensors ist höher.

#### **4.4 Fazit der Betrachtung von CCD- und CMOS Sensoren**

Schaut man sich korrekt gedrehtes Material an, das mit einer CCD Kamera aufgenommen wurde und vergleicht es mit dem von einer CMOS Kamera, so wird man keine Unterschiede feststellen. Meiner Meinung nach unterscheidet sich die Bildqualität der Sensoren, lediglich in Ihren Bildfehlern.

CMOS Sensoren bieten jedoch mehr Entwicklungspotenzial.

#### **4.5 Pixel und ihre Größe**

Da vor allem auf dem Markt der digitalen Kompaktkameras der Trend zu mehr Auflösung, bei gleichbleibender oder geringerer Größe der Kamera geht, kann man an diesen Modellen sehr schön den Zusammenhang von Sensorgröße und Bildqualität beobachten.

Da, umso feiner der Pixel wird, er weniger lichtempfindliche Fläche bietet und das Bildrauschen zu nimmt (durch elektronische Verstärkung). Außerdem tritt das Phänomen der Beugung des Lichtes im Pixel auf (Licht trifft den Sensor, wo es eigentlich nicht dürfte). Auch Objektive hoher Güte lassen sich nur mit enormen Kosten in der Größe bauen, dass Kompaktkamera ein noch zutreffender Begriff wäre, weshalb die Güte der verwendeten Objektiven meist zu minderwertig für die mögliche Auflösung ist. Man geht deshalb davon aus, dass ein Pixel nicht kleiner als  $3\mu\text{m}$  (Mikrometer,  $0,003\text{mm}$ ) in der Diagonale sein sollte, um eine gute Bildqualität zu erzeugen<sup>70</sup>

(Kodak gibt die Größe des verwendeten Korns im Vision3 250D mit weniger als  $1\mu\text{m}$ , bei 250 ASA Empfindlichkeit, an (siehe 3.1.1)).

---

<sup>69</sup> 4k,3k,2k Auflösung bei der RED ONE. Die Canon Eos 5D MarkII kann trotz laufender Aufnahme von Videos, Fotos in Vollauflösung und im RAW- Format aufnehmen.

<sup>70</sup> Vgl. 6mpixel.org

Auf dem CCD Sensor der F35 befinden sich laut Sony 1920 x 3 x 2160 Pixel<sup>71</sup> die mit einem RGB Streifen- Filter versehen sind um ein Full HD- Signal ausgeben zu können. Es befindet sich ein 12 Mega Pixel (um genau zu sein 12.441.600) Sensor der eine Größe von 23,62mm x 13,28mm (16:9), in der Kamera. Jeder dieser Pixel ist damit 0,0041 x 0,006148mm groß (4,1µm x 6,148 µm) also in der Diagonale ca. 7,4 µm.

Bei der Arri ist der Sensor 23,76mm x 13,365 mm groß. Auf ihm sind 2880 x 2160 einzelne Pixel untergebracht, was 6 Mega Pixel (6.220.800) im 4:3 Format entspricht, damit ist jeder 0,00825mm x 0,061875mm groß (8,25µm x 6,1875µm) und hat somit eine Diagonale von etwas über 10µm<sup>72</sup>. Damit ist in der D21 der größte Sensor, der hier berücksichtigten Kameras, verbaut .

Bei der RED ONE ist der S35 Sensor 24,4mm x 14mm groß im 2:1 Format. 4520 x 2540 Pixel sind auf dem Sensor untergebracht, die allerdings nur bei REDcode 42 voll genutzt werden. Ein Pixel hat die Größe 0,005398mm x 0,005511mm (5,398µm x 5,511µm), seine Diagonale beträgt etwas mehr als 5µm<sup>73</sup>.

#### 4.6 Farbsensoren

Würde man die Signale so auswerten, wie sie vom Sensor kommen, hätte man lediglich ein Bild, das Aufschluss über die aufgenommene Menge Licht gibt. Also ein schwarz/weiß Bild mit Grauabstufungen. Um daraus ein Farbbild zu machen, gibt es mehrere Möglichkeiten, die in der Praxis Anwendung finden<sup>74</sup>.

Die 3Chip Methode führe ich hier der Vollständigkeit halber auf, auch wenn sie in keiner der besprochenen Kameras benutzt wird.

---

<sup>71</sup> Vgl. Datenblatt F35

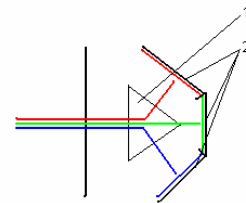
<sup>72</sup> Vgl. arridigital.com, camera specs

<sup>73</sup> Vgl. red.com, tech specs

<sup>74</sup> Vgl. arridigital.com, digitalfactbook

#### 4.6.1 3Chip Kameras

Bei 3Chip Kameras sind drei Sensoren, die meist die volle Auflösung haben, vorhanden. Das Licht fällt, nachdem dem Objektiv, auf einen Strahlenteiler 1) der es in drei Lichtstrahlen teilt, sie ablenkt. Jeder Strahl wird durch einen Filter dann auf einen der Sensoren 2) gelenkt. Die Filter (RGB) vor den Sensoren lassen nur das Licht in der gewünschten Wellenlänge durch. Im A/D

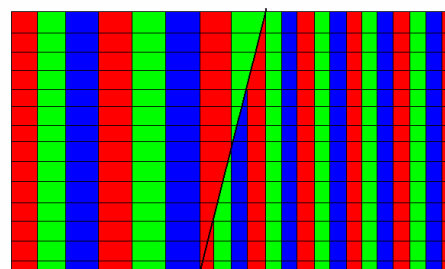


Wandler werden dann die Helligkeitsinformationen mit der Information der Filterung wieder zusammengesetzt und es entsteht ein RGB- Signal, das dann weiterverarbeitet und auf die gewünschte Pixelzahl reduziert wird (Bsp.: Rot- 1920x1080+ Grün 1920x1080+ Blau 1920x1080 = RGB 1920 x 1080).

Der Vorteil dieser Bauform besteht darin, dass so gut wie keine Fehler auftreten die durch Überbelichtung entstehen können, da das einfallende Licht geteilt wird und erst im A/D Wandler wieder auf die gesamt Lichtmenge kommt. Man muss aber auch bedenken, dass der Strahlenteiler Licht wegnimmt und den Rest verunreinigt (bricht). Auch sind Strahlenteiler sehr groß und durch die benötigten 3 Sensoren in der Produktion vergleichsweise teuer<sup>75</sup>.

#### 4.6.2 1Chip Streifenfilter

1Chip Kameras mit Streifenfilter vor dem Sensor haben nur einen Sensor, der mit einem Streifenfarbfiltern beschichtet ist. Eine Spalte rot, eine Spalte grün und eine Spalte blau. Die Pixel in dem Streifen nehmen nur die Helligkeit auf, die noch durch den Filter kommt und damit



Schematischer Aufbau Streifenfilter  
(normal 1920x3x1080, F35 1920x3x2160)

<sup>75</sup> Vgl. zeiss.de, 3ccd Kamera

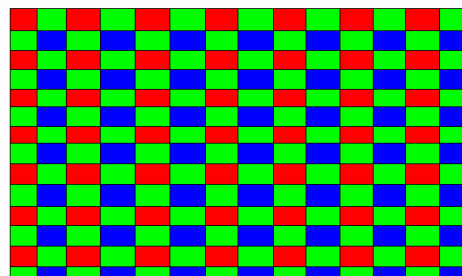
den Farbanteil repräsentiert (blaue Zeile= Licht- rot Anteil- grün Anteil).

Auch hier wird das Helligkeitssignal mit der Farbinformation erst im A/D Wandler zusammengeführt und ein RGB Signal entsteht in der gewünschten Pixelzahl.

Streifenfilter haben ihre Schwäche darin, dass auf der Sensoroberfläche 3-mal so viele Pixel vorhanden sind, wie für die zu erreichende Auflösung nötig wären und da durch Empfindlichkeit eingebüßt wird. Auch ist das Bild bei harten vertikalen Kanten etwas flau in der empfundenen Bildschärfe<sup>76</sup>, da die Bildinformation durch den Streifensensor auf drei Streifen verteilt war und auf einen Streifen reduziert wird<sup>77</sup>.

#### 4.6.3 1Chip Bayerpattern (Mosaikfilter)

Bei Kameras, die mit Bayerpattern arbeiten, wird meist ein Sensor eingebaut, der mehr Pixel hat, als gespeichert werden sollen (lediglich die RED ONE setzt alle Pixel im RED-code 42 Modus in ausgegebene Bildpunkte um). Beim Bayerpattern ist jeder Pixel einer Zeile abwechselnd mit einem grünen und



schematischer Aufbau Bayerpattern  
(50%grün, 25%blau, 25%rot empfindlich)

einem roten Filter beschichtet. In der darunter (und darüber) liegenden Zeile sind abwechselnd blau und grün beschichtete Pixel. So kommt der Sensor auf 50% Auflösung im grünen Spektrum (da das menschliche Auge empfindlicher auf grün reagiert) und 25% im blauen und roten Spektrum.

Die Helligkeitswerte werden wieder an den A/D Wandler weitergegeben und dort entweder in ein RGB- Signal umgewandelt (zusammen mit den Farbinformationen, durch debayering/Interpolation in der Kamera) oder nur digitalisiert und zusammen mit den Informationen welcher Pixel wie farblich gefiltert ist, als RAW- Daten ausgegeben.

Es wird oft das 50% zu 25%/25% Verhältnis des Bayerpattern bemängelt und die dadurch entstehende Farbunechtheit. Auch die Unschärfe an harten Kanten und in feinen

---

<sup>76</sup> Vgl. henner.info, super CCD

<sup>77</sup> Itwissen.info, Streifenfilter

Strukturen, die durch Interpolieren entsteht, ist ein Effekt, den man in Kauf nehmen muss bei dieser Methode<sup>78</sup>.

#### **4.6.4 Interpolation**

Bei der Interpolation handelt es sich um ein mathematisches Verfahren. Durch Interpolation ist es möglich die Farbigkeit der einzelnen Pixel des Bayerpatterns, zu errechnen. Durch Einbeziehen der angrenzenden sechs anderen Farbpixel, kann die Farbigkeit für einen jeden Pixel, ohne Verlust an Auflösung, errechnet werden.

Dieses Rechenverfahren beruht auf Anwendung von Algorithmen, die von jedem Kamerahersteller speziell entwickelt werden.

Durch die hohen Sensorauflösungen und die Verlagerung des Interpolierens/debayering in die Postproduktion, werden sehr gute Ergebnisse bei diesem Rechenprozess erreicht.

#### **4.6.5 Fazit der Betrachtung der Sensoren**

Auf vielen Internetseiten, die sich an Freizeitfilmer wenden, wird die Empfehlung gegeben, möglichst eine Kamera mit 3 Sensoren für eine bestmögliche Bildqualität zu verwenden. Diese Empfehlung bezieht sich auf Kameras aus dem Consumer- Bereich, für professionelle Kameras gilt dies nicht mehr. Die Kamerahersteller haben an den Bild verarbeitenden Dateien sehr viel gearbeitet, so dass die Farbigkeit und Schärfe von Kameras mit nur einem Sensor sehr gute sind.

Das Zusammenführen verschieden gefilterter Pixel zu einem farbigen Pixel im ausgegebenen Bild ist auch bei Streifenfiltern und Kameras mit Strahlenteiler notwendig.

Das Interpolieren stellt dabei eine Besonderheit dar, da es nicht nur auf zwei zugewiesene Pixel zurückgreift, sondern auf alle sechs umliegenden.

Es werden dabei nicht nur Pixel zusammengerechnet, sondern ein Algorithmus angewendet, der zu einem besser oder schlechteren Ergebnis des Interpolationsprozesses führen kann.

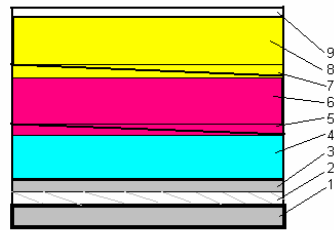
---

<sup>78</sup> Vgl. arridigital.com, bayermask

Die Algorithmen der D21 und der RED ONE haben ein so hohes Niveau erreicht, dass sie sehr gute Ergebnisse erreichen.

#### 4.7 Kodak Vision 3 250D

Filmmaterial ist aus mehreren Schichten aufgebaut. Die Grundlage bildet eine lichtunempfindliche Trägerschicht 1) aus Polyester, die ca. 130 µm dick ist. Direkt auf der Trägerschicht ist eine Lackschicht



aufgebracht, die zur Absorption des Reflexlichtes, das durch

die Polyesterschicht reflektiert werden könnte, dient, der Lichtschutzhof 2). Auf ihm sitzt die Haftschicht 3), die Verbindung zur lichtempfindlichen Emulsion schafft.

Beim Farbfilm gibt es drei Schichten, die aus lichtempfindlichen Silberhalogenidkristallen (Chlor, Brom, Jod, Silber) und Farbkuppler bestehen.

Wobei die Anordnung der Schichten je nach Filmhersteller unterschiedlich ist.

Bei allen Vision Materialien hat Kodak die türkis empfindliche als unterste Emulsionsschicht 4), direkt über der Haftschicht eingefügt. Zwischen ihr und der darüber liegenden purpurempfindlichen Schicht sind Filter 5) eingefügt, die das restliche Purpurlicht herausfiltern sollen. Über der purpurempfindlichen Schicht 6) ist ein Gelbfilter 7) eingebracht, über dem die gelbempfindliche Schicht 8) eingebracht ist.

Über der gelbempfindlichen Emulsionsschicht befindet sich eine Schutzschicht 9), die die Emulsion vor mechanischen Einwirkungen schützen soll<sup>79</sup>.

Die farbempfindlichen Schichten bestehen aus Silberhalogenidkristallen und einem farblosen Farbkuppler. Dringt Licht in die jeweilige lichtempfindliche Schicht ein, reagie-

---

<sup>79</sup> Vgl. kodak.com, cinema&television

ren die Silberhalegonidkristallen mit einem Oxidationsprozess, bei dem es zur Verbindung des Silberhalegonids mit dem Farbkuppler kommt. Der Oxidationsprozess färbt den Farbkuppler in der komplementär Farbe des auftreffenden Lichtes.

Während der Negativentwicklung werden dann die Silberhalegonidkristalle ausgewaschen und der Farbkuppler fixiert.

## 5 Die Bilddateien

Die digitalen Kinokameras sind, im Gegensatz zu Kameras für die elektronische Bebilderstattung, anderen Produktionen oder Consumer- Kameras, so konzipiert, dass die Bilder eine aufwändige Postproduktionsphase durchlaufen<sup>80/81</sup>.

Ähnlich wie beim chemischen Negativ werden bestimmte Eigenschaften des Bildes erst im Nachhinein festgelegt. Weshalb möglichst viele Informationen des Bildes in die Postproduktion mitgenommen werden sollen. Auf die kamerainterne Bildbearbeitung wird verzichtet, da man davon ausgeht, dass in der Postproduktion mehr Rechenkapazität und Zeit zu Verfügung steht und damit genauere Ergebnisse erreicht werden können.

Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom „digitalen Negativ“.

Digitales Negativ ist nicht darauf festgelegt, ob es sich um RAW- oder RGB- Daten<sup>82</sup> handelt.

In der digitalen Fotografie versucht Adobe ein einheitliches RAW- Format zu etablieren, das DNG(- Digitales Negativ), zur einheitlichen, verlustfreien Verarbeitung von RAW Daten.

---

<sup>80</sup> Vgl. Film&TV Kameramann 10/2009, S.14

<sup>81</sup> Vgl. cinepostproduction.com, Rohdaten Workflows

<sup>82</sup> Beim „digitalen Negativ“ ist lediglich die Belichtung durch Blende und Belichtungszeit vor der Belichtung festgelegt, möglichst alle Bildinformationen werden gespeichert. Vgl. Datenblatt F35, arridigital.com, red.com

Die führenden Fotokamerahersteller (Canon, Nikon) setzen trotz der freien Verfügbarkeit von DNG noch immer auf ihre eigenen RAW Formate.

Digitale Fotokameras arbeiten fast ausschließlich mit Bayerpattern, weshalb sich das DNG nur auf RAW- Daten bezieht<sup>83</sup>.

Auch die Kameras von Arri und RED setzen auf die firmeneigenen RAW Formate.

Ein einheitliches digitales Negativ in der Filmbranche ist, da seine Entwicklung noch am Anfang steht, in nächster Zukunft nicht zu erwarten.<sup>84</sup>

## 5.1 Digitales Negativ

Digitale Kinokameras verzichten auf digitale Bearbeitung in der Kamera. Dazu zählen Schärfung, Weißabgleich, Kontrast, Farbsättigung. Bei ihnen wird im Vorfeld lediglich die Datenrate und Auflösung in der Kamera festgelegt und an der Optik die Belichtung und Schärfenebene.

Die Daten des Sensors werden direkt nach dem A/D Wandler abgegriffen und zum Speichermedium weitergeleitet. Die RED ONE komprimiert die Daten vor dem Speichern.

Der A/D Wandler der RED ONE und der D21 arbeitet mit 12bit, der F35 sogar mit 14bit. Die bit Zahl gibt Aufschluss über die Feinheit der Abstufungen innerhalb der Wandlung des analogen in das digitale Signal<sup>85</sup>.

Das analoge Signal ist wellenförmig und wird vom A/D Wandler in digitale feste Werte reduziert. Ein 12bit Signal kann aus bis zu 4.096 einzelnen Werten bestehen, das 14bit Signal sogar aus bis zu 16.384. Eine hohe bit Zahl ermöglicht eine differenziertere Graustufen-/Farbdarstellung<sup>86</sup>.

---

<sup>83</sup> Vgl. adobe.com, DNG

<sup>84</sup> Vgl. red.com, redcode/ arridigital.com, arri raw

<sup>85</sup> Vgl. Datenblatt F35, red.com, arridigital.com

<sup>86</sup> Bet.de, Analog/ Digital Wandlung/ M.A. Uhlig, S.141



### 5.1.1 Datenrate

Eine hohe Datenrate ist Grundlage für einen möglichst großen Spielraum in der Postproduktion. HDV z.B. ist auf 25MBit/s beschränkt, Formate wie Sony XDcam EX können bis zu 36MBit/s aufzeichnen. DVCpro HD kann sogar 100MBit/s aufnehmen, wodurch das Bild wesentlich mehr Farb- Informationen beinhaltet.

Um die Qualität der Datenraten richtig zu beurteilen, muss allerdings das Codierungsverfahren beachtet werden.

HDV und XDcam EX zugrunde liegt eine MPEG 2 Codierung. Was bedeutet, dass die Codierung über mehrere Bilder arbeitet (Long GOP). Es wird ein vollständiges Bild gespeichert (i- Frame) und bei den folgenden 6-13 Bildern (p- Frame) werden lediglich die Änderungen, bezüglich des ersten Referenzbildes (i- Frame), gespeichert.

Da sich vor allem bei starken Bewegungen der Kamera viel Bildinformation ändert, ist eine geringe Datenrate nicht von Vorteil.

Die Änderungen können nur innerhalb der Datenrate gespeichert werden, treten zu viele Änderungsdaten auf, werden sie abgeschnitten bzw. reduziert, wodurch das Bild weicher/ unschärfer wird oder sogar Artefakte enthält, da die Informationen (Daten) weggeschnitten werden.

Bei DVCpro HD wird nur innerhalb eines Bildes eine Datenreduktion vorgenommen, was zu mehr Farbbrilliance führt und Bildfehler über mehrere Bilder ausschließt.

REDcode 28 speichert 28 MB/s, was 224MBit/s entspricht, also der 8,96 fachen Datenrate im Vergleich zu HDV. Als Codierung nutzt die RED ONE eine auf M- JPEG 2000 basierende Codierung, die verlustbehaftet ist und einen Kompressionsgrad von 8:1 (REDcode36, 4k) bis 12:1 (REDcode28, 4k) hat, jedoch wird wie bei DVCpro HD nur innerhalb des Bildes komprimiert, es werde also nur vollständige Bilder aufgezeichnet. Arri RAW liefert in den Data Modi über den HD- SDI Ausgang (2 Ausgänge) „SMPTE 372M“ Standard Datenraten von bis zu 2,970 GBit/s, was 3.041,3 MBit/s entspricht.

Diese Daten sind komplett unkomprimiert, unterliegen keiner Codierung, sie beinhalten alles, was der A/D Wandler aus den analogen Sensordaten in digitale Werte wandeln kann.

Auf HDcam SR Band (SWR 1 Rekorder) kann mit einer maximalen Datenrate von 440MBit/s(SQ) oder 880 MBit/s(HQ) aufgezeichnet werden, wobei die Bilder einer MPEG-4 Codierung von der Kamera unterliegen, der Kompressionsgrad beträgt 2:1/4:1, auch bei MPEG-4 wird nur innerhalb eines Bildes codiert<sup>87/88</sup>.

### **5.1.2 Farbtiefe**

Die Farbtiefe wird in bit angegeben und gibt Aufschluss über die maximal mögliche Differenzierung und Darstellbarkeit von Helligkeit (bzw. Farben) pro Pixel.

Sie hängt von den durch den A/D Wandler gegebenen Möglichkeiten ab. Die Helligkeitswerte, die vom Sensor kommen, sind sinusförmige Spannungskurven, die der bit Zahl entsprechend oft in digitale Werte zerlegt werden<sup>89</sup>.

### **5.2 Arri RAW**

Arri RAW ist ein unkomprimiertes schwarz/weiß Signal mit eingebetteten Farbinformationen, die in der Postproduktion einem debayering Prozess unterzogen werden müssen.

Arri bietet dazu das Programm AIC (ARRI RAW Image Converter) an und gibt die Codes an ausgesuchte Partner weiter, damit ein umfassender Workflow entstehen kann<sup>90</sup>.

---

<sup>87</sup> Vgl. M. A. Uhlig, S.143 f

<sup>88</sup> Bet.de, Videobruttodatenrate

<sup>89</sup> Vgl. M. A. Uhlig, S.143 f

<sup>90</sup> Vgl. arridigital.com, arri raw

### 5.3 RED RAW

Die .r3d Dateien der RED ONE sind komprimierte im Verhältnis 8:1 bzw. 12:1 (REDcode 36 oder 28), auch sie müssen einem debayering Prozess unterzogen werden, um ein Farbsignal zu erhalten, danach sind die Dateien 8 bzw. 12 mal so groß.

Auf red.com gibt es diverse Programme zum download für die sofortige Betrachtung und Umrechnung der Aufnahmen. Das Programm REDcine bietet sogar Colorgrading-Funktionen, die aber eher zu vernachlässigen sind, da sie maximal einem ein Lampen Korrekturvorgang entsprechen<sup>91</sup>.

### 5.4 4:4:4 RGB

Die Daten der D21 und der F35 werden in den RGB Modi ohne jegliche Bearbeitung seitens der Kamera aufgenommen (die D21 interpoliert in diesem Fall in der Kamera). Die Daten werden lediglich codiert um die gewünschte Datenrate zu erreichen. Im Gegensatz zu Arri RAW und .r3d Dateien müssen sie nicht „entwickelt“ werden, da in die Farbinformationen schon die Helligkeitsinformationen eingerechnet sind. Das Bild ist, wie bei RAW- Daten, sehr flau im Blick auf die Farbigkeit<sup>92</sup>.

### 5.5 Bild Scan

Soll auf chemischem Film gedrehtes Material eine digitale Postproduktion oder eine Auswertung im TV oder auf DVD durchlaufen, muss es gescannt werden.

Hierzu gibt es mehrere Verfahren, die sich darin unterscheiden, ob das Filmbild in einzelnen Bildpunkten, zeilenweise (klassische Filmabtastung für TV) oder progressiv (als komplettes Bild) gescannt wird. Weiterhin muss festgelegt werden in welcher Auflösung (Full HD, 2K, 4K) und mit welcher Farbtiefe (12bit, 14bit) der Scan durchgeführt werden soll.

---

<sup>91</sup> Vgl. red.com, redcode

<sup>92</sup> Vgl. M. A. Uhlig, S.144

Diese Entscheidungen werden vor allem auch aus Budget- und Auswertungsgedanken getroffen bzw. was mit dem Material nach dem Scan geschehen soll.

Der Scan an sich, ist ein lediglich ein „Abfotografieren“ einzelner Punkte, Zeilen oder des gesamten Bildes in gewünschter Auflösung und Farbtiefe, mit einem perfekteingegerichteten Sensor (3stk bei Farbbilder), bezogen auf das Filmmaterial.

Dazu sollte natürlich möglichst unbeschädigtes Material genommen werden.

Es ist allerdings auch möglich, entwickelte Negative und zerkratztes Material mit einem relativ guten Ergebnis zu scannen, was sehr häufig bei Filmrestaurierungen eingesetzt wird.

Bei Digitalisierungen im absoluten LowBudget Bereich wird mit einer Videokamera das Filmbild von der Leinwand abgefilmt.

Man kann davon ausgehen, dass ein Full HD Scan noch für eine Ausbelichtung reicht, ohne dass die einzelnen Pixel/ Auflösung für den Zuschauer erkennbar werden<sup>93</sup>.

Ab dem Scan liegen auch die Bilder des chemischen Films in digitaler Form vor und werden, sofern kein Negativschnitt vorgesehen ist, so bis in die Auswertung transportiert. Nur wenn ein Negativschnitt stattfindet und im Kino eine Projektion eines Positives gezeigt wird, kann man digital entstandenen Bildern „entgehen“.

## **6 Workflow relevante Überlegungen<sup>94</sup>**

Ob man sich für Digital oder chemischen Film entscheidet, hängt meistens nicht nur von den ästhetischen oder technischen Gesichtspunkten, die eine Kamera (oder Material) bietet ab, sondern von finanziellen Gesichtspunkten, da dies der Punkt ist, der für die Produktionsabteilung relevant ist.

---

<sup>93</sup> Cinepostproduction.com/ arri-schwarzfilm.de, Filmscan, Telecine

<sup>94</sup> Die Überlegungen und Schlussfolgerungen sind Beobachtungen und Erfahrungswerte aus Projekten die digital gedreht wurden, siehe Projekte

## 6.1 Personell

Produktionen entscheiden sich für ein Material auch über den Ablauf des zu erwartenden Produktionsalltag und inwiefern die Wahl des Materials darauf Einfluss hat.

Fängt man bei der Personalplanung an, muss bedacht werden das digital zu drehen eine Position mehr im Kameradepartment bedeutet. Der DIT (Digital Image Technician, Digital Bild Techniker) ist für das Speichern der Bilder und die Kontrolle der Daten zuständig.

Man kann den Job in gewisser Form mit dem des Materialassistenten/2. Kamerassistenten vergleichen, obwohl diese Position erhalten bleibt.

In einigen Produktionen denkt man, dass einer dieser Jobs durch einen Praktikanten erledigt werden kann, ich rate von diesem Denken ab, da es verantwortungsvolle Aufgaben sind, die wenn sie gekonnt werden, Arbeitszeit sparen.

Der DIT kontrolliert parallel zum Dreh die aufgenommenen Bilder und gibt am Set Rückmeldung, ob alles in Ordnung ist oder ob der Kameramann/die Kamerafrau sich etwas noch einmal ansehen sollte. Wofür bei chemischen Film die Entwicklung abgewartet werden musste und das Ansehen der Dailies am nächsten Tag, kann jetzt relativ zeitnah/sofort geschehen.

Leider gibt die (meist SD) Videoauspielung nicht Aufschluss darüber ob die Schärfe auf der Nase oder den Augen liegt und ob alles richtig belichtet ist.

Diesen Vorteil hat man, wenn man auf die Nowies der digitalen Kameras zugreifen kann.

Nur wenn man auf HDcam SR auf dem SWR- 1 Rekorder aufzeichnet, gibt es diesen Vorteil meist nicht (man sollte nicht im Material herumspulen, generell nicht). Aber hier fällt auch die DIT Position weg.

## 6.2 Drehzeitraum

Ich gehe hier nicht auf die Arbeitsbereiche, die nicht in das Kameradepartment fallen ein, da ich sie ausführlicher im nächsten Kapitel behandelt werde.

All die aufgeführten Aspekte müssen im Vorfeld kommuniziert und geplant werden.

## 6.3 Lichtdepartment

Bei der Lichtgestaltung muss beachtet werden, dass digitale Bilder im Bereich der Überbelichtungen (>100% Videopegel, Ausbrennen) nicht so „schön“ aussehen wie im analogen Bereich. Weshalb die Beleuchtung durchgeplant und kontrolliert werden muss. Es wird weicher gelehuchtet, da man einen kleineren Belichtungsspielraum nutzt, es wird versucht unter den 100% zu bleiben, also nichts ausbrennen zu lassen. Bei chemischem Film nimmt man meist das Ausbrennen mancher Bereiche in Kauf.

Wenn mit einer relativ hohen ND- Filterung in der Kamera gearbeitet wird, muss auch der nicht sichtbare Bereich der UV- Strahlung, vor allem bei HMI Licht, sauber sein, da die Aufnahmen sonst einen lila, bräunlichen Stich haben können.

Die Kameras mit Bayerpattern sind empfindlicher für die grünen Anteile des Lichtes, weshalb man bei ihnen auch von Tageslicht Sensoren spricht (hoher grün Anteil im 5600K, 50% der Pixel des Sensors sind grün empfindlich), deshalb neigen sie zu massiven Unterbelichtungen/Bildrauschen, wenn mit wenig Glühlicht gearbeitet wird. Sofern genug Licht vorhanden ist, egal ob Tages- oder Kunstlicht, kann das Problem vernachlässigt werden.

Da die Kameras im RAW- Modus keinen Weißabgleich erfordern, muss die Lichtfarbe durch das gesamte Set, bei langen Kamerabewegungen oder Totalen, durchdacht und geprüft werden, um ungewollte Farbstiche zu vermeiden.

Die Grünempfindlichkeit ist, vor allem bei nicht vergüteten Leuchtstoffröhren, immer zu beachten, eventuell muss gegen gefiltert werden, wie bei allen anderen relevanten Farbstichen.

#### **6.4 Kostüm und Maske**

Bei Kostüm und Maske sollten vor Drehbeginn ein Testdreh stattfinden, sowohl auf Film als auch digital. Bei den digitalen Kameras muss das Flimmern (Moirè Effekt) von Kleidung (gestreift, kariert, teilweise auch bei gewebten Stoffen) beachtet und gedreht werden, in möglichst allen Brennweiten, mit allen Objektiven und Filtern. Die Makeup oder Kleidungsfarbigkeit ist sehr relevant, um keine zu starken Farbigkeiten im Bild zu erreichen.

Die Maske sollte berücksichtigen, dass in den Nahen, durch die hohe Auflösung und dadurch, dass sie jetzt auch in der Fernsehauswertung wiedergegeben werden können, eine sehr unvorteilhafte Darstellung, was die Porigkeit der Gesichtshaut betrifft, entstehen kann. Es müssen mit wesentlich feineren Strukturen im Makeup gearbeitet werden.

#### **6.5 Bühnenbild**

Die höhere Auflösung sollte auch vom Bühnenbild berücksichtigt werden, da unsauber gearbeitete Strukturen eher auffallen, stark reflektierende Flächen leicht zum unschönen Ausbrennen führen.

Variabilität der Wände und anderer Teile des Bühnenbildes sollte für den Lichtaufbau gewährleistet sein. Im Bild eingebaute Leuchtquellen müssen farbecht und dimmbar sein, um bestmöglich mit ihnen arbeiten zu können.

Auch hier gilt es die Farbigkeit von Wänden und Möbeln zu beachten.

## 6.6 Kosten

Vor allem das Einsparpotential bei digitalen Produktionen ist für viele Produktionsfirmen interessant. Man sollte jedoch wissen, dass nicht jeder digital gedrehte Film günstiger in seiner Entstehung ist. Hierzu muss sowohl der Technikentleihpreis beachtet werden, als auch die Materialkosten und die Postproduktion.

### 6.6.1 Verleiher

Ich gehe hier bei Preisangaben vom Listenpreis der Verleiher zum aktuellen Stand aus(12/2009). Drehzeit, Drehzeitraum, persönliche Beziehungen der Produktion zum Verleiher, Menge an entliehenem Material, Attribute des Projektes (Studentenfilm, Prestige Projekt, usw.), aktuelle Marktsituation, wieviel man in die Kaffekasse wirft und andere Faktoren, haben Einfluss darauf, wieviel Prozent Nachlass man bekommt. Die angegebenen Preise bilden somit die Obergrenze.

Alle Preise sind auf einen Tag bezogen und meist zzgl. Mwst..

### 6.6.2 Kamera<sup>95</sup>

-Für eine 35mm Filmkamera kann ich beim Verleiher meiner Wahl, zwischen 80€ und 1400€ laut Liste bezahlen, je nach Modell und Verleiher.

- Für die F35 mit SRW 1 Rekorder, liegt der Listenpreis zur Zeit einheitlich bei 1850€ bis 1900€.

- Für die D21 mit Aufnahmegerät bezahlt man 2100€ mit SRW 1 Rekorder (nur RGB Aufzeichnung) oder 2400€ mit Codex Portable (RAW Aufzeichnung).

- Die RED ONE ist ab 299€ in aufnahmefähigem Setup (nicht Drehfertigem) leihbar, der Preis kann aber auch 600€ oder mehr betragen. Die meisten Verleiher bieten sie aber für 350€ am Tag an.

Zur Datensicherung benötigt man, sofern RAW gedreht wird, noch einen Computer der für ca. 50€ leihbar ist.

---

<sup>95</sup> Siehe berücksichtigte Verleiher



Natürlich sollte beachtet werden, was alles im Paket mit der Kamera dabei ist, also Magazine, Viewfinder, Ladegeräte, Akkus usw.

Des Weiteren kommen bei allen Kameras Optiken, Filter, Stative, Zusatz Monitore u.A. dazu, um ein drehfertiges Setup zusammenzustellen. Da diese Equipmentparts bei allen Kameras dieselben sind, machen sie keinen Unterschied auf den Preis.

Den Preis macht also schließlich die Kamera aus.

### **6.6.3 Materialkosten**

Die hier angegebenen Kosten beziehen sich auf 1 Minute in höchstmöglicher Qualität und nur auf die Kosten des Materialverbrauchs am Set.

Erwähnung finden sollte deshalb der Videoaspekt.

Regisseure haben oft das Gefühl, Video ist günstiger und risikoärmer als Film und drehen deshalb mehr Takes („einen zur Sicherheit, kost' ja nichts.“) und längere Einstellungen.

Dies ist eine Halbwahrheit, vor allem, da man eigentlich mit einem Computer dreht, der bei der Aufnahme auf Hochtouren läuft und sofern man an die Grenzen des Speichermediums geht, riskiert, dass die gesamte Aufnahme oder sogar das Speichermedium selbst beschädigt wird.

(Günstigeres Material darf nicht zur Folge haben, dass Jobs nicht gemacht werden, Einstellungen sollten vorher und nicht im Schnittraum so gewählt werden, dass sie dem Film nützen.) Zwar ist Speicherplatz heutzutage vergleichsweise günstig, jedoch wirkt sich mehr Material auf die Zeit im Schnittraum aus.

Die Kosten beziehen sich auf die Speichermedien, die in der Kamera verwendet werden. Bei Flashspeichern und Festplatten relativieren sich die Kosten dadurch, dass sie gespeichert und wiederbenutzt werden können.

### **35mm chemischer Film**

- 1 Minute Vision3 250D 35mm = 45,42€  
(25fps, 4perf, 28,6m)

### **Sony F35 und Arri D21**

- 1 Minute HDcam SR = 6,24€  
(25fps, 6min, small tape)
- 1 Minute Codex Portable = 0,63€  
(960GB, Diskspeicher, JPEG2000 4:1,4:4:4, 1920x1080, 25fps, 150€ pro Tag)

### **RED ONE**

- 1 Minute Flashspeicher = 2,50€  
(8GB, Compact Flashcard, Redcode 36, 4K, 2:1, 25fps, 10€ pro Tag)
- 1 Minute Festplatte = 0,50€  
(320 GB, RED RAID, Redcode 36, 4K, 2:1, 25fps, 80€)

Die Kosten für die Kopien des Materials, die am Set gezogen werden, müssen natürlich auch berücksichtigt werden. Wie viele Minuten auf eine Festplatte passen kann anhand der Datenrate des Materials errechnet werden. Aufgrund der relativ geringen Datenrate braucht die RED ONE den wenigsten Speicherplatz pro Minute.

Da HDcam SR Tapes und Film nicht am Set durch Kopien gesichert werden, entstehen durch sie, in dieser Hinsicht, keinerlei Kosten.

### **6.6.4 Postproduktion**

Viele Postproduktionshäuser unterstützen Kurzfilmproduktionen, die auf neuen digitalen Kameras gedreht wurden, um sich mit den neuen Workflows bekannt zu machen, solange der Aufwand überschaubar bleibt.

Vor allem durch den geringen Wertverlust von Festplatten und Rechnern durch Benutzung während solcher Projekte, ist es möglich diese Angebote bereitzustellen.

Außerdem gleichen der Know How Gewinn und hauseigene Workflow Test diese Kosten aus.

Da die meisten Filme digitalisiert und am Computer geschnitten werden, gehe ich hier nicht auf den Kostenfaktor der Arbeitskopien beim Hartschnitt ein.

Das Vorliegen der Daten auf HDCam SR erfordert das Vorhandensein von MAZen. Durch Band gestützten Workflow kommt ein hoher Anschaffungspreis der MAZ und deren Verschleiß auf die Rechnung, außerdem das Dateneinladen in Echtzeit und die dafür zuständige Person.

Geht man also vom filebasierten Workflow aus, entstehen die geringsten Kosten im Arbeitsprozess und die direkteste Arbeitmöglichkeiten.

Allerdings müssen auch hohe Anschaffungskosten und Einarbeitungszeit für neue Programme bei der Kostenkalkulation berücksichtigt werden. Genauso kommt das Bereitstellen der Rechenkapazität für die Dauer des Schnitt und des Renderings zum Tragen.

Personell unterscheiden sich die Workflows in der Postproduktion nicht, lediglich im zeitlichen Aufwand und technischer Grundausstattung des Schnitttraumes<sup>96</sup>.

## **6.7 Fazit der Betrachtung der Workflow relevanten Überlegungen**

Für die am Set arbeitenden Gewerke ändert sich durch eine digitale Kamera nur sehr wenig. Die Änderungen lassen sich eher auf die höhere Auflösung in der Projektion/Darstellung beschränken, sofern der Film in HD ausgewertet wird. Kinofilme die auf Film gedreht wurden, mussten schon immer die hohe Auflösung beachten.

Die weichere Lichtsetzung ist wahrscheinlich der einzige Umstand, der wirklichen Einfluss auf die Arbeit am Set hat. Allerdings sehe ich dies nicht als Mehraufwand, sondern als Arbeitsmethode, die genutzt wird, solange wie sich keine Routine mit dem Material (den digitalen Kameras) etabliert hat.

---

<sup>96</sup> Vgl. Film&TV Kameramann, S.14 ff

Für die Postproduktion ändert sich, gegenüber dem Set wesentlich mehr und vor allem grundlegender, da sich auf neue Stationen im Workflow eingestellt werden muss. Neue Programme und der generelle Umgang mit RAW- Daten wird in den nächsten Jahren zu den täglichen Arbeitsabläufen in den Postproduktionshäusern gehören. Selbst wenn jetzt gewisse Skepsis dieser Verarbeitung gegenüber herrscht, wird sie wie jede Neuerung, bald zum Alltag gehören<sup>97</sup>.

## **7 Handling im Produktionsalltag**

Entscheidend für die Anwendung von technischen Neuerungen ist das Handling im Produktionsalltag. Der 35mm Look kann schon seit einigen Jahren durch entsprechende 35mm Adapter auch mit kleinen digitalen Kameras hergestellt werden. Doch hat sich dieses Verfahren nur bedingt durchgesetzt, was nicht nur an den sehr beschränkt Daten, die von den Kameras geliefert werden, liegt, sondern auch an den monströsen und sehr unstablen Riggs, die um die Adapter gebaut werden müssen. Selbst Adaptern, die speziell für Kameras mit Wechseloptiken gebaut werden, liefern nicht die Lichtausbeute und Datenmenge, wie die hier behandelten Kameras.

Durch den Adapter wird die Kamera auch deutlich länger und instabiler in der optischen Achse, weshalb immer wieder das Auflagemaß am Adapter und an der Kamera kontrolliert werden muss.

Um das Handling einer digitalen, im Gegensatz zu einer Filmkamera unterscheiden zu können, will ich hier die Schritte direkt vor dem Dreh und während des Drehs und deren Besonderheiten durchgehen und auf die Unterschiede aufmerksam machen.

---

<sup>97</sup> Vgl. Peter Kerstan, S.139 ff

## 7.1 Ausleihe beim Verleiher

Wie einem der gesunde Menschenverstand schon sagen sollte, muss im Vorhinein mit dem Verleiher kommuniziert werden, um Erfahrungen abzugleichen und das richtige Equipment mit zum Set zu nehmen.

Die RED ONE bekommt alle paar Monate ein neues Update, das sich teilweise durch grundsätzliche Neuerungen stark von der Version davor unterscheidet, deshalb sollte das Update und Erfahrungen damit beim Verleiher erfragt werden.

Auch bei der Sony Kamera gibt es verschiedene Konfigurationen desselben Kameramodells, die verbaute Hardware betreffend. Weshalb Informationen diesbezüglich eingeholt werden sollten. Auch bietet nicht jeder Verleiher alle Möglichkeiten an Speichermedien an.

Das Einmessen der Optiken, das bei der Filmkamera quasi nur beim Verleiher möglich ist und was deshalb auch meist von ihm übernommen wird, ist durch das Auflagemaß der digitalen Kameras einfacher geworden. Doch sollte man deshalb nicht auf die „ideale“ Situation verzichten und es selbst beim Verleiher durchführen.

Beim Abholen sollte jedes Teil auf Funktionalität geprüft und eventuell ausgetauscht werden, besonders wichtig ist das bei Teilen im optischen System. Sensoren sollten nicht in der prallen Sonne angesehen werden, aber bei gedimmten Raumlicht, kann man einen Blick auf den Sensor riskieren, die Kamera sollte während dessen nicht angeschaltet sein. Vor dem Sensor befindet sich bei allen Kameras eine hochvergütete Scheibe, die kratzerfrei und klar sein muss.

Steckverbindungen an Kamera, Monitoren und Kabeln sollten sauber und unbeschädigt sein. Der optische Gesamteindruck des Equipments sollte so sein, dass man glaubt, dass das Equipment den Dreh durchhält, in die Kamera selbst kann man leider nicht schauen, aber sie einmal hochzufahren zeigt meist grobe Mängel auf.

Dies gilt natürlich nicht für Filmkameras.

Bei ihnen sollten sich die mechanischen Teile zum Filmtransport angesehen werden, ob sie einen soliden und festen Eindruck machen. Weiterhin sollte man auch die Ka-

mera laufen lassen und hören, ob nicht- normale Geräusche auftreten, schleifen, kratzen, klappern, knarren usw. .

Das Überprüfen gilt natürlich auch für alle anderen Teile der Ausrüstung.

Die Optiken und Filter müssen kratzerfrei sein.

Es wird bei allen Kameras der Support für 35mm Filmkameras, also 19mm Rohren verwendet. Deshalb sollte nur im Notfall auf 15mm Support, der auf 19mm adaptiert wurde, zurückgegriffen werden, es wackelt so gut wie immer etwas und es ist mehr Spiel im Equipment, was zu ungenaueren Ergebnissen führen kann.

Dreht man digital, wird man am Set glücklicher sein und sich viel Rennerei ersparen, wenn die Akkus nicht die „ausgelutschtesten“ sind, die man finden kann. Es lohnt sich meist am ersten Tag die Zeit zu stoppen, wie lange die Akkus ungefähr durchhalten und festzustellen, ob es Ausreißer gibt.

Bei Filmkameras ist der Punkt Akkus nicht von so großer Bedeutung, da sie weniger Strom verbrauchen als ihre digitalen Genossen, doch ist es auch bei ihnen ein Problem, wenn die Akkus versagen<sup>98</sup>.

## 7.2 Am SET<sup>99</sup>

Sofern man in einem festen SET dreht, ist es sinnvoll einen separaten Raum mit dem Kameraequipment einzurichten, wenn dies nicht geht, sollte das Equipment abseits der Arbeitwege und viel genutzten Pfade zum Raucherraum, gelagert werden.

Auch der Magliner sollte durch dementsprechende Kennzeichnung dem Kameradepartment zuzuordnen zu sein.

Magliner und Basis sollten vor allem von SET- Unerfahrenen, Regisseuren, Schauspielern und jedem der daran nichts zu suchen hat, als NOGO Area akzeptiert werden.

In der Filmkamera geschehen eine Menge mechanischer Abläufe, die durch Verunreinigungen zu Beschädigungen am Material oder zu Beschädigungen an der Kamera

---

<sup>98</sup> Vgl. clapperloader.de, Verleih

<sup>99</sup> Resultierend aus Erfahrungen und Gesprächen über Arbeitsweisen verschiedener Kameraassistenten

führen können. Deshalb sollte man darauf achten, die Kamera möglichst sauber zu halten und vor Staub, Nässe und Dreck zu schützen. Wie im Allgemeinen das gesamte Equipment.

Der Standort des Dunkelsack oder Wechselzettes sollte auch so gewählt sein, dass vor allem feine Staubpartikel wie Sägemehl, Pollen, Asche, usw. nicht hinein geraten können.

Auch die digitalen Kameras haben ein Problem mit Staub. Da sie sich durch die hohen Rechenleistungen selbst kühlen müssen und dafür einen Ventilator besitzen, der zwischen den Takes ununterbrochen läuft und wird damit Dreck in die Kamera gezogen. Dadurch kann die Elektronik geschädigt werden oder der Ventilator, so dass seine Kühlleistung nachlässt oder er durchbrennt.

Mit zunehmender Hitze in der Kamera nimmt auch die Bildqualität ab.

Bei digitalen Kameras sollte der Schwarzabgleich stets bei Arbeitstemperatur der Kamera durchgeführt werden, bei schlechter Kühlung und der daraus resultierenden Erhitzung, verliert der Schwarzabgleich jegliche Grundlage.

Deshalb sollte das Set möglichst sauber gehalten werden.

### **7.3 Die Kamera**

Es ist Ansichtssache, ich vertrete die Meinung, dass der Kameramann/Operator die Kamera lediglich bei Handkamera Einstellungen in der Hand hat, sonst wird sie vom Kameraassistenten (1ter oder 2ter) getragen oder begleitet, wenn sie auf dem Dolly ist. Das hat den Grund, dass die Aufgabe des Kameramann/ der Kamerafrau oder des Operators das Schwenken ist und die Motorik dafür nicht überanstrengt werden sollte.

Das Gewicht einer Kamera beträgt ca.<sup>100</sup>

<b>-Kamerabody</b>	Body mit Viewfinder	Body
D21	11600g	(9300g)
RED ONE	5736g	(4536g)
F35	5850g	(5000g)
Arri Studio	8150g	
Arri Lite	5250g	
<b>-Festbrennweite</b>		
Zeiss Masterprime, PL, 35mm	2200g	
<b>-Magazin (geladen)</b>		
SWR 1 mit Tape	5000g	
RED DRIVE	1200g	
Studio (120m)	3300g	
Lite (120m)	2700g	
<b>-Akku</b>		
V- Mount		
12V (190wh)	1300g	
Akkugurt 24V	5000g	
<b>-Zubehör</b>		
Mattebox	1000g	
Follow Focus	700g	
Rohre	600g	
Douphdale	750g	
Assimonitor TvLogic		
LVM 071W + Akku	2650g	
Support	500g	
Zubehör gesamt: 6200g – 6,2kg		

### Ca. Gewicht der geriggten Kameras:

D21	ca. 25000g – 25,00 kg	(mit externem Rekorder oder Festplatte, nicht ein gerechnet, da nicht zu tragen)
RED ONE	ca. 16636g - 16,636kg	(drehfertig)
F35	ca. 20500g – 20,5 kg	(drehfertig, mit SWR 1 Rekorder)
Arri Studio	ca. 21150g – 21,150kg	(drehfertig)
Arri Lite	ca. 17650g – 17,65 kg	(drehfertig)

<sup>100</sup> Vgl. red.com, arri.de, Datenblatt F35/SWR1, TVLogic.com, Zeiss.de



Bis auf die RED ONE sind alle digitalen Kameras schwerer als eine 35mm Kamera, wobei die Arri Lite nicht zu den leichtesten 35mm Kameras gehört.

Im Drehalltag hat das Gewicht der Kamera natürlich Einfluss auf den gesamten Support wie Stative, Kran und Handkamera- Settings.

Das Filmkameras mit ihrer Auspielung meist nur ein PAL Signal liefern, hat meist zur Folge, dass für Stellproben mehr Zeit eingerechnet werden muss und Kamera- und Schauspielbewegungen sehr exakt sein müssen, um Schärfe annähernd garantieren zu können, was natürlich zu einem großen Maße mit der Erfahrung des 1 ten Assistenten zusammenhängt.

Durch die Möglichkeit, sich auf dem Assi- Monitor ein HD- Signal darstellen zu lassen, kann die Schärfe bei digitalen Kameras direkt am Set schon beurteilt werden.

Mit Erfahrung, der nötigen Zeit und entsprechenden Teilen, ist es möglich an einer Filmkamera kleinere Reparaturen vorzunehmen.

Was, wenn in der Elektronik der Digitalenkamera etwas kaputt ist, nahezu unmöglich ist, geschweige denn ein Softwarefehler tritt auf.

#### **7.4 Material**

Das Material, egal auf welchem Medium, Film oder Digital (Band, Flashspeicher oder Festplatte), sollte nur von den dafür zuständigen Personen „gehandhabt“ werden. Auch die Verbindung der Kamera mit Festplatten, Rekordern und dem Magazin sollte immer mit Ruhe und Routine gemacht werden. Selbst wenn es einfach aussieht, sollte diese Aufgabe nicht leichtfertig, aus Zeitdruck o.Ä. an Praktikanten oder jemanden außerhalb des Departments abgegeben werden.

Durch die hohen Mengen an Daten, die durch die Verbindungen in Echtzeit gesendet werden, sind viele feine Verbindungen im Kabel notwendig, die meist nicht ohne weiteres repariert werden können, weshalb immer ein Backupkabel vorhanden sein sollte.

Das Einlegen eines neuen Magazins bzw. das Wechseln von einer Kassette, Festplatte oder Flashkarte nimmt sich vom Zeitablauf meist nichts.

Bei der RED ONE muss jedoch nach jedem Wechsel des Speichermediums, das Medium formatiert werden, was bei einer zu 50% bespielten Festplatte ca. 5 min dauern kann. Das kann in manchen Drehsituationen eher unproduktiv sein.

Egal ob Filmmagazin, HDcam SR Tape, Festplatte oder Flashspeicher, im bespielten/belichteten Zustand stellen sie ein nicht wiederbeschaffbares Arbeitsergebnis dar. Sie sollten daher durch so wenig Hände wie möglich gehen und sofort als bespielt gekennzeichnet werden.

Zu beachten sind natürlich auch „Störquellen“ die zur Löschung des Materials führen können.

Filmmaterial sollte vor und nach der Belichtung nicht mit Lichtquellen jeglicher Art in „Berührung“ kommen, (man sollte auch Uhren mit selbst leuchtenden Zeigern im Dunksack abnehmen), auch Röntgenstrahlen schaden dem Material.

HDcam SR Tapes speichern, wie alle Bandmedien, die Daten durch Magnetismus, weshalb sie von Magneten, wie sie unter anderem auch in Röhrenmonitoren vorhanden sind, ferngehalten werden sollten. Auch Feuchtigkeit ist für die Bänder nicht gut. Festplatten speichern ihre Daten auch durch Magnetismus, sind aber meist abgeschirmt, was als Sicherheit jedoch mit Vorsicht genossen werden sollte. Aufgrund der kleinen mechanischen Bauteile können Stöße, ruckartige und andauernde Bewegungen tödlich für eine Festplatte sein, genauso wie Flüssigkeiten.

Flashspeicher sind dadurch, dass sie keine mechanisch arbeitenden Teile benötigen und nicht auf Magnetismus zur Datenspeicherung basieren, relativ unempfindlich gegen Umwelteinflüsse, ihre Halbleiter nutzen aber mit der Zeit ab., ihre Lebensdauer liegt zwischen 100.000 und 1.000.000 Speicher-, Lesevorgängen, je nach Qualität.

Festplatten und Flashspeicher sind vor Überspannungen zu schützen.

Hitze, Kälte, Staub, Dreck, Feuchtigkeit, direkter Sonnenschein und schnelle Temperaturwechsel sind für alle Materialien gefährlich und können sie unbrauchbar machen.

Jeder Mat- Assi/ DIT ist gut beraten, möglichst schnell sein Material weg vom Set an einen sicheren Ort zu bringen. Da man beim Drehen auf Festplatte oder Flashspeicher die Möglichkeit hat, das Material mit wenig Aufwand in kurzer Zeit zu duplizieren, sollte es auch geschehen und das möglichst doppelt<sup>101</sup>.

## 7.5 Zusätzliches Equipment

Digital zu drehen bedeutet auch zu sehen, was man dreht und auf das „Original Material“ noch am Set Zugriff zu haben.

Der Kameramann hat die Möglichkeit durch den digitalen Sucher (außer D21) oder den Monitor, das Bild in hoher Auflösung zu beurteilen.

Dem Arbeiten mit Belichtungsmesser und Kontrastglass stehen weitere Werkzeuge zur Seite. Ein Waveform- Monitor und ein Vektorskop darf an keinem Set, das digital dreht, fehlen. Sie ermöglichen eine Signalbeurteilung und können die Wahl der Arbeitsblende unterstützen.

Das Vektorskop ist bei Speisung mit RAW- Daten mit Vorsicht zu genießen, da es selbst nicht das Debayering beherrscht und somit keinen Aufschluss über die Farbigkeit des Bildes liefern kann. Alle Kameras können ein, mit einem Gamma versehenes RGB- Signal ausgeben, das nicht im Signal gespeichert wird, womit die Beurteilung, auf dem Vektorskop möglich wird, wobei hier beachtet werden muss, was für ein Signal beim Vektorscop ankommt (4:2:2, 4:2:0, etc.).

Viele Produktionen werden in 4K oder FULL HD noch für das PAL- Fernsehen produziert, weshalb meist ein PAL und ein HD Monitor am SET vorhanden ist.

Es gibt nicht nur in der Auflösung, sondern auch in den Highlights und Schatten Unterschiede zwischen dem PAL- und dem HD- Bild.

PAL- Bilder neigen zum Vermatschen in den äußeren Belichtungsbereichen.

Das Vermatschen hängt damit zusammen, dass ein sehr potentes Signal in Echtzeit in ein kleineres Signal umgewandelt werden muss (bezogen auf die Auflösung). Da müs-

---

<sup>101</sup> Vgl. Clapperloader.de, arbeiten am Set

sen Abstriche in den Randbereichen der Belichtung in Kauf genommen werden(sie sind die am aufwendigsten zu errechnenden)<sup>102</sup>.

## **7.6 Fazit der Betrachtung des Handlings im Produktionsalltag**

Um mit den Möglichkeiten, die digitale Kameras bieten, richtig umgehen zu können, müssen sie dem Team bekannt sein.

Die Regie muss wissen, dass sie unmittelbaren Zugriff auf das Material hat, der Kameramann/die Kamerafrau und der Oberbeleuchter sollten die Möglichkeiten kennen, die ihnen Waveformer und Vektorscop bieten, um effektiv zu arbeiten. Lässt man die Möglichkeit, sein tatsächliches Bild zu kontrollieren außen vor, kann man natürlich einen Film drehen, verschenkt aber die Chance der Kontrolle und Korrektur, dessen was man dreht.

Dreht man auf chemischem Film, so würde kaum jemand ohne Belichtungsmesser arbeiten und sich nur auf seine Erfahrungen verlassen.

Mit der neuen Technik müssen auch dessen Funktionsweise und die Settings bekannt sein, was einen Lernprozess voraussetzt, den ich ähnlich dem sehe, sich auf eine neue/ andere Kamera einzustellen (Bsp. der Wechsel von Arri auf Aaton, Moviecam, etc.).

## **8 Spezialaufnahmen**

Wenn man sich dafür entscheidet mit einer digitalen Kamera einen gesamten Film zu drehen, sollte man die Grenzen der Kamera genau kennen.

Sowohl was die Belastbarkeit im Produktionsalltag betrifft, als auch die technischen Grenzen, bezüglich Trickaufnahmen.

Sony, RED und Arri geben an, dass ihre Kameras zwischen 0°C und 40°C betrieben werden können<sup>103</sup>. Was wohl ein Dreh in der Arktis oder den Alpen im Winter aus-

---

<sup>102</sup> Vgl. M. A. Uhlig. S.131

schließt. Bei der Build 16 Version und vorher wurde öfter von abstürzenden RED ONE Kameras berichtet, auch von Einsatz diverser Wärmekissen an Kamera und Displays konnte man hören.

LCD- Displays fangen an bei -10°C einzufrieren, wodurch ihre Funktion eingeschränkt wird bzw. ausfällt (Die einzelnen Farben frieren nacheinander ein, wodurch Farbstiche entstehen. Angekündigt wird dieses durch abnehmende Helligkeit und Einschränkung des Betrachtungswinkels.) und was bleibende Schäden hinterlässt.

Auch auf Filmkameras und das Material hat Kälte Einfluss.

Bewegliche Teile, wie der Filmtransport oder die Spiegelblende können festfrieren und bei dem Versuch, sie zu bewegen, brechen. Weshalb man auch in kalter Umgebung die Kamera möglichst trocken halten sollte, um einfrierende Feuchtigkeit zu vermeiden. In beheizten Aufenthaltsräumen sollte die Kamera möglichst in einem Case gelagert werden, um sie vor kondensierender Feuchtigkeit zu schützen.

Das Filmmaterial wird spröde und die Gefahr des Brechens besteht. Auch auf die Filmeempfindlichkeit (ISO/ASA) und die Farbempfindlichkeit hat die Kälte Einfluss.

Kodak empfiehlt in einer Infobroschüre, das Material bis zum Laden in einem temperierten (nicht besonders erwärmt) Behälter (oder am Körper) aufzubewahren.

Es wird der Einsatz von kleinen Magazinen empfohlen.

Man kann den genauen Zeitpunkt, des Einfrierens und Unbrauchbar werdens nicht benennen, doch geht man davon aus, dass ab – 18°C chemische Prozesse in der Emulsion so verlangsamt arbeiten, dass man das Material nicht mehr einschätzen kann. Einige Dokumentarfilmer berichten von Filmmaterial, das bei -30°C anfang in der Kamera zu brechen.

Sowohl bei Film- und Digitalkameras sollte beachtet werden, die Stromversorgung zu gewährleisten. Vor allem, unter dem Gesichtspunkt, dass Akkus in Kälte sehr schnell ihre Ladung verlieren<sup>104</sup>.

---

<sup>103</sup> Vgl. [red.com/arridigital.com](http://red.com/arridigital.com), tech specs/ Datenblatt F35

<sup>104</sup> Vgl. Photography under Arctic Conditions, 2 ff

## 8.1 Chromakey

Die Postproduktionsmöglichkeiten für Trickaufnahmen, wie Blue- oder Greenscreenaufnahmen, die digital oder auf chemischen Film gedreht wurden, sind in keiner Weise eingeschränkt, gegenüber dem jeweils Anderen.

Es sollte sich jedoch im Vorfeld über die bestmögliche Arbeitsmethode informiert werden, z.B. werden bei Kameras mit Bayerpattern bessere Ergebnisse vor Greenscreen erreicht, was an der Filterung des Sensors liegt (50% grün im Gegensatz zu 25%blau).

Das Debayering stellt dabei kein Problem dar<sup>105</sup>.

## 8.2 Under-, Overcranking

Die möglichen Frameraten für Zeitlupen sind unter den Beschreibungen der Kameras angegeben.

Man kann sagen, dass die RED ONE wohl die meisten Möglichkeiten bietet innerhalb eines Codecs zu arbeiten, allerdings müssen auch bei ihr Abstriche in der Datenmenge (120fps nur 2K mit Redcode 28) und Sensornutzung gemacht werden<sup>106</sup>.

Alle drei Kameras bieten die maximale Bildqualität bis 30 fps<sup>107</sup>.

Filmkameras bieten wesentlich mehr Möglichkeiten, ohne Auflösungsverlust, hohe Bildraten aufzunehmen, meist wird dafür Highspeedmaterial eingesetzt >500ASA, wodurch die Körnung zunimmt.

Auch dass mindestens ein Bild pro Sekunde aufgenommen werden muss, ist den digitalen Kameras eigen. Es lassen sich in der Postproduktion Zeitraffer beliebiger Frameraten unterhalb von 1 fps erstellen.

---

<sup>105</sup> Vgl. arridigital.com, greenscreen on Grey's Anatomy/ red.com, shoot on red

<sup>106</sup> Vgl. red.com, tech specs

<sup>107</sup> Vgl. arridigital.com, tech specs/ Datenblatt F35, SWR1

Für höhere Bildraten gibt es, die schon angesprochene Weisscam HSII oder andere Modelle auf dem Markt, die beeindruckende Zeitlupen aufnehmen können (Anti-christ<sup>108</sup>).

## 9 Fazit

„Warum versucht ihr nicht, mit euren Videokameras ein Handwerk zu entwickeln, um eure Bilder zu verbessern?“<sup>109</sup>

*-John Seale*

Ich habe die wichtigsten Punkte, in denen sich chemischer Film und das Arbeiten mit ihm an einem Filmset gegenüber dem Arbeiten mit einer digitalen Kamera mit Vollformat Sensor nun aufgeführt und erläutert.

Ob es relevant ist für den Menschen, der die Kamera bedient, ob ein CCD- oder CMOS Sensor das Bild einfängt oder chemischer Film, ist bewusst kein Punkt dieser Arbeit. Trotzdem werde ich hier, darauf eingehen.

Ich zitiere hier bewusst John Seale<sup>110</sup>, da er mehrere Umstände sehr genau auf den Punkt bringt.

Zu dem Zeitpunkt konnte er allerdings noch nichts von den digitalen Kinokameras wissen, aber er schien schon die Diskussion zu erahnen.

Das Aufnehmen einer Szene erfordert handwerkliches Können im Umgang mit dem Handwerkszeug, Licht und Kamera, mehr oder weniger ist eine Kamera/ das Material nicht und darf es nicht sein.

Ich bin der Ansicht eine Kamera auch nach diesen Gesichtspunkten auszuwählen, als das geeignete Werkzeug, um damit einen Film zu erschaffen.

---

<sup>108</sup> Phantom HD, von Vision Research, visionresearch.com

<sup>109</sup> Peter Ettedegui, S.143, Interview mit John Seale

<sup>110</sup> Kameramann unter anderem bei Gorillas im Nebel(1987), Rain Man(1988), Der englische Patient(1997)

Das Zitat von Christian Berger, welches diese Arbeit einleitet, schlägt in dieselbe Kerbe.

Wo dem Kameramann/ der Kamerafrau früher eine breite Auswahl an Filmmaterialien verschiedener Hersteller zur Verfügung standen, sind neue Materialien hinzugekommen, sowohl neue chemische als auch die digitalen Kameras.

Es gibt Meinungen die sagen digitale Bilder wirken leblos, kalt, steril und es gibt Meinungen die sagen, es liegt nicht daran, dass die Bilder digital sind, sondern an dem Inhalt der Bilder selbst.

Der gewählten Ausleuchtung, Schärfentiefe, den Farben.

Unterschiede gab es zwischen Materialien schon immer, nicht nur die technischen, wie Empfindlichkeit (ASA) und Sensibilisierung (°K). Kameraleute wählen ihr Material bewusst um einen „Look“ in den Film zu bringen.

Vielleicht sieht digitales Material nicht so „filmisch“ aus wie uns Arri, RED, Sony und Co weissmachen wollen, ich denke, dass muss jeder für sich selbst entscheiden. Aber vielleicht wählt man dieses nicht- „filmisch-“ Aussehen, um einen nicht- „filmischen-“ Look in eine Szene, einen Film zu bringen, wo man genau diesen Look haben möchte.

Keine der hier untersuchten Kameras möchte dem chemischen Film die Existenzgrundlage entziehen, keine Kamera könnte dies.

Der Hype geht vor allem davon aus, dass es das erste Mal digitale Kameras gibt, mit denen so gearbeitet werden kann, wie man es vom chemischen Film her gewohnt ist.

Das vor allem Produktionsfirmen darin ein riesiges Einsparpotential sehen, war zu erwarten.

Wie viele sich damit verkalkuliert haben, kann wohl niemand genau beziffern.

Es wäre schön, wenn durch die Möglichkeit, komplett ohne Verbrauchsmaterial zu arbeiten, eine Liberalisierung auf dem Filmmarkt stattfinden würde. Filme, die nicht die nötigen finanziellen Mittel aufbringen können, um sich die gestalterischen Möglichkei-



ten von 35mm zu leisten, können nun entstehen und das erreichen, was Film schon immer wollte, sein Publikum unterhalten<sup>111</sup>.

Technisch stellt sich mir kein Umstand dar, den ich als so gravierend sehe, als dass er eine Kamera, nicht für die Produktion eines Filmes geeignet macht. Die digitalen Kameras sollen die gesamte Breite an Lichtempfindlichkeiten abdecken, die bei einer Durchschnittsproduktion benötigt werden. Bei chemischen Film, stehen dafür diverse Materialien zur Verfügung stehen, deren Emulsionen speziell darauf abgestimmt sind, bestmöglich mit der vorhandenen Lichtmenge zu arbeiten. Die digitalen Kameras schaffen dies, außer in den extrem Bereichend, auch zufrieden stellend. Der Umstand, im Colorgrading volle Kontrolle über die Farbigkeit des Bildes zu habe, ermöglicht mehr Flexibilität am Set und ermöglicht neue Arbeitsmethoden.

Ich denk, dass chemischer Film, vor allem durch die Möglichkeit sein Material oder den Kamerabody, binnen Sekunden an die Drehsituation anzupassen, noch klare Vorteilen im Handling am Set hat und dass chemischer Film noch eine gewisse Zeit technisch, dem digitalen Bild voraus seinen wird.

Auch wenn er den Umstand der sofortigen Verfügbarkeit zur Kontrolle des Materials am Set wahrscheinlich nie aufwiegen kann, wird auch der chemische Film sich stets weiterentwickeln und neue Möglichkeiten bieten.

Die nächste Generation von digitalen Kameras steht bei Arri und RED schon in den Startlöchern und will da ansetzen, wo die Vorgänger ihre Grenzen hatten, mehr Flexibilität, günstigere Preise, mehr Auflösung, höherer Kontrastumfang.

Was sie sicher zu eigen haben, ist dass einige sagen werden, durch sie brauchen wir nie wieder auf chemischem Film zu drehen und andere die werden sie von vornherein ablehnen.

Ich werde die Entwicklungen sehr gespannt verfolgen.

---

<sup>111</sup> R. McKee, S.19

## 10 Wortklärungen

### A

Anamorphic- Auch Anamorph. Durch spezielle Objektive werden Bilder gestaucht aufgenommen und entzerrt wiedergegeben, 2,35:1 wird auf einem 1,33:1 Negativ/Sensor aufgenommen. Dies ermöglicht ideale Nutzung der möglichen Auflösung.

Anschluss- Bildinhalte, die über mehrere Szenen gleich bleiben müssen, z.B. Einrichtungen einer Wohnung, Frisuren, oder wenn eine Szene an verschiedenen Tagen gedreht wird.

Artefakte- Fehler in der Aufnahme oder Umrechnung von Videosignalen.

Ausbrennen- Teile von Video/Filmmaterial, die überbelichtet sind, wo keine Bildinformation mehr wahrnehmbar sind, außer 100% Weiß.

### B

Bildformat- Auch Format. Verhältnis von Breite und Höhe des Bildes zueinander. Bsp. 16:9, 4:3 aus der Fernsehbranche, 1,78:1(16:9), 1,33:1(4:3) aus dem Kino. Das 35mm Negativ in 3perf. gedreht hat ein Seitenverhältnis von ca. 4:3, die D21 von Arri bietet dies auch. Sensoren von HD Kameras haben meist ein Seitenverhältnis von 16:9, z.B. Sony F35. Der Sensor der RED ONE hat ein Seitenverhältnis von 2:1. Durch abkaschen (oben und unten) kann jedes Bildformat erreicht werden.

### C

Chromakey- Durch Auswählen bestimmter Farbigkeit können alle Teile in einem Bild die diese Farbe haben, ersetzt oder verändert werden, Green-/Bluescreen.

Colorgrading- Auch Farbkorrektur oder Farbbestimmung. Postproduktionsschritt in dem Bildinformationen, wie Sättigung, Kontrast, Helligkeit, Weißabgleich etc. ver-

ändert werden können. Vor allem bei RAW Daten gewinnt dieser Schritt an Relevanz. Im Colorgrading kann dem Film ein spezieller Look gegeben werden (bsp. Sin City(2005), Band of Brothers(2001), Charliy und die Schokoladenfabrik(2005))

## D

Dailies- Die entwickelten Aufnahmen des Vortages bei einer Filmproduktion. Meist bekommen diese Dailies die Regie, die Kamera und das Script. Die Dailies sind zur Kontrolle des gedrehten Materials, um möglichst schnell auf Nichtgewolltes (Unschärfen, falsche Belichtung, Fehler der Schauspieler) reagieren zu können und evtl. nachzudrehen. Oder bei Einstellungen mit Anschluss nachzuschauen, wie die Anschlüsse aussehen. (siehe auch Nowies)

debayering- Das Entwickeln der Sensordaten einer Kamera mit Bayerpattern, aus einem s/w Bild wird, durch Einbeziehen der Filterungsdaten, ein Farbbild derselben Auflösung.

## E

EDL- Edit Decision List. Schnittliste auf, der anhand des Timecodes die Schnittfassung in Textform festgelegt wird.

EX1- Kamera von Sony, die das Cinealta Logo trägt, aber Camcordergröße hat.

## F

Format- Verschiedene Bedeutungen. Siehe Bildformat oder Format von aufgenommenen digitalen Bildern/Videos, z.B. .r3d, arriraw etc. Definition für bestimmte Eigenschaften des Formates, Auflösung, Datenrate, fps.

Framing- Der gewählte Bildausschnitt. Festlegen des Frames(Bildes).

Full HD- Eigentlich 1080p. Definition eines HD Formates, in diesem Fall über die Auflösung, die genau 1920 x 1080 Pixel (Breite x Höhe) haben muss und progressiv also in Vollbildern dargestellt wird.

## G

## H

HD- High Definition/ hochauflösend. Wiedergabeformat, das im Gegensatz zu PAL, NTSC oder SECAM, eine höhere Auflösung an Pixel bietet. Bis heute gibt es mehrere Wiedergabeformate die HD sind, unter anderem 720p, 1080i, 1080p.

Highspeed- Eigenschaft von chemischen Filmmaterial, Kameras und Objektiven, die Aufschluss über die Einsetzbarkeit bei Zeitlupen gibt. Abgekürzt auch HS.

HS 2- Digitale Kamera, kompletter Name Weisscam HS 2. Spezifikationen siehe [weisscam.com](http://weisscam.com), [punds.info](http://punds.info)

## I

Interlaced- Darstellung eines Fernsehbildes in Halbbildern, durch das Zeilensprungverfahren.

Interpolation- Rechenverfahren um aus den Daten eines Sensors mit Bayerpattern, ein Farbbild mit derselben Auflösung zu errechnen. Oder ein Bild mit niedriger Auflösung in ein Bild mit höherer Auflösung umzurechnen.

## J

## K

k- Angabe über Auflösung des Scans oder der digitalen Aufnahme eines Films, gemäß seines Bildformates. 2k entspricht 2048x 1108 bei 1,85:1, 4k entspricht dazu 4096x 2216.

## L

## M

Magliner- Vierrädriger Wagen auf dem Equipment am Set transportiert oder in Erreichbarkeit gehalten wird.

## N

Nachträgliches Framing- Den Bildausschnitt in der Postproduktion festlegen, wenn in einem Format gedreht wurde, dass mehr Auflösung bietet, als das Format in dem der Film ausgespielt wird.

Nowies- Aufnahmen, die durch die digitale Speicherung des Materials am Set, sofort zur Kontrolle bereitstehen.

NTSC- Fernsehformat, SD

## O

## P

PAL- Fernsehformat, SD

Pixel aufblasen- Eine Handlung, um die Auflösung eines Filmes zu ändern, in eine höhere Auflösung, als ursprünglich gedreht wurde. Durch Interpolation werden Pixel dazu gerechnet. Filme, die in SD gedreht wurden werden so für HD Auswertung nutzbar gemacht.

Progressiv- Darstellung eines Fernseh- oder Projektionsbildes als Vollbilder.

## Q

Quanteneffizienz- Auch Quantenausbeute. Es handelt sich hierbei um eine Angabe über das Verhältnis, von tatsächlich auftreffender Lichtphotonen zu den durch den Sensor nutzbaren.

## R

rigging- Als rigging bezeichnet man das Drehfertigmachen der Kamera, durch anbringen (aufriggen) der für den Dreh nötigen Gerätschaften auf den Support, wie FollowFocus, Mattebox, Handgriffe, etc. .

## S

Schwarzabgleich- Das Löschen der Spannungen im Sensor, um jeden Pixel auf denselben Spannungswert für Schwarz zu definieren. Ein Schwarzabgleich darf nur mit komplett verschlossener Linse oder verdecktem Sensor durchgeführt werden. Einen Schwarzabgleich sollte man bei Betriebstemperatur der Kamera machen, beim Wechsel von unterschiedlich temperierten Sets und wenn die Kamera vom Verleiher kommt oder länger als einen Tag nicht gelaufen ist. Der Schwarzabgleich muss nur bei digitalen Kameras durchgeführt werden.

SD- Standard Definition, nicht hochauflösend, NTSC, PAL und SECAM haben unterschiedliche Auflösungen zueinander.

Sensor- Auch Chip. Lichtempfindliches Bauteil in der digitalen Kamera zur Bildgewinnung.

Setup- Aufbau/Rigg der Kamera mit nötigem Equipment. Dies beinhaltet auch Objektiv und Magazin und die Kamera selbst.

Spitzen- Auch Kanten. Licht das von hinten oder seitlich, auf das aufzunehmende Objekt geleuchtet wird, um es vom Hintergrund abzuheben. Zum Beispiel als Schimmer im Haar.

Spitzlichter- Das Licht, das sich im äußersten Bereich des Belichtungsspielraumes bewegt oder darüber hinaus geht. Meist in Kanten oder Spitzen.

Stedicam- Stabilisierungssystem das von einem Menschen bedient werden kann, um wackelfreie Bewegungsaufnahmen zu ermöglichen, ohne den Einsatz von Kran oder Dolly. Mittlerweile wird die Stedicam aber auch in Kombination mit allen möglichen Geräten zur Kamerabewegung eingesetzt.

Super 16/35mm- Auch S16/S35. Auf dem Negativ wird, der für die Lichttonspuren vorgesehene Platz zu Bildgewinnung genutzt. Dadurch wird aus dem 4:3 Bild ein 16:9 Bild. Bei 16mm fällt die zweite Perforierungspur weg, um Platz zu gewinnen.

Support- Haltevorrichtungen die an eine Kamera gebaut werden können um für den Dreh wichtiges Equipment daran zu befestigen. Meist Rohre, die unterhalb des Kamerabody durch eine spezielle Platte angebracht werden, um FollowFocus, Mattebox, etc. aufzunehmen. Für 35mm Kameras genormte 19mm Rohre und 16mm Kameras 15mm Rohre. Es gibt aber für spezielle Kamerasetups wie z.B. Kran- oder Stedicamaufnahmen auch anderen Support.

I

U

V

Vektorscop- Gerät zum beurteilen der Bildfarben. Auf ihm werden die Farbanteile des Bildes in Vektoren angezeigt.

Vision- Name des von Kodak hergestellten Filmmaterials. Kodak unterteilt die Generationen in Vision, Vision2, Vision3.

W

Wavefomer- Auch Waveformmonitor. Messgerät auf dem die Bildamplitude des Signals eines Bildes angezeigt wird. Der Waveformer erlaubt die Beurteilung des Lumiazsignals, also der Belichtung. Mit ihm können Bereiche, die überbelichtet sind festgestellt werden und ob das Signal, sauber ist. Vor allem kann diese Gerät zum Einleuchten des Motives und zur Kontrolle, des gedrehten Materials genutzt werden.

X

Y

Z

## 11 Quellen Verzeichnis

Alle Grafische Darstellungen im Kapitel 4 © Simon Hamann.  
Die Bilder in den Kapiteln 2.1 © Kodak.de  
2.2 © red.com  
2.3 © arri.com  
2.4 © sony.com

### 11.1 Firmenpublikationen

Kodak Vision 3 250D 5207, Datenblatt, 2009  
Kodak, Photography under Arctic Conditions, 10/1999  
Sony F35, Datenblatt, 04/2008  
Sony SWR 1, Datenblatt, 2006  
Sony SWR 1, Datenblatt, 2008

### 11.2 Fachzeitschriften

Film&TV Kameramann, 07/2009, Interview mit Christian Berger  
Film&TV Kameramann, 08/2009, Mit Red zum DCP... /Interview mit Stefan Ciupek  
Film&TV Kameramann, 10/2009, Es fließt

### 11.3 Bücher

-Die Chinesische Sonne scheint immer von unten, Achim Dunker, UVK, 5 Auflage 2008  
-Manual der Filmkamertechnik, Matthias A. Uhlig, camera obscura verlag Matthias A. Uhlig, 1 Auflage 2007  
-Technische Grundlagen für Mediengestalter, Detlef Fluch, Asept Verlag, 1 Auflage 2005  
-Der journalistische Film. Jetzt aber richtig., Peter Kerstan, Zweitausendeins, 2. Auflage 12/2002  
-Filmkünste: Kamera, Peter Etedgui, Hrsg Ludwig Moos, Rowohlt Taschenbuchverlag, 1 Auflage (org. Screencraft: Cinematography, RotoVision SA.)  
-Story, Robert McKee, Alexander Verlag Berlin, 4. Auflage 2004 (org. Story,. Substance, Structure, Style, and the Principles of Screenwriting, Regan Books)  
-Das Gefühl des Augenblicks/ Zur Dramaturgie des Dokumentarfilms, Thomas Schadt, Bastei Lübbe Taschenbücher, 2. Auflage 08/2005  
-Ein Lidschlag, ein Schnitt, Walter Murch, Alexander Verlag Berlin, 2. Auflage 2001 (org. In the Blink of an Eye. A Perspective on Film Editing, Silman- James Press)



## 11.4 Internetquellen

BET- Fachwörterbuch, Michael Mücher  
[www.bet.de](http://www.bet.de) /04.12.2009

RDE GmbH  
[www.useddit.com/magnetband\\_story1.0.html](http://www.useddit.com/magnetband_story1.0.html) /04.12.2009

Crew United, Lutz und Zenglein GbR  
[www.crew-united.com](http://www.crew-united.com) /04.12.2009

Internet Encyclopedia of Cinematographers  
<http://www.cinematographers.nl/PaginasDoPh/dod%20mantle.htm> /04.12.2009

Deutschland ein Sommermärchen/ offizielle Homepage  
<http://www.deutschlandeinsommermaerchen.kinowelt.de/sommermaerchen.html>  
/06.12.2009

Spiegel Online, Netzwelt  
<http://www.spiegel.de/netzwelt/tech/0,1518,533699,00.html> /06.12.2009

RED Digital Cinema  
[www.red.com](http://www.red.com) /06.12.2009

ARRI/ Arnold & Richter Cine Technik GmbH & Co. Betriebs KG  
[www.arri.de](http://www.arri.de) /06.12.2009  
[http://www.arri.de/about\\_arri/introduction.html](http://www.arri.de/about_arri/introduction.html) /06.12.2009  
[http://www.arri.de/about\\_arri/history.html](http://www.arri.de/about_arri/history.html) /06.12.2009  
<http://www.arridigital.com/> /06.12.2009  
<http://www.arridigital.com/technical/workflow> /06.12.2009

Arri/Schwarzfilm GmbH  
[www.arri-schwarzfilm.de](http://www.arri-schwarzfilm.de) /06.12.2009

Cinepostproduktion GmbH  
<http://www.cinepostproduction.de/services/> /06.12.2009  
[http://www.cinepostproduction.de/aktuell/FKT\\_Digital-Lab.pdf](http://www.cinepostproduction.de/aktuell/FKT_Digital-Lab.pdf) /06.12.2009

Sony/ Broadcast & Professional Produkte/Sony Professional Solutions Europe (D)  
[http://www.sony.de/biz/view/ShowProduct.action?product=F35&site=biz\\_de\\_DE](http://www.sony.de/biz/view/ShowProduct.action?product=F35&site=biz_de_DE)  
/06.12.2009  
[www.sonybiz.net/hdcamsr](http://www.sonybiz.net/hdcamsr) /06.12.2009 (Datenblätter in PDF)  
<http://www.sony.net/SonyInfo/News/Press/200806/08-069E/index.html> /06.12.2009  
<http://www.sony.de/biz/view/ShowContent.action?contentId=1234863409417&parentF exhibibleHub=1169220709744> /08.12.2009

Auflösung im Kinofilm  
<http://www.students.uni-mainz.de/sprec000/IMPRESSUM.txt>  
<http://sprec000.lima-city.de/Digicam5.html>

FFA/ German Federal Film Board  
[http://www.ffa.de/index.php?page=sdk2006\\_start](http://www.ffa.de/index.php?page=sdk2006_start) /06.12.2009

Moviecollege/ Allary Film TV& Media  
[http://www.movie-college.de/filmschule/medien/digitales\\_kino.htm/](http://www.movie-college.de/filmschule/medien/digitales_kino.htm/) /06.12.2009  
[http://www.movie-college.de/filmschule/postproduktion/workflow\\_film.htm](http://www.movie-college.de/filmschule/postproduktion/workflow_film.htm) /06.12.2009

Academy of Motion Picture Arts and Sciences  
<http://www.oscars.org/science-technology/council/projects/digitaldilemma/> /06.12.2009

heise online/ Herausgeber:Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson  
<http://www.heise.de/newsticker/meldung/Digitales-Vergessen-Lagerfaehigkeit-bleibt-Staerke-von-Filmmaterial-184189.html> /06.12.2009

TapeandMedia.com, LLC  
[http://www.tapeandmedia.com/hdcam\\_tape.asp](http://www.tapeandmedia.com/hdcam_tape.asp) /06.12.2009

Antichrist/ offizielle Homepage  
<http://www.antichristthemovie.com/?language=en> /06.12.2009

Sueddeutsche Zeitung  
<http://www.sueddeutsche.de/kultur/464/469024/text/> /06.12.2009

Festival de Cannes  
<http://www.festival-cannes.com/en/archives/2009/allAward.html> /06.12.2009

Slumdog Millionär/ offizielle Homepage  
<http://www.slumdog-millionaer.de/> /06.12.2009

Nobelprize.org/ Nobelpreis Komitee  
[http://nobelprize.org/award\\_ceremonies/lectures\\_2009.html](http://nobelprize.org/award_ceremonies/lectures_2009.html) /06.12.2009

Pixelmask.de/ Karsten Schindler

[http://www.made-by-karsten.de/ccd/kurs/2\\_2.html](http://www.made-by-karsten.de/ccd/kurs/2_2.html) /06.12.2009

Weisscam/ WEISSCAM GmbH

<http://www.weisscam.com/products/hs-2/specifications.html> /06.12.2009

Videoaktiv/ Aktiv Verlag & Medienservice GmbH

[http://www.videoaktiv.de/Hintergrundinfo/CAMCORDER\\_Hintergrundinfo/Rolling-Shutter-Effekt.html](http://www.videoaktiv.de/Hintergrundinfo/CAMCORDER_Hintergrundinfo/Rolling-Shutter-Effekt.html) /06.12.2009

6mpixel.org/ Dietmar Wüller

[http://6mpixel.org/?page\\_id=94](http://6mpixel.org/?page_id=94) /06.12.2009

Zeiss/ Carl Zeiss MicroImaging GmbH

<http://www.zeiss.de/C1256B5E00496AB1/Contents-Frame/D2A88391A383941BC12573710041217C> /06.12.2009

it- wissen.info/ DATACOM Buchverlag GmbH

<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Streifenfilter-stripe-filter.html> /06.12.2009

Kodak/ Kodak GmbH

[http://www.kodak.com/global/de/corp/historyOfKodak/capturingAnImage\\_de.ihtml?pg-path=2696](http://www.kodak.com/global/de/corp/historyOfKodak/capturingAnImage_de.ihtml?pg-path=2696) /06.12.2009

[http://motion.kodak.com/US/en/motion/Support/Technical\\_Information/Film\\_Video\\_Glossary/index.htm](http://motion.kodak.com/US/en/motion/Support/Technical_Information/Film_Video_Glossary/index.htm) /06.12.2009

Adobe/ Adobe Systems GmbH

<http://www.adobe.com/de/products/dng/?promoid=DRHXB> /06.12.2009

Clapperloader.de/ Matthias A. Uhlig

<http://www.clapperloader.de/> /07.12.2009

henner.info/ Henner Helmers

[http://www.henner.info/super\\_ccd.htm](http://www.henner.info/super_ccd.htm) /09.12.2009

wired.com/ Wired Magazine

<http://www.wired.com/rawfile/2009/11/video-dslr/> /10.12.2009

## 11.5 Verleiher

Die hier einbezogenen Verleiher sind Bundesweit tätig, sowohl durch Filialen als auch durch Versand von Equipment. Andere Verleiher bieten ähnlichen Service.

Cineservice Mausolf

<http://www.cine-service.de/> /06.12.2009

Ludwig Kameraverleih

<http://www.ludwigkameraverleih.de/> /06.12.2009

FGV Schmiedle

<http://fgv-rental.de/> /06.12.2009

Cinegate

<http://www.cinegate.de/news/index.php> /06.12.2009

25p Berlin

<http://www.25p-berlin.de/> /06.12.2009

Bernhard Dino Wunderlich

<http://videoequipmentverleih.de/> /06.12.2009

## **11.6 Relevante Filme**

Da das Abdrucken von Stills, aus Filmen die mit diesen Kameras gedreht wurden, keinen optischen Eindruck vermittelt, über die Bildqualität die diese Kameras erzeugen, gebe ich hier je 3 Projekte oder Filme an, die größten Teils mit einer dieser Kameras Realisiert worden sind.

Ich denke, dass die Beurteilung einer Bewegtbildkamera, auch über bewegte Bilder erfolgen sollte.

Da durch die Möglichkeit des Materialwechsels, bei chemischem Material, ein Film nicht größtenteils auf dem selben Material entsteht, verweise ich hier auf [kodak.de](http://kodak.de), wo Beispielfilder des Vision3 250D Materials zu sehen sind.

### **11.6.1 RED ONE**

STTSMC (2009)

Prod: Datenstrudel Gbr

R: Jörn Hintzner, Jakob Hüfner

B: Philip Pfeiffer

F: Redcode36 4k

Transfer (2008)

Prod: Schiwago Film

R: Damir Lukacevic

B: Francisco Dominguez

F: Redcode36 4k

Schwarz (AT) (2009)

Prod: BR, Filmakademie Ludwigsburg

R: Florian Kerber

K: Wolfgang Busch

F: Redcode36 4k

### **11.6.2 Sony F35**

Renn wenn du kannst (2009)

Prod: Wüste Film Ost

R: Dietrich Brüggemann

K: Alexander Sass

F: HDCam- SR (SQ)

Red Tails (2009)

Prod: Lucas Film

R: Anthony Hemingway

K: John Aronson

F: HDCam- SR & uncompressed auf Codex Disc Rekorder (JPEG2000)

Harry Brown (2009)

Prod: PeaPie Films

R: Daniel Barber

K: Martin Ruhe

F: HDCam- SR

### **11.6.3 Arri D21**

The Bourne Ultimatum (2007)

Prod: Bourne again Ltd

R: Paul Greengrass

K: Oliver Wood

F: Arri Raw

Männersache (2008)

Prod: Constatin Film

R: Gernot Roll

K: Gernot Roll

F: Arri Raw

The Bank Job (2008)

Prod: Mosaic Media Group

R: Roger Donaldson

K: Michael Coulter, BSC

F: Arri Raw

## **12 Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Teile, die wörtlich oder sinngemäß einer Veröffentlichung entstammen, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde noch nicht veröffentlicht oder einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Berlin, den 18. Dezember 2009

Simon Hamann