

---

# **BACHELORARBEIT**

---

Herr  
**Titus Rother**

**Der Umstieg einer Full-HD  
Fernsehproduktion auf UHD  
am praktischen Beispiel  
„Late Night Berlin“**

**2022**

# **BACHELORARBEIT**

---

## **Der Umstieg einer Full-HD Fernsehproduktion auf UHD am praktischen Beispiel „Late Night Berlin“**

Autor:  
**Titus Rother**

Studiengang:  
**Media and Acoustical Engineering**

Seminargruppe:  
**MG18wV-B**

Erstprüfer:  
**Prof. Dipl. Toningenieur Mike Winkler**

Zweitprüfer:  
**Dipl. Ing. (FH) Ruben Dähne**

# **BACHELOR THESIS**

---

## **Changing a Full-HD television- production to UHD on the basis of the practical example “Late Night Berlin”**

author:  
**Titus Rother**

course of studies:  
**Media and Acoustical Engineering**

seminar group:  
**MG18wV-B**

first examiner:  
**Prof. Dipl. Toningenieur Mike Winkler**

second examiner:  
**Dipl. Ing. (FH) Ruben Dähne**

---

## **Bibliografische Angaben**

Rother, Titus

Der Umstieg einer Full-HD Fernsehproduktion am praktischen Beispiel  
„Late Night Berlin“

Changing a Full-HD television-production to UHD on the basis of the practical example  
“Late Night Berlin”

66 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,  
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2022

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>II</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>Formelverzeichnis</b> .....	<b>VI</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>VII</b>
<b>Gender Erklärung</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen</b> .....	<b>2</b>
2.1 Was ist Auflösung? – Das Pixel.....	2
2.1.1 SD.....	4
2.1.2 HD: HD-Ready und Full HD .....	4
2.1.3 2K .....	6
2.1.4 Ultra HD, 4K und 8K .....	7
2.2 Bildsensoren .....	8
2.3 CCD- und CMOS-Sensoren im Vergleich.....	11
2.4 Digitale Videosignale.....	13
2.4.1 Bildaufbau digitaler HD-Signale .....	15
2.4.2 Bildaufbau digitaler UHD-Signale .....	21
2.4.3 Digitale HD-Schnittstellen .....	25
2.4.4 Digitale UHD-Schnittstellen .....	27
2.5 Dynamikumfang .....	29
2.5.1 Definition.....	29
2.5.2 Menschliches Sehvermögen und Farbe .....	29
2.5.3 Dynamikumfang in der Videografie .....	31
2.6 Übertragungsfunktionen in der Bildgebung .....	33
2.6.1 Gamma-Kurven.....	33
2.6.2 Logarithmische Kurven .....	35
2.6.3 HDR-Übertragungsfunktionen .....	36
<b>3 Die Bedeutung eines UHD-Workflows für den Produktionsablauf am praktischen Beispiel „Late Night Berlin“</b> .....	<b>40</b>
3.1 Drehs .....	40
3.1.1 Kamerasysteme .....	41
3.1.2 Referenzmonitore .....	42

---

3.1.3	Speichermedien .....	43
3.2	Studioproduktion .....	44
3.2.1	Bild-/Regietechnik .....	44
3.2.2	Studiokameras .....	46
3.2.3	Signalwege .....	47
3.2.4	Lichttechnik und Lichtdesign .....	48
3.2.5	Kostümbild .....	50
3.2.6	Setbau .....	52
3.3	Postproduktion .....	53
3.3.1	Datenmengen und Datenübertragung .....	53
3.3.2	Materialhandling .....	58
3.3.3	Monitore .....	60
3.3.4	Workstations .....	61
3.3.5	Colorgrading (HDR) .....	63
<b>4</b>	<b>Fazit und Ausblick .....</b>	<b>65</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>XIV</b>
	<b>Anlagen .....</b>	<b>XIX</b>
	<b>Eigenständigkeitserklärung .....</b>	<b>LXXVII</b>

## Abkürzungsverzeichnis

2K (Film) .....	Bezeichnung spezieller Auflösungen für Film und Video
4K .....	Bezeichnung spezieller Auflösungen für Film und Video
8K .....	Bezeichnung spezieller Auflösungen für Film und Video
A/D bzw. D/A .....	Analog-Digitalwandlung bzw. Digital-Analogwandlung
BNC .....	Steckverbindung (Bayonet Neill Concelman)
CCD .....	Charge-coupled Device
CCIR .....	Comité Consultatif International des Radiocommunications
cd/m <sup>2</sup> .....	Candela pro Quadratmeter (Nit)
CIF .....	Common Image Format / Common Intermediate Format
CMOS .....	Complementary metal-oxide-semiconductor
CRI .....	Color Rendering Index
DCI .....	Digital Cinema Initiatives
DFS .....	distributed file system
DPI .....	dots per inch
DVI .....	Digital Visual Interface
EB-Kamera .....	elektronische Berichterstattung (ugs. für 2/3-Zoll-Kameras)
EDR .....	Extended Dynamic Range
EOCF .....	Electronical-Optical Conversion Function
EOTF .....	Electro-Optical Transfer Function
FOH .....	Front of House
FPS .....	frames per second
GHz .....	Gigahertz
GOP .....	Group of Pictures
HD .....	High Definition
HDCP .....	High Bandwidth Digital Content Protection
HDMI .....	High Definition Multimedia Interface
HDTV .....	High Definition Television
HEVC .....	High Efficiency Video Coding
HFR .....	High Frame Rate
HLG .....	Hybrid Log-Gamma
I/O-Boards .....	In- und Output-Boards
IT .....	Informationstechnologie
ITU .....	International Telecommunication Union
ITU-BT .....	International Telecommunication Union Broadcasting service (television) - Empfehlungen nach ITU
LSB .....	least significant bits
MSB .....	most significant bits
OCP .....	Operator Control Panel
OECF .....	Opto-Electronical Conversion Function
OETF .....	Opto-Electronic-Transfer-Function (aufnahmeseitige Übertragungskennlinie)
P- und B-Frames .....	Predicted- und Bi-Directional-Frames
PAL .....	Phase-Alternating-Line (Fernsehnorm)
PCI .....	Peripheral Component Interconnect
PPI .....	pixel per inch
PQ .....	Perceptual Quantizer
pxPixel	
RAM .....	Random Access Memory
Rec. ....	Spezifikationsstandard bzw. Empfehlung (engl.: recommendation)
RGBA .....	RGB-Farbraum mit extra Alpha-Kanal

---

SAV und EAV.....	Start of Active Video / End of Active Video
SD .....	Standard Definition
SDI .....	Serial Digital Interface
SDTV .....	Standard Definition Television
sF.....	segmented Frames
SMPTE .....	Society of Motion Picture and Television Engineers
sRGB .....	Standard-RGB-Farbraum
SSD .....	Solid State Drive
TBC .....	Time Base Corrector
TRS.....	Timing Reference Signal
UHD .....	Ultra High Definition
VKS .....	Videokreuzschiene
WCG .....	Wide Color Gamut
YPbPr .....	Farbmodell aus Luminanz- und Chrominanz-Informationen

## Formelverzeichnis

$$\text{Photonenenergie } E = h \cdot f = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\text{SD - Luminanzsignal } Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B$$

$$\text{HD - Luminanzsignal } Y = 0,213R + 0,715G + 0,072B$$

$$\text{UHD - Luminanzsignal } Y = 0,2627R + 0,6780G + 0,0593B$$

$$\text{Farbdifferenzkomponente } C_R \text{ für UHD } C_R = 0,678 (R - Y) = \frac{0,5}{0,737} (R - Y)$$

$$\text{Farbdifferenzkomponente } C_B \text{ für UHD } C_B = 0,531 (B - Y) = \frac{0,5}{0,9407} (B - Y)$$

$$\text{Bildpunktfrequenz } f = px (\text{Breite}) \cdot px (\text{Höhe}) \cdot \text{Bildwechselfrequenz [Hz]}$$

$$\text{Übertragungszeit für Dateien } t \text{ [s]} = \frac{\text{Datengröße [GB]}}{\text{Übertragungsgeschwindigkeit [GB/s]}}$$

$$\text{Speicherkapazität} = \text{Bitrate [Mbit/s]} \cdot t$$

# Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b> - Beispiel einer 50x50 Farbmatrix und Darstellung eines Kreises und einer Schrägen Linie in einer 50x50 und 200x200 Matrix (eigene Darstellung).....	3
<b>Abbildung 2</b> - HD-Logos (Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 548.).....	6
<b>Abbildung 3</b> - Maßstabsgerechter Vergleich von Video- und Filmauflösungen (Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 168.) .....	8
<b>Abbildung 4</b> - Ausleseverfahren und Struktur von Röhren-, CCD- und CMOS-Sensoren (Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 390.) .....	11
<b>Abbildung 5</b> – typische „Rolling Shutter“ Bildartefakte (Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 399.) .....	12
<b>Abbildung 6</b> – schematische Gegenüberstellung von CMOS- (links) und CCD-Sensoren (rechts) (Christian Demant et al., Industrielle Bildverarbeitung. S. 230 und S. 233.).....	13
<b>Abbildung 7</b> – Farbbalken-Testbild mit 100% Sättigung (Burosch, K.: Farbbalken Testbild.) .....	16
<b>Abbildung 8</b> - Vergleich: Graustufen eines SD- und HD-Signals am Beispiel des Farbbalkentestbildes (Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 160.).....	16
<b>Abbildung 9</b> - progressiv segmented frame (PsF) (eigene Darstellung) .....	18
<b>Abbildung 10</b> - Vergleich der Farbräume nach Rec 709 und Rec 2020 (Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 171.) .....	23
<b>Abbildung 11</b> - Vergleich: Graustufen eines HD- und UHD-Signals am Beispiel des Farbbalkentestbildes (Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 172.).....	24
<b>Abbildung 12</b> - Aufteilung eines 2160-Zeilen-Bildes in 4 HD-Subimages (ITU, BT.2077. S. 116.) .....	28
<b>Abbildung 13</b> - SDR vs. HDR am Beispiel einer Fußballübertragung (DFL: UHD/HDR.) .....	32
<b>Abbildung 14</b> - Spannungs-Intensitätsverhalten von Röhrenmonitoren und zusätzlich eingezeichnete Kamera-Kompensationskurve (rot) (Eberhard Hasche, Game of Colors. S. 42.) .....	34
<b>Abbildung 15</b> - Aufnahme einer Szene in S-Log und nach dem Standard Rec.709 – AUS (SONY, S-Log).....	36
<b>Abbildung 16</b> - Kennlinien nach ITU-R 709 und S-Log, C-Log, etc. (Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 486.) .....	36
<b>Abbildung 17</b> - Minimale Kontrastschrittweite von HLG und PQ bei 10 Bit und 1000 nits (Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 190.).....	37
<b>Abbildung 18</b> - Minimale Kontrastschrittweite bei PQ mit 10 bzw. 12 Bit und 10000 cd/m <sup>2</sup> (Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 192.) .....	38
<b>Abbildung 19</b> - Blockschaltbild der Studioinfrastruktur von Late Night Berlin (eigene Darstellung).....	45
<b>Abbildung 20</b> - HD-Definitionen nach EBU (Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 162.) .....	XX
<b>Abbildung 21</b> - Blockschaltbild LNB Studioinfrastruktur in groß (eigene Darstellung) .....	XXI
<b>Abbildung 22</b> - Gegenüberstellung zweier Videodateien in UHD, 10 Bit, progressiv (eigene Darstellung) .....	XXII

## **Gender Erklärung**

Zur besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Es wird das generische Maskulinum verwendet, wobei alle Geschlechter gleichermaßen gemeint sind.

## Vorwort

Die vorliegende Bachelorarbeit behandelt die Fragestellung „Inwieweit wird das Produktionsgeschehen von `Late Night Berlin´ durch einen Umstieg von Full-HD auf UHD beeinflusst?“. Aufgrund meines persönlichen Interesses an der Weiterentwicklung medientechnischer Systeme, entschied ich mich dazu eine qualitative Forschung anhand von Experteninterviews durchzuführen.

Nach meinem halbjährigen Praktikum erhielt ich das Angebot eines werkstudentischen Arbeitsverhältnisses und somit die Möglichkeit meine Abschlussarbeit für mein Studium „Media and Acoustical Engineering“ anzufertigen. Sowohl das betreuende Unternehmen, die Florida Entertainment GmbH aus Berlin, als auch ich, teilten dabei das Interesse einer stetigen Entwicklung neuer Herausforderungen und Ziele. Zur Themenfindung trugen erste Überlegungen zur Forschungsthematik der Produktionsleitung sowie die Einbringung meiner eigenen Ideen bei.

Ich möchte mich an dieser Stelle vor allem bei dem Produktionsleiter der Late Night Berlin für die Vermittlung an die tätigen Gewerke bedanken. Ebenfalls gebührt mein Dank allen Interviewten der Gewerke Studiotechnik, Lichttechnik, Kostümbild, Bühnenbau, Postproduktion und Produktion, ohne die meine Forschung nicht möglich gewesen wäre.

Danke sagen möchte ich ebenso für das meinen Forschungsfragen entgegengebrachte Interesse aller Befragten, die ausführlichen Interviewgespräche und die tiefen Einblicke in das technische Geschehen im Studio durch den Produktionsingenieur der Late Night Berlin.

Abschließend danke ich meinem Projektbetreuer (Zweitprüfer) für alle klärenden Gespräche im Rahmen dieser Arbeit.

Diese Bachelorarbeit ist der Florida Entertainment GmbH gewidmet, welche mir durch das überaus freundliche und hilfsbereite Kollegium stets Freude an der Ausarbeitung meiner ersten Abschlussarbeit bereitete.

Titus Rother

Berlin, 20.08.2022

# 1 Einleitung

„Schärfer als die Realität“. Viele deutsche Fernsehsender warben bereits mit diesem Slogan bei der vollständigen Umstellung ihres Programms auf das Full-HD-Format. Doch seit dessen offizieller Einführung hat sich die Technik stetig weiterentwickelt, wovon auch die Medientechnik profitieren konnte. Dieser Aufschwung zeigt sein Ausmaß bereits bei den aktuellen zum Kauf angebotenen Fernsehgeräten. Der Markt wird regelrecht überflutet von besonders großen und mit „4K/UHD“, „8K“ oder gar „16K“ gelabelten Displays, welche eine außerordentlich hohe Auflösung versprechen. Daher mag der oben genannte Slogan in Bezug auf Full-HD gar nicht mehr zeitgerecht erscheinen.

Was Full-HD, sowie 4K und weitere Formate überhaupt auszeichnet wird in der vorliegenden Arbeit analysiert. In Bezug auf das Fernsehen steht der Forschungsgegenstand der Fernsehproduktion im Mittelpunkt. Dem Leser wird ein Einblick in das aktuelle Geschehen bei der Berliner Produktionsfirma „Florida Entertainment GmbH“ (nachstehend bezeichnet als Florida TV) gegeben und im gleichen Zug am Beispiel der Sendung „Late Night Berlin“ analysiert, inwieweit das gesamte Produktionsgeschehen von einem Umstieg von Full-HD auf UHD betroffen sein würde. Hierbei werden technische sowie nicht technische Konsequenzen für eine Vielzahl der tätigen Gewerke außerhalb und innerhalb des Studios, mithilfe von Experteninterviews, beleuchtet. Anhand dieser Forschungsmethode kann ein differenziertes und ausführliches Modell des derzeitigen Zustandes geschaffen und Komplikationen im Sinne der angestrebten UHD-Produktion aufgezeigt werden. Zu erwartende technische Schwierigkeiten sowie die für einen Umstieg notwendigen Neuerungen werden auf Basis der weitreichenden Grundlagen zu den Themen Auflösung, Bildentstehung, Signaltechnik und Übertragungsfunktionen ausgearbeitet. Konsequenzen nichttechnischer Art sind ohne Praxiserfahrung nicht aufzuweisen, dennoch auch im Rahmen des Umstieges zu erwarten.

Die Thematik des UHD-Formates scheint hinsichtlich der auf dem Markt bereits existierenden Endgeräte, sowie Filmen und Serien in 4K bzw. UHD, erst einmal nicht neu. Dennoch ist diese für das deutsche Fernsehen von hoher Relevanz, da dieses gegenwärtig, bis auf wenige Ausnahmen, grundlegend vom Full-HD-Format geprägt ist.

## 2 Grundlagen

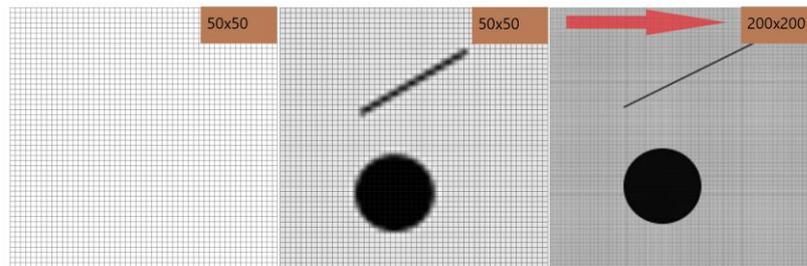
### 2.1 Was ist Auflösung? – Das Pixel

Um Aussagen über die Auflösung eines digitalen Bildes treffen zu können, muss dieses schematisch in wahrnehmbare Elemente zerlegt werden. Damit man diesen anschließend konkrete Werte zuordnen kann, müssen diverse Abstände zwischen Bildelementen wie bspw. Linien, Linienpaaren oder Punkten bestimmt werden. So wird in der Fotografie die Auflösung oft durch Linienpaare definiert. Die Computertechnik nutzt hierzu eine heute weitaus gängigere Maßeinheit, bei der es sich um das kleinste adressierbare Bildelement handelt – Der Aufzeichnungspunkt oder auch das „Pixel“ (px)<sup>1</sup>. Bei dem Wort „Pixel“ handelt es sich um ein aus der englischen Sprache stammendes Kunstwort, welches sich aus den Worten „picture“ und „element“ zusammensetzt. Es definiert die kleinste Flächeneinheit eines digitalisierten Bildes<sup>2</sup>. Der Autor Thomas Waldruff spricht von der Notwendigkeit der Verwendung einer Farbmatrix zur Anordnung von Pixeln. Bei dieser Matrix handelt es sich um ein quadratisches Schema, in dem Zeilen und Spalten Pixel für Pixel jeweils die Bildhöhe und Bildbreite illustrieren (s. Abbildung 1 links). Je mehr Pixel diese Matrix beinhaltet, desto schärfer können Details und Rundungen oder schräge Linien dargestellt werden. Die Erstellung einer solchen Matrix ist trivial und bedarf daher keiner umfänglichen Erläuterung, da jedes Pixel einer Matrix exakt gleich groß und immer quadratisch ist.

---

<sup>1</sup> vgl. Thomas Waldruff, Digitale Bildauflösung. S 29 ff.

<sup>2</sup> vgl. Joachim Böhringer u.a., Kompendium der Mediengestaltung. S 128.



**Abbildung 1** - Beispiel einer 50x50 Farbmatrix und Darstellung eines Kreises und einer Schrägen Linie in einer 50x50 und 200x200 Matrix (eigene Darstellung)

Nutzt man den Abstand zweier Linien zueinander zur Bestimmung einer Auflösung, so erhält man meist sehr kleine Zahlenwerte wie bspw. 0,004 Zentimeter (cm), was umgerechnet 40 Mikrometer ( $\mu\text{m}$ ) entspricht. Andererseits kann man hier auch den Kehrwert des Abstandes zur Hilfe ziehen und bestimmen, wie oft dieses 40  $\mu\text{m}$  große Bildelement in eine Bildfläche von einem Zentimeter Breite passen würde. In diesem Fall entspricht dies einem Wert von 250 pro cm oder 250/cm. Weitere wohl bekanntere Maßeinheiten, welche sich nun auf Objekte pro Zentimeter bzw. Inch (1 Inch = 25,4 mm) beziehen und als US-Einheiten gelten, lauten DPI (dots per inch) und PPI (pixel per inch). Beide werden oft im europäischen Raum durch den signifikanten Einfluss des amerikanischen Computermarktes angewendet<sup>3</sup>.

Im Videobereich gibt die Auflösung Aufschluss über die Detailreife eines Bildes und lässt darauf schließen, wie realistisch dieses abgebildet wird. Sie wird anhand eines Seitenverhältnisses (Bildbreite (in px) x Bildhöhe (in px)) angegeben. Gängige Bildseitenverhältnisse sind hierbei 16:9 im allgemeinen Consumer- und 21:9 bspw. im Kinofilmbereich. Stößt man auf Auflösungsangaben wie 480p oder 1080i, so gibt diese Zahl immer die Gesamtzahl aller vertikal im Bild verlaufenden Pixel an. Die Buchstaben p (progressiv) und i (interlaced) geben dabei lediglich Aufschluss über die verwendete Bildabtastung, also ob gleichzeitig alle Bildpunkte nach der Bildaktualisierung sichtbar sind, oder nur jede zweite Zeile des Vollbildes. Beim Interlacing spricht man auch vom Zeilensprungverfahren, durch welches Bandbreite eingespart wird<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> vgl. Thomas Waldruff, Digitale Bildauflösung. S 29 ff.

<sup>4</sup> vgl. Leonard, M. et al, Videoauflösung. (Stand: o. D.) URL:

<https://www.adobe.com/de/creativecloud/video/discover/video-resolution.html> [30.01.2022].

In den folgenden Abschnitten werden die verschiedenen Videoauflösungen, welche sich Laufe der Zeit entwickelt und durchgesetzt haben, thematisiert.

### **2.1.1 SD**

Historisch betrachtet ist das SD-Format von großer Bedeutung. Etwa 50 Jahre lang hatte das analoge und digitale Fernsehen, je nach Bildseitenverhältnis, eine Auflösung von 625 bzw. 525 oder 576 bzw. 480 aktive Zeilen. Die Abkürzung SD bzw. SDTV steht hierbei für „Standard Definition Television“ und wird seit den 1950er Jahren verwendet. Zu der Zeit war ein Bildseitenverhältnis von 4:3 gängig<sup>5</sup>. Beim analogen Fernsehen wurde die wiedergegebene Auflösung durch die standardisierte Videobandbreite von 5MHz limitiert. Mit Einführung der Norm „PALplus“ ging auch die Einführung eines 16:9 Breitbildes für Consumer-Geräte einher<sup>6</sup>. Somit kommen verschiedene Auflösungen zustande, wenn man von der SD-Auflösung spricht<sup>5</sup>.

### **2.1.2 HD: HD-Ready und Full HD**

Infolge zahlreicher Versuche endgültig das HD-Format (High Definition Format) für den Consumer-Bereich einzuführen, entstanden die Formate HD-Ready und Full-HD. Die ersten Erprobungen der Durchsetzung der hochaufgelösten Formate begannen bereits in den 1980er Jahren. Diese dauerten jedoch einige Jahrzehnte an, bis mithilfe des digitalen Fernsehens um das Jahr 2010 herum ein Durchbruch gelang. Die deutschen Fernsehsender ARD und ZDF stiegen zu Beginn desselben Jahres vollständig auf das HDTV-Programm (High Definition Television) um. Seither gilt die Full-HD-Auflösung mit einem Bildseitenverhältnis von 16:9 und einer Gesamtauflösung von 1920 x 1080 px als Standard für das Fernsehen<sup>6</sup>. Um Verwechslungen der zwei Formate auszuschließen, werden diese im Folgenden einzeln betrachtet.

---

<sup>5</sup> vgl. Walter Fischer, Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis. S. 103.

<sup>6</sup> vgl. Ebd., S. 171.

Durch die Einführung zweier HD-Standards kam es zur Verunsicherung der Konsumenten. Demzufolge mussten für die eindeutige Beurteilung der Leistungsfähigkeit bspw. von TV-Geräten eindeutige Standards definiert werden. In diesem Rahmen wurde festgelegt, dass HD-Ready-signierte Geräte spezifische Mindestanforderungen erfüllen müssen. Festgelegt waren nach dato, neben einer Mindestauflösung von 720 Zeilen und einem Bildseitenverhältnis von 16:9, noch weitere Kriterien. Es sollten nicht nur Bilder mit einer Auflösung von 1280 x 720 px wiedergegeben werden können. Die Geräte sollten ebenso befähigt sein, ein vollwertiges Full-HD-Bild nach einer Skalierung und mithilfe des Zwischenzeilenverfahrens (Interlacing), abzubilden<sup>7</sup>. Dies galt für alle Geräte, welche mit einer Netzfrequenz von sowohl 50 als auch 60 Hz gespeist wurden. Außerdem waren Features wie ein analoges YPbPr, sowie digitale DVI (Digital Visual Interface) und HDMI-Interfaces (High Definition Multimedia Interface) notwendig um den Ansprüchen zu entsprechen<sup>8</sup>. Genannte digitale Interfaces mussten durch HDCP (High Bandwidth Digital Content Protection) geschützt werden um unerlaubtes Aufzeichnen über die Schnittstellen zu verhindern. Das YPbPr Farbmodell wird über den Component-Videoanschluss übertragen und unterscheidet sich zum YUV Farbmodell lediglich durch die Skalierung der Farbdifferenzsignale Blau (Pb) und Rot (Pr)<sup>9</sup>. Wie sich die Farbdifferenzkomponenten zusammensetzen wird unter anderem im Abschnitt über den Aufbau digitaler Videosignale dieser Arbeit erwähnt. Diese Anforderungen an technische Geräte wurden durch die Herstellervereinigung „Digital Europe“ festgelegt.

Die Nachfolger der beschriebenen Geräte wurden mit „HD Ready 1080p“ signiert. Somit wurde folglich die Bezeichnung Full-HD gängig, jedoch nicht durch Digital Europe klassifiziert. Sie beschreibt jene Geräte, welche in der Lage sind, ohne Skalierung und bei progressiver Abtastung, Bilder mit einer Gesamtauflösung von 1920 x 1080 px wiederzugeben. Mittlerweile gilt HD-Ready als veraltet. Es ergab sich, dass Technikhersteller nur noch Bildschirme mit einer Mindestauflösung welche der Full-HD Auflösung

---

<sup>7</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S 548.

<sup>8</sup> vgl. Walter Fischer, Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis. S. 107 ff.

<sup>9</sup> vgl. Bluray-disc.de, YPbPr - Definition, Erklärung & Bedeutung. (Stand: o. D.) URL: <https://bluray-disc.de/lexikon/ypbpr> [09.09.2022].

entspricht, herstellen. Bildschirmauflösungen welche über dieses Maß hinausgehen sind längst nicht mehr unüblich.<sup>10</sup>



**Abbildung 2 - HD-Logos**  
(Ulrich Schmidt, *Professionelle Videotechnik*. S. 548.)

### 2.1.3 2K

Noch bevor im TV-Bereich der HD-Standard eingeführt wurde, galt im Kinofilm-Bereich eine Auflösung im sogenannten 2K-Format mit 24 oder 30 Bildern pro Sekunde als üblich. Hierbei steht das „K“ für Kilo und beschreibt das Tausendfache einer Einheit. In diesem Fall entspricht das 2K-Kinofilmformat einer Auflösung von 2048 x 1536 px und somit einem Bildseitenverhältnis von 4:3. Bis zur Veröffentlichung des 3D-Kinofilms „Avatar“ im Jahr 2008 war fast kein Kino mit digitalen Projektoren ausgestattet. Aus ökonomischer Sicht für die Projektion von dreidimensionalen Objekten auf einer zweidimensionalen Leinwand sind diese jedoch notwendig, wodurch immer mehr Kinos digitale Projektoren nachrüsteten. Etwa ein Jahrhundert lang wurde der analoge 35mm-Film verwendet<sup>11</sup>.

Da im Filmbereich nicht immer das Vollformat, sondern oft auch ein Bildseitenverhältnis von 1,85:1 verwendet wird, ergibt sich für die 2K-Auflösung, ausgehend von 2048 horizontalen Abtastwerten, eine Gesamtauflösung von 2048 x 1107 px. Somit liegt diese Auflösung nahe der Gesamtauflösung eines 1,77:1 (16:9) Full-HD-Bildes, ist aber nicht identisch. Wird die Full-HD-typische Zeilenanzahl von 1080 beibehalten und das genannte 2K-Bildseitenverhältnis unter Berücksichtigung quadratischer Pixel angewendet, so ergibt sich die für das digitale Kino festgelegte Auflösung von 1998 x 1080

---

<sup>10</sup> vgl. Walter Fischer, *Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis*. S. 109.

<sup>11</sup> vgl. Ebd., S. 171.

px. Zuletzt besitzt das als „Cinemascope“ bezeichnete Breitbildformat im Bildseitenverhältnis von 2,39:1 eine Auflösung von 2048 x 858 px<sup>12</sup>.

### 2.1.4 Ultra HD, 4K und 8K

Ultra High Definition (UHD) ist in der Empfehlung BT.2020 nach ITU (International Telecommunication Union) als erneute Weiterentwicklung des bestehenden HD-Standards definiert. In allgemeiner Betrachtungsweise umfasst diese eine Vervierfachung der gesamten Bildpunkte, also eine Verdoppelung in jeder Dimension, gegenüber des HD-Standards. Somit ergibt sich eine Gesamtauflösung von 3840 x 2160 Bildpunkten. Diese Auflösung wird als UHD<sub>1</sub> bezeichnet. Auch hier ist ein Bild-Seitenverhältnis von 16:9 und ein Pixelseitenverhältnis von 1:1 (quadratisch) einzuhalten<sup>13</sup>. Die kompakte Bezeichnung „4K“ wird hier oft angewendet, ist faktisch jedoch nicht ganz exakt. Diese entstand durch die Abtastung analogen Filmmaterials. Bei 4K entspricht dies einer Abtastung mit 4096 Werten in der Horizontalen. Wie auch beim 2K abgetasteten Film im Vollformat ergibt sich für 4K hier ein Pendant. Ausgehend von einer Bildhorizontalen und -vertikalen mit der doppelten Anzahl an Bildpunkten zu 2K, lässt sich für den Vollformat-4K-Film eine Gesamtauflösung von 4096 x 3112 px errechnen<sup>14</sup>.

Die DCI (Digital Cinema Initiatives) definiert daher eine weitere gängige 4K-Auflösung von 4096 x 2160 Bildpunkten, woraus sich ein Seitenverhältnis von 1,9:1 ergibt. Hierbei handelt es sich um einen Standard der Filmindustrie und ist nicht mit UHD<sub>1</sub> zu verwechseln<sup>15</sup>.

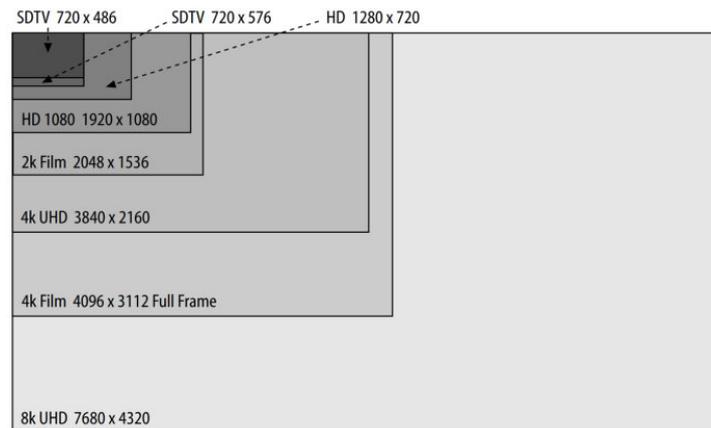
---

<sup>12</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 168.

<sup>13</sup> vgl. ITU-R, BT.2020-2. (Stand: Oktober 2015) URL: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2020-2-201510-!!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2020-2-201510-!!!PDF-E.pdf) [14.08.2022].

<sup>14</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 168.

<sup>15</sup> vgl. Digital Cinema Initiatives (DCI), DIGITAL CINEMA SYSTEM SPECIFICATION. (Stand: o. D.) URL: <https://www.dcinovies.com/specification/index.html> [20.01.2022].



**Abbildung 3** - Maßstabgerechter Vergleich von Video- und Filmauflösungen  
(Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 168.)

Verdoppelt man erneut die Auflösung des UHD-1-Standards, so erhält man eine Gesamtauflösung von 7680 x 4320 px. Diese Auflösung entspricht dem UHD-2-Standard bzw. 8K UHD. Auch hier ist die Bezeichnung „8K“ wieder nicht ganz exakt. Als 8K bzw. 8K-DCI (Definition nach Digital Cinema Initiatives) wird jene Auflösung eines Videobildes bezeichnet, welche im Bildseitenverhältnis von 17:9 eine Pixelanzahl von 8192 x 4320 px aufweist<sup>16</sup>.

## 2.2 Bildsensoren

Allgemein betrachtet dient ein Bildsensor bzw. Bildwandler einer elektronischen Kamera der Umsetzung von gegebenen Lichtverteilungen in elektrische Signale. Dabei variieren die Lichtverhältnisse stark zwischen den abzubildenden Aufnahmen. Die Sensorfläche ist für die Wandlung in kleine Einheiten, sprich Pixel, eingeteilt. Jedes Pixel repräsentiert nach Messung der Lichtwerte einen einzelnen Helligkeitswert. Wie

---

<sup>16</sup> vgl. Mücher, M, Online-Lexikon – 8K-DCI. (Stand: o. D.) URL: <https://www.bet.de/lexikon/8kdc> [05.05.2022].

bei der Auflösung gilt auch hier, dass eine höhere Anzahl an vorhandenen Bildpunkten auch eine höhere Detailreife des finalen Bildes bedeutet<sup>17</sup>.

Der sogenannte photoelektrische Effekt oder kurz Photoeffekt innerhalb von Halbleitern gilt als physikalische Grundlage der Funktion der allgemein bekannten CMOS-, CCD- und Röhren-Sensoren. Dieser Prozess beschreibt drei ähnliche, aber doch unterschiedliche Vorgänge, bei denen Elektronen aus einer Bindung mit einem Festkörper gelöst werden. Die Elektronen-Bindung in einem Atom bzw. Valenz- oder Leitungsband wird durch die Absorption eines Photons, welches während des Lösevorganges mindestens über dieselbe Energie wie die Bindungsenergie des Elektrons verfügen muss, gelöst. Die erwähnten Vorgänge heißen innerer und äußerer photoelektrischer Effekt, sowie Photoionisation. Der innere photoelektrische Effekt unterscheidet sich zum äußeren photoelektrischen Effekt insofern, dass zusätzlich zum Herauslösen von Elektronen aus Halbleitern auch Lichtenergie in elektrische Energie umgewandelt werden kann. Hierbei spricht man von dem sogenannten photovoltaischen Effekt. Des Weiteren kann beim inneren photoelektrischen Effekt eine Zunahme der Leitfähigkeit der Halbleiter beobachtet werden. Dies kommt durch eine Bindung von nicht aneinandergebundenen Elektron-Loch-Paaren zustande<sup>18</sup>. Hierbei handelt es sich lediglich um freie Ladungsträger im Halbleiter, also Elektronen und Elektronenlöcher<sup>19</sup>. In der Praxis kommt jedoch nur der innere Photoeffekt in CCD- und CMOS-Chips und Röhren zum Einsatz. An dieser Stelle ist ergänzend zu erwähnen, dass innerhalb des Halbleitermaterials ein sogenanntes Leitungsband existiert. Durch die bereits beschriebene Photonenenergie werden die aus dem Halbleiter herausgelösten Elektronen bzw. Ladungsträger auf dieses Leitungsband gehoben. Die dafür aufzuwendenden Photonenenergie  $E$  wird durch das Halbleitermaterial sowie einen Temperaturfaktor beeinflusst. Wie tief die Photonen des einstrahlenden Lichtes in das Halbleitermaterial eindringen, hängt von deren Energie ab. Die Photonenenergie lässt sich anhand folgender Formel ermitteln:  $E = h \cdot f = \frac{hc}{\lambda}$ . Aus dieser Beziehung lässt sich erschließen, dass die Energie mit steigender Wellenlänge des Lichtes sinkt. Je größer die Wellen-

---

<sup>17</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 390.

<sup>18</sup> vgl. physik.cosmos-indirekt, Photoelektrischer Effekt – Physik-Schule. (Stand: o. D.) URL: [https://physik.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Photoelektrischer\\_Effekt](https://physik.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Photoelektrischer_Effekt) [25.01.2022].

<sup>19</sup> vgl. Connor, N., Was ist Elektronen-Loch-Paar in Halbleitern – Definition. (Stand: 18.12.2019) URL: <https://www.radiation-dosimetry.org/de/was-ist-elektronen-loch-paar-in-halbleitern-definition/> [25.01.2022].

länge (und somit je niedriger die Energie), desto tiefer kann ein Photon in das Halbleitermaterial eindringen. Kurzwelliges Licht wird an der Oberfläche des Halbleiters absorbiert. Somit dringt bspw. der Rotanteil von weißem Licht deutlich tiefer in das Halbleitermaterial ein, als der Blauanteil<sup>20</sup>. Die kann durch oben genannte Formel bewiesen werden.

Gegeben sei eine Wellenlänge von 400nm für den blauen Lichtanteil und eine Wellenlänge von 700nm für den roten Lichtanteil<sup>21</sup>. Die Konstanten  $c$  (Lichtgeschwindigkeit) und  $h$  (Planck'sches Wirkungsquantum) sind gegeben<sup>22</sup>. Werden nun alle Werte in obige Formel eingesetzt, so ergibt sich aus der folgenden Gleichung die Photonenenergie des blauen Lichtanteils:

$$E_B = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} eV}{1,6 \cdot 10^{-19} HZ} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s} = 3,1080 eV$$

Führt man dieselbe Berechnung mit einer Wellenlänge von 700nm (umgerechnet  $7 \cdot 10^{-7} m$ ) durch, erhält man die Photonenenergie des roten Lichtanteils  $E_R = 1,7759 eV$ .

Diese Anwendung der Lichtabsorptionseigenschaft des Halbleiters kann zur direkten Farbseparation innerhalb des Bildsensors genutzt werden. Somit können Farbauszüge mit einem einzigen Bildwandler gewonnen werden<sup>6</sup>.

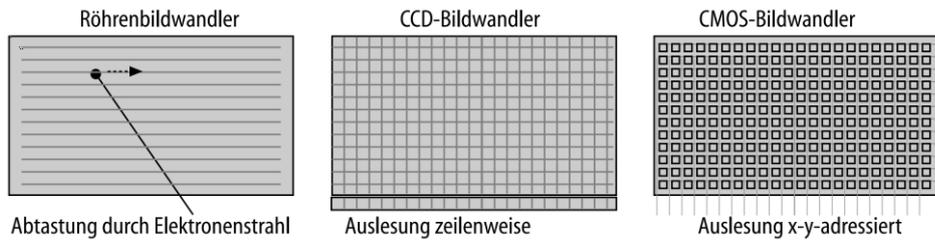
Trotz gemeinsamer physikalischer Funktionsgrundlage unterscheiden sich die drei obig erwähnten Bildsensoren (CCD, CMOS und Röhre) grundlegend in ihren Abgrenzungen und Strukturen und somit den Ausleseverfahren für die auf den Sensoren vorliegenden Informationen. Dies ist in der nachfolgenden Abbildung schematisch illustriert.

---

<sup>20</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S 391.

<sup>21</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 391.

<sup>22</sup> vgl. Prof. Dr. Lothar Meyer et al., Das große Tafelwerk. S. 101.



**Abbildung 4** - Ausleseverfahren und Struktur von Röhren-, CCD- und CMOS-Sensoren  
(Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 390.)

Der Abbildung ist zu entnehmen, dass der Röhrenbildwandler im Gegensatz zum CCD- und CMOS-Bildwandler über eine weitaus homogenere Oberfläche verfügt. Erst durch Ansteuerung eines Elektronenstrahls wird die Abtastung in Zeilen aufgeteilt. CMOS-Sensoren hingegen sind durch die sich auf dem Chip befindlichen Transistoren klar in Pixel unterteilt. Beide Sensoren, CMOS und CCD, werden durch eine Steuerungsspannung vertikal und horizontal gerastert<sup>23</sup>.

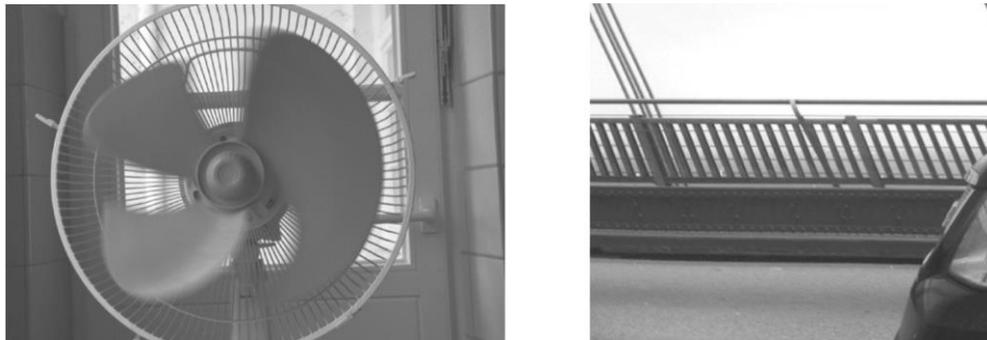
## 2.3 CCD- und CMOS-Sensoren im Vergleich

Um die beiden Sensortypen genauer vergleichen zu können, müssen die Aspekte des technischen Aufbaus, Belichtung, Wandlung von elektrischen Ladungen in Spannungen und Ausleseverfahren gesondert betrachtet werden. Es folgt eine Gegenüberstellung der Sensortypen CCD (Charge Coupled Device) und CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor).

Beide Sensortypen unterscheiden sich, abgesehen von ihrem rasterartigen Aufbau der Sensormatrix, grundlegend leicht in ihrem Aufbau. Zur Veranschaulichung dient Abbildung 6, welche schematisch beide Sensortypen gegenüberstellt. Ersichtlich ist, dass beide Sensoren ihre Fotodioden nutzen um das auf sie einfallende Licht bzw. dessen Ladungen weiterzuverarbeiten. Dies geschieht hier auf zweierlei Weisen, welche allein durch den Aufbau begründet sind. Hierzu werden im Folgenden die Funktionsweisen der Belichtung beschrieben.

<sup>23</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 390 f.

Sofern die Rede von einem CMOS-Sensor ist, wird dieser oft mit dem Begriff „Rolling Shutter“ in Verbindung gebracht. Dieser beschreibt ein Sensorbelichtungsverfahren, bei welchem Sensorzeilen einzeln und nacheinander, also nicht zeitgleich, ausgelesen werden. Bei sich schnell bewegenden Bildmotiven hat dies in der Regel zu Folge, dass markante Bildartefakte wie in den folgenden Beispielen entstehen. Besonders sichtbar wird dieser Effekt in der rechten Abbildung, welche während der Fahrt aus einem fahrenden Auto aufgenommen wurde. Hier werden die in Realität vertikal verlaufenden Geländerpfosten vom Bildsensor angeschrägt dargestellt.

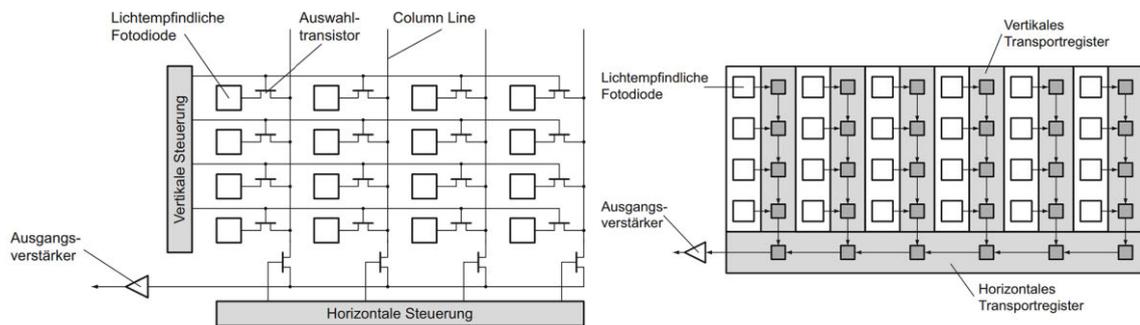


**Abbildung 5** – typische „Rolling Shutter“ Bildartefakte  
(Ulrich Schmidt, *Professionelle Videotechnik*. S. 399.)

Abhilfe für dieses Problem schafft der sogenannte „Global Shutter“, welcher auf eine mechanische Blende verzichtet und somit alle Pixel exakt im gleichen Moment belichten kann. Auf diesen wird aufgrund eines erhöhten Kostenaufwandes und weniger effektiv nutzbarer lichtempfindlicher Sensorfläche, durch zusätzlich verbaute Transistoren als Zwischenspeicher, innerhalb der CMOS-Architektur eher selten zurückgegriffen. Für CCD-Sensoren hingegen ist dieses Verfahren sehr typisch. Zu Beginn der Belichtung aller Pixel werden zeitgleich alle Ladungen innerhalb der Fotodioden gelöscht, wodurch der Zeitpunkt, an welchem die Belichtung beginnt, zentral festgelegt ist. Die Belichtung wird nicht mechanisch, sondern rein elektrisch reguliert.

Da durch die verschiedenen Methoden zur Belichtung auch die Ladungen sensorabhängig zu unterschiedlichen Zeitpunkten vorliegen können, gibt es signifikante Unterschiede im Ansteuerungs- und Ausleseverfahren beider Sensormatrizen. Die CMOS-Architektur bedient sich hier einer separierten Adressierung und Auslesung einzelner Pixel, in welchen alle Ladungen bereits intern in Spannungen zur Weiterverarbeitung gewandelt werden. Die in der Abbildung 6 gekennzeichneten Auswahltransistoren le-

gen nacheinander die auszulesende Sensorzeile fest und leiten die anliegenden Spannungen zeitversetzt an die sogenannte „Column Line“ weiter. Folglich werden alle Spannungen auf den Ausgangsverstärker des Sensors zugeschaltet, wodurch diese ausgelesen und zu Bildinformation weiterverarbeitet werden können. Entgegen diesem Ausleseverfahren werden innerhalb einer CCD-Architektur Ladungen erst verschoben, ehe sie in Spannungen gewandelt werden. Dies gelingt mithilfe der sogenannten Transportregister, in welche die Ladungen der einzelnen Pixel nach der Belichtung verschoben werden. Dort angekommen werden diese, je nach Aufbau des Sensors, nach unten oder oben, Pixel für Pixel aus dem vertikalen in das horizontale Transportregister verschoben. Am Ende des horizontalen Transportregisters befindet sich der Ausgangsverstärker, welcher die Ladungen der Pixel in Spannungen wandelt, diese digitalisiert und ausliest.



**Abbildung 6** – schematische Gegenüberstellung von CMOS- (links) und CCD-Sensoren (rechts)  
(Christian Demant et al., Industrielle Bildverarbeitung. S. 230 und S. 233.)

## 2.4 Digitale Videosignale

Digitale unkomprimierte Videosignale wurden schon bereits gegen Ende der 1980er Jahre in der Norm CCIR601 durch die ITU definiert. Diese ist jedoch mittlerweile veraltet und wurde überarbeitet. Der aktuelle Status quo wird durch die Norm ITU-BT.R601 (CCIR601) beschrieben<sup>24</sup>. Die Empfehlung gibt Aufschluss über Encoding-Parameter

<sup>24</sup> vgl. Walter Fischer, Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis. S. 97.

im Studio, die Wandlung der analogen Signale Rot, Grün und Blau (R, G, B) und definiert die digitale  $YCrCb$ -Codierung<sup>25</sup>.

Im Kontext digitaler Videosignale bezieht sich das Wort „digital“ auf erfassbare numerische Werte. Mit Hilfe einer begrenzten Fülle an ganzen Zahlen, im Gegensatz zu unendlich vielen Analogwerten, sind digitale Signale trotz auftretenden Signalstörungen oder Signalrauschen vollkommen rekonstruierbar. Weiterhin sind digitale Werte anpassbar, sodass diese sich von Störungen oder Rauschen eindeutig unterscheiden lassen. Zudem können digitale Signale dynamischer als analoge Signale an ihre Signalwege bzw. Übertragungskanäle adaptiert werden. Fehlerkorrekturen, Bildmanipulationen und schnelle Kurzzeitspeicher, sogenannte RAM (Random-Access Memory), sind dabei nur einige von vielen Anwendungsmöglichkeiten. Zudem wachsen im Rahmen der Digitalisierung die Bereiche Video, Telekommunikation und Informatik immer mehr zusammen, sodass die hohe Nachfrage zum Entstehen immer günstiger werdender Digitalssysteme beiträgt. Auch auf fundamentaler elektrotechnischer Basis hat die Digitaltechnik gegenüber der Analogtechnik einen großen Vorteil – digitale Schaltkreise arbeiten weitaus stabiler als analoge und sind zudem deutlich weniger anfällig für Störungen und benötigen daher eine sehr viel unkompliziertere Abschirmung.

Die frühzeitige Anwendung der Analog-Digitalwandlung (A/D) und Digital-Analogwandlung (D/A) war von großer Bedeutung für Magnetaufzeichnungsmaschinen (MAZ-Maschinen). Da Magnetbänder nicht garantiert mit konstanter Geschwindigkeit laufen konnten, kam es hierbei beim Auslesen zu Laufzeitfehlern. Diese konnten schließlich mithilfe von sogenannten Zeitfehlerausgleichern (TBC) behoben werden. Dabei wurde das analoge Signal der MAZ-Maschine zuerst gewandelt und digital abgespeichert. Infolgedessen konnte das fehlerbehaftete Signal mithilfe eines stabilen Studiotaktes ausgelesen und anschließend wieder in ein analoges Signal gewandelt werden. So kam es, dass digitale Videotechnik im Studio stets mit A/D- und D/A-Wandlern versehen war. Dies entwickelte sich weiter, bis nur noch sehr kleine analoge Instanzen inmitten komplexer digitaler Videosysteme zu finden waren. Heute sind vollständige digitale Videosysteme realisierbar und fundamental durch die Vernetzung mit

---

<sup>25</sup> vgl. ITU-R, BT.601-5. (Stand: 20.10.1995) URL: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.601-5-199510-S!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.601-5-199510-S!!PDF-E.pdf) [29.01.2022].

moderner IT-Technik geprägt. Das Zeitalter dieser Systeme wurde mit der Einführung digitaler Broadcast-Verfahren eingeläutet<sup>26</sup>.

### 2.4.1 Bildaufbau digitaler HD-Signale

Der internationale Sender „EURO 1080“ gilt seit 2004 in Europa als Vorreiter für die Übertragung von sendefähigem HD-Material im Fernsehen. HDTV gewann produktionsseitig durch die derzeitigen Entwicklungen in den USA zunehmend an Bedeutung. Mit der Digitalisierung des TV-Bereiches sollte die Einführung vom Breitbild im Verhältnis von 16:9 anstatt 4:3 und höheren Auflösungen einhergehen. Die Verbesserung der Ortsauflösung sollte ein kinoähnliches Sehgefühl seitens der Consumer hervorrufen. Jedoch gab es zunächst zwei national unterschiedliche HD-Auflösungen. Erst durch die Einführung der Empfehlung ITU-R BT.709 entstand ein international einheitlicher Standard für die Auflösung von HDTV. Dieser Standard schreibt schließlich eine Gesamtauflösung von 1920 x 1080 px vor. Wie bereits im Abschnitt 2.1.2 angerissen, bildet das analoge HD-Komponenten- sowie auch das RGB-Signal die Grundlage des digitalen HD-Signals. Es überträgt laut ITU-R BT.709 zudem einen vom SD-Signal abweichenden Farbraum namens sRGB. Dieser Farbraum wird standardgemäß von Computertechnik verwendet und ist im allgemeinen Sprachgebrauch als Rec. 709 bekannt. Die Veränderung des Farbraumes hat zu Folge, dass bei einer Umwandlung bspw. von SD zu HD eine Adaption aller Helligkeits- und Farbwerte notwendig ist. Dies ist zurückzuführen auf eine Veränderung der Pegelreduktionsfaktoren zur Bildung der Chrominanz-Signale (Farbsignale)  $C_R$  (Rot) und  $C_B$  (Blau), sodass die Signalspannung aller drei Primärfarbkanäle weiterhin 700 mV bzw.  $\pm 350$  mV entspricht. Es gelten die folgenden Beziehungen:

$$\text{HD-Luminanz-Signal: } Y = 0,213R + 0,715G + 0,072B$$

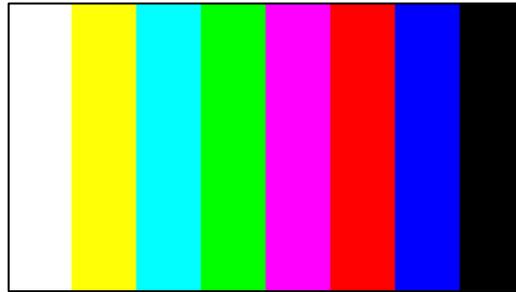
$$\rightarrow \text{zum Vergleich: SD-Luminanz-Signal: } Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B^{27}$$

---

<sup>26</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 129 f.

<sup>27</sup> vgl. ITU-R, BT.601-5. (Stand: 20.10.1995) URL: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.601-5-199510-S!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.601-5-199510-S!!PDF-E.pdf) [17.02.2022].

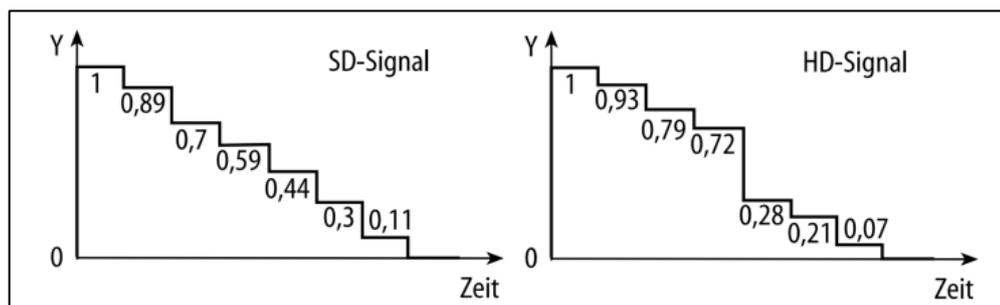
Vergleicht man nun die Grautreppen beider Bildformate (Abb. 8), welche sich aus einem Farbbalkenprüfsignal ergeben (Abb. 7), so kann man signifikante Unterschiede in den Grauwerten feststellen<sup>28</sup>.



**Abbildung 7** – Farbbalken-Testbild mit 100% Sättigung  
(Burosch, K.: Farbbalken Testbild.)

Das Farbbalken-Testbild dient der objektiven Beurteilung der TV-Bildqualität. Mithilfe dieser Balken können eindeutige Aussagen über die Natürlichkeit der Bildwiedergabe getroffen und die Farbtreue bzw. Farbechtheit des Wiedergabegerätes beurteilt werden.

Das Schema ist unterteilt in 8 gleichbreite Farbbalken, welche von links nach rechts absteigend analog den RGB-Werten RGB 255 (vollweiß) bis RGB 0 (schwarz) entsprechen<sup>29</sup>. Somit ergibt sich die nachstehende Abbildung:



**Abbildung 8** - Vergleich: Graustufen eines SD- und HD-Signals am Beispiel des Farbbalkentestbildes  
(Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 160.)

<sup>28</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 159ff.

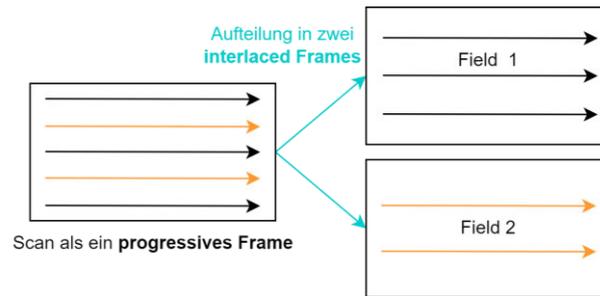
<sup>29</sup> vgl. Burosch, K., Farbbalken Testbild. (Stand: o. D.) URL: <https://www.burosch.de/testbilder-uebersicht/525-color-bars.html> [17.02.2022].

Es ist zu erkennen, dass sich die Luma-Werte ( $Y$  – Helligkeit) der beiden Bildsignale in den hellen und vor allem dunklen Bildbereichen wesentlich unterscheiden, sprich Tiefen und Lichter lassen sich über ein HD-Signal deutlich differenzierter darstellen, als über ein SD-Signal. Außerdem ist ein deutlicher Helligkeitssprung zwischen Grün (0,72) und Magenta (0,28) im HD-Signal zu verzeichnen.

Der zweite Teil der geltenden Empfehlung BT.709 befasst sich mit dem sogenannten common image format (CIF) von HDTV-Systemen und beschreibt die standardgemäß zugelassenen Bildwiederholungsraten von 60, 50, 30, 25 und die im Filmbereich typischen 24 fps (frames per second – Bilder pro Sekunde). Dabei dürfen bei den Bildwiederholungsraten von 60 sowie 50 Bildern pro Sekunde Halbbilder (interlaced) verwendet werden. Weiterhin ist es erlaubt, die Bildwiederholungsraten von 60, 30 und 24 fps durch einen festgelegten Divisor von 1,001 zu teilen. Daraus ergeben sich die zugelassenen Werte von 59,95 fps, 29,97 fps und 23,98 fps<sup>30</sup>. Da ein Großteil der Broadcasttechnik nicht dazu in der Lage ist mit Vollbildern zu arbeiten und trotz der Einführung der HDTV-Empfehlung weiterhin Bildwiederholungsraten von 25 oder 29,97 fps verwendet werden, musste hierfür Abhilfe geschaffen werden. Es entstand ein Verfahren zur Segmentierung progressiv abgetasteter Bilder. Die Idee hinter diesem Verfahren ist, alle Zeilen eines Bildes in zwei Segmente aufzuteilen, sie also interlaced abzuspeichern zu können. Hierzu werden die ungeraden aktiven Zeilen (bspw. die Zeilen 1, 3, 5, ..., 1079) und die geraden aktiven Zeilen (bspw. 2, 4, 6, ..., 1080) des Bildes separiert und in andere Zeilen des segmented Frames (sF) eingefügt. Die Empfehlung BT.709 sieht vor, dass die Segmente der ungeraden Zeilen des progressiv abgetasteten Bildes in die Zeilen 21 bis 560 und die geraden Zeilen in den Zeilen 584 bis 1123 eingefügt werden. Dies wird durch die nachstehende Abbildung veranschaulicht. Ein großer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass das segmentierte Bild ohne Qualitätsverlust rekonstruiert und wiedergegeben werden kann.

---

<sup>30</sup> vgl. ITU-R, BT.709-4. (Stand: 01.06.2001) URL: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.709-4-200003-S!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.709-4-200003-S!!PDF-E.pdf) [17.02.2022].



**Abbildung 9** - *progressiv segmented frame (PsF)*  
(eigene Darstellung)

Weiterhin ist laut Empfehlung die Bild- und Zeitaufösung an die Abtastfrequenz gekoppelt. Das heißt, dass diese auf einem ganzzahligen Vielfachen der Basisfrequenz von 2,25 MHz beruht. Für die Übertragung eines SD-Signals wurde eine Frequenz von 13,5 MHz erhoben. Aus der Verdopplung der Bildauflösung in jede Dimension ergibt sich jedoch keine Verdopplung der Basisabtastfrequenz eines HD-Signals. Der Übergang von 4:3 zu 16:9 als Bildseitenverhältnis ist außerdem zu berücksichtigen. Somit ergibt sich eine Vervielfachung der SD-Basisabtastfrequenz um den Faktor 5,33, also  $5,33 \cdot 13,5 \text{ MHz} = 72 \text{ MHz}$ . Dies entspricht dem 32-fachen und somit einem ganzzahligen Vielfachen der Basisfrequenz 2,25 MHz. Im Rahmen der internationalen Normung einigte man sich jedoch auf das 33-fache des Grundwertes, also 74,25 MHz. Die Abtastfrequenz von 72 MHz gilt somit als Norm des alten europäischen HD-Systems. Zur Abtastung der Farbdifferenzkomponenten wird allgemein die Hälfte der Abtastfrequenz, also 37,125 MHz verwendet<sup>31</sup>. Hierbei wird weitgehend ein Verhältnis von 4:2:2 verwendet. Dieses Verhältnis gibt die Beziehung der Abtastraten der drei Komponentensignale Y, U und V an. In diesem Fall wird also das Luminanzsignal (Y) mit 13,5 MHz und die Farbsignale (U, V) mit jeweils der Hälfte, sprich 6,75 MHz, abgetastet<sup>32</sup>. Ergänzend ist zu erwähnen, dass zwischen Takt-, Zeilen und Bildfrequenzen aller Videosignale immer ein direkter Zusammenhang besteht und alle Frequenzen durch Multiplikation von Primzahlen bzw. eine ganzzahlige oder halbzahlige Teilung errechnet werden können.

<sup>31</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S.161.

<sup>32</sup> vgl. Dieter Stotz, Computergestützte Audio- und Videotechnik. S. 261.

Wie im Kapitel 2.1.2 bereits angerissen, setzte sich im Laufe der Zeit ein weiteres, um zwei Drittel kleineres HD-Format durch. Dieses entspricht nicht HD-Ready und ist in einer Tabelle der European Broadcast Union (EBU) als  $S_1$  gelistet und definiert. Neben dem System  $S_1$  definierte die EBU drei weitere HD-Formate, welche der Tabelle im Anhang 1.1 entnommen werden können. Neben der ITU und der EBU setzt sich auch die Society of Motion Picture and Television Engineers, kurz SMPTE, mit ihren Empfehlungen 296M und 274M für eine Standardisierung des HD-Formates ein. Darin definiert sie sowohl das Timing als auch die digitale Darstellung beider HD-Formate. Mit Timing ist die sogenannte Bildpunktfrequenz bzw. Pixelfrequenz gemeint. Sie ist das Produkt aus der Bildwiederholungsrate sowie der Zeilen und Spalten des Bildes<sup>33</sup> und ist als Anzahl aller dargestellten Pixel pro Sekunde in MHz definiert<sup>34</sup>. Die Pixelfrequenz zeichnet den fundamentalen Gesichtspunkt ab, aufgrund dessen die geltende Grundabtastfrequenz von 74,25 MHz für das HD-Format auch für das eben beschriebene System  $S_1$  gilt. Da 720p/50 ausschließlich mit progressiver Bildabtastung betrieben werden darf, ergibt sich sowohl für das „große“, als auch für das eben genannte Format mit einer Vollbildwechselfrequenz von 25 Hz bzw. 50 Hz Halbbildwechselfrequenz, trotz geringerer Pixelanzahl, eine etwa gleiche Bildpunktfrequenz. Dies lässt sich folgendermaßen nachweisen:

$$S_1: 1280 \cdot 750 \cdot 50 \text{ Hz} = 48 \text{ MHz}$$
$$S_2: 1920 \cdot 1080 \cdot 25 \text{ Hz} = 51,84 \text{ MHz}.$$

Aufgrund der herrschenden Diversität an zugelassenen Bildfrequenzen, sowie deren festgelegten Abtastraten und aktiven Pixeln kommt es zu verschiedenen Zeilenfrequenzen. Diese gehen, ähnlich wie die Pixelfrequenz, als Produkte aus den beiden Faktoren der Bildwechselfrequenz und der Zeilenanzahl hervor. Zum Ausgleich dieser Differenzen werden Austastlücken genutzt, welche mit sinkender Bildfrequenz entsprechend länger werden. Die daraus resultierenden Datenraten und Grenzfrequenzen sind ebenfalls nahezu identisch, wenn nur aktive Pixel in Betracht gezogen werden.  $S_1$  (720p/50) erzeugt 50 vollaufgelöste Bilder pro Sekunde, wohingegen  $S_2$  (1080i/25) le-

---

<sup>33</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 162.

<sup>34</sup> vgl. ENZYKLO.DE, Pixel Frequenz - Bedeutung – Enzyklo. (Stand: o. D.) URL: [https://www.enzyklo.de/Begriff/Pixel\\_Frequenz](https://www.enzyklo.de/Begriff/Pixel_Frequenz) [24. Februar 2022].

diglich 50 Bilder mit je einer Auflösung von 540 Zeilen (halbe Auflösung gegenüber 1920 x 1080 px) darstellt. Das entspricht einer Darstellung von etwa 0,92 MPixel bzw. 1,04 MPixel pro 50-stel Sekunde. Daraus entstehen Vor- und Nachteile und unterschiedliche Bildwirkungen beider Systeme, wie etwa Bildqualitätsvorteile und Zeilensprungartefakte seitens  $S_2$ .  $S_1$  hingegen weist keinerlei Zeilensprungartefakte aufgrund progressiver Bildabtastung auf und bietet eine bessere Bewegungsauflösung. Aus diesem Grund ist dieses System weitaus geeigneter für derzeitige PC-Systeme und Flachbildschirme, welche progressiver Bilder bedürfen und auf ein technisch sehr aufwändiges Deinterlacing (Wandeln eines Interlacing-Signals in ein progressives Signal) verzichten können. Unter Betrachtung genannter Aspekte beider Systeme lässt sich darauf schließen, dass das 1080p/50-Format ( $S_4$ ) im Vergleich zu den anderen genannten Formaten deutliche Vorteile aufweist, jedoch aufgrund der verdoppelten Auflösung mit 148,5 MHz abgetastet werden muss. Dennoch, so beschreibt Ulrich Schmidt, ist das 1080p/50-Format bis dato aufgrund seiner hohen Datenrate von ca. 3 Gbit/s und einem durchschnittlichen Bildbetrachtungsabstand von etwa 2,7 Metern wenig verbreitet bzw. nicht von Nöten. Aufgrund dessen nahmen deutsche öffentlich-rechtliche Rundfunkanstalten den Fernsehbetrieb mit dem 720p/50-Format auf, wobei für andere Sendeanstalten auch Formate mit 1080 Zeilen von Bedeutung sind.

Für die Bildübertragung über das bereits erwähnte Komponentensignal mit einer Farbtiefe von 10 Bit ergibt sich somit ein Datenstrom von 1,485 Gbit/s<sup>35</sup>. Die Farbtiefe gibt an, wie viele verschiedene Farben dargestellt werden können. Mit steigender Bitanzahl steigt auch die Anzahl der möglichen Farbschritte und somit ebenfalls der Detailreichtum und Kontrastumfang des digitalen Bildes. Bilder mit Datenworten von 10 Bit Breite können daher theoretisch die 64-fache Anzahl an Farben gegenüber einem Bild mit einer Farbtiefe von 8 Bit darstellen<sup>36</sup>. Dies lässt sich folgendermaßen nachweisen:

$$\begin{aligned} 8 \text{ Bit} &\triangleq 2^{8 \text{ Bit}} = 256 \rightarrow 256 \cdot 256 \cdot 256 \approx 16,8 \text{ Millionen Farben} \\ 10 \text{ Bit} &\triangleq 2^{10 \text{ Bit}} = 1024 \rightarrow 1024 \cdot 1024 \cdot 1024 \approx 1,07 \text{ Milliarden Farben} \end{aligned}$$

---

<sup>35</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 163 f.

<sup>36</sup> vgl. unbekannt, Farbtiefe: Was bedeuten 8 Bit, 10 Bit & Co.?. (Stand: 11.11.2021) URL:

[https://techrush.de/farbtiefe-was-bedeutet-8-bit-10-bit-co/#:~:text=Je%20h%C3%B6her%20die%20Zahl%2C%20desto,x%2020256\)%20verschiedene%20Farben%20darstellen%20\[01.03.2022\].](https://techrush.de/farbtiefe-was-bedeutet-8-bit-10-bit-co/#:~:text=Je%20h%C3%B6her%20die%20Zahl%2C%20desto,x%2020256)%20verschiedene%20Farben%20darstellen%20[01.03.2022].)

$$\rightarrow \frac{256 \cdot 256 \cdot 256}{1024 \cdot 1024 \cdot 1024} = \frac{1}{64}$$

Bei höheren Qualitätsansprüchen wird ohne eine für die Datenreduktion relevante Unterabtastung (4:4:4) gearbeitet. Dies geht mit einer Erhöhung der Datenrate einher. Dabei wird in der Regel auf das RGB-Signal zurückgegriffen. Einige Hersteller nutzen bei HD-Signalen nicht nur die für SD-Signale typische Unterabtastung der Farbdifferenzsignale. Nun soll, besonders für Magnetbandaufzeichnungen, auch die Y-Auflösung reduziert werden. Daraus ergeben sich bspw. die gängigen Abtastmuster von 3:1:1 (HDCAM) und 3:1,5:1,5 (DVCPProHD). Hierbei wird nun mit 1440 anstatt 1920 Bildpunkten gearbeitet, sodass sich ebenfalls die Grundabtastfrequenz um ein Viertel, also auf 44,6875 MHz, reduziert. Dementsprechend wird die Chrominanzauflösung angepasst, sodass sich bspw. für das erwähnte HDCAM-Format eine Auflösung von lediglich 480 Pixel für Chrominanzkanäle ergibt<sup>37</sup>.

## 2.4.2 Bildaufbau digitaler UHD-Signale

Analog zum Standard des HDTV-Formates ist sind der Aufbau und zeitliche Definitionen des UHD-Signals in einer Empfehlung der ITU verankert. BT.2020-2 definiert eine international einheitliche, räumliche Definition des Bildes<sup>38</sup>. Die Empfehlung sieht weiterhin ein Bildseitenverhältnis von 16:9 mit quadratischen Pixeln vor und definiert die beiden Systeme UHD<sub>1</sub> und UHD<sub>2</sub>. Dementsprechend ergeben sich für die fälschlicher Weise als 4K und 8K bezeichneten Formate die Gesamtauflösungen von 3840 x 2160 px für UHD<sub>1</sub> und 7680 x 4320 px für UHD<sub>2</sub>. Beide UHDTV-Systeme sind zur Übertragung von TV-Programmen vorgesehen und sollen dem Konsumenten ein noch weitaus verbessertes und „echteres“ Seherlebnis ermöglichen. Hierbei ist die Rede von Displayflächen mit einer Diagonale von anderthalb Metern oder mehr, welche gut für Präsentationen bspw. in Theatern oder Messen geeignet sein könnten. Allgemein ist davon auszugehen, dass zur Übertragung über Terrestrik oder Satellit die Videocodie-

---

<sup>37</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 164.

<sup>38</sup> vgl. ebd. S. 169.

rungsalgorithmen und Kapazitäten der Übertragungskanäle, wie sie für HDTV verwendet werden, deutlicher Verbesserungen bedürfen. Hierzu werden bereits Forschungen betrieben. Die Übertragung solcher Programme wird daher bis auf Weiteres über Kabel- bzw. Glasfaseranschlüsse erfolgen.

Zeitliche Abfolgen des UHD-Signals variieren national. So können europäische Systeme mit 50 Hz und amerikanische Systeme mit 59,94 Hz arbeiten. Folglich sind ebenso wie bei dem HD-Signal jene Bildfrequenzen definiert und zugelassen, welche durch den festgelegten Divisor von 1,001 geteilt werden. Dies trifft auf 24, 30 und 60 Hz zu. Weiterhin sind Frequenzen von 25, 50 und sogar die Verdoppelung des bisherigen Höchstwertes von 60 auf 120 Hz zugelassen. Die Frequenz von 120 Hz bietet eine noch weitaus bessere Bewegungsauflösung als alle bisherigen Frequenzen und wird als High Frame Rate (HFR) bezeichnet.

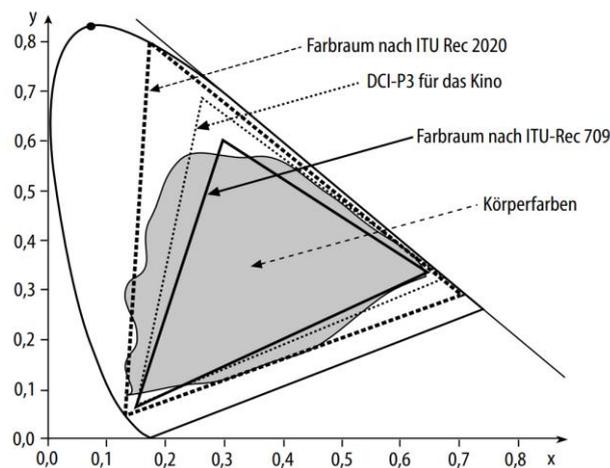
Anders als beim HD-Signal ist das Zeilensprungverfahren und die Darstellung des digitalen Bildes mit einer Farbtiefe von 8 Bit nicht länger zulässig. Neben einer 10-Bit-Codierung ist nun auch eine 12-Bit-Codierung zugelassen<sup>39</sup>. Zur Vereinfachung der Variation zwischen einer 10 und 12-Bit-Codierung werden die existierenden Graustufenwerte der 10 Bit-Codierung vervierfacht, sodass sich für die neu zugelassene Codierung Werte von 256 (Schwarzwert) bis 3760 (Weißwert) ergeben. Die Werte des bekannten 10-Bit-Systems liegen bei 64 bis 940. Nutzt man die Übersteuerungsreserven aus, so werden die Wertebereiche nach unten und oben erweitert. Alle Werte außerhalb dieses Bereiches dienen der Synchronisation und werden als Timing Reference Signal (TRS) bezeichnet.

Wie auch beim Übergang von SD zu HD bleibt die Übertragungskennlinie (OETF) unangetastet und wird von der Gamma-Vorentzerrung mit einem Wert von  $\gamma = 0,45$  bestimmt. Dies ist jedoch nur der Fall, wenn der Dynamikbereich ebenfalls unberührt bleibt und kein Verfahren zur Erweiterung dieses Bereiches (bspw. HDR) angewandt wird. Wiedergabeseitig ist Gamma laut ITU-R BT.1886 weiterhin mit einem Wert von  $\gamma = 2,4$  definiert.

---

<sup>39</sup> vgl. ITU-R, BT.2020-2. (Stand: Oktober 2015) URL: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2020-2-201510-!!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2020-2-201510-!!!PDF-E.pdf) [14.08.2022].

Das UHD-Signal überträgt im Gegensatz zum HD-Signal einen erneut veränderten Farbraum. Der bestehende, nach ITU-Rec. 709 definierte Farbraum, wird abermals ausgeweitet und deckt nun über 99% der natürlichen Körperfarben ab und erschließt somit den sogenannten Wide Color Gamut (WCG), welcher auch als Rec. 2020 bezeichnet wird. Die Tageslichtart D65 gilt als Referenzweiß. Die nachfolgende Abbildung stellt unter anderem die erwähnten Farbraumumfänge Rec. 709 (sRGB) und Rec. 2020 (WCG) gegenüber. Außerdem wird der für Kinoanwendungen definierte DCI-P3 Farbraum illustriert, welcher als Mindestanforderung für digitale Kinoprojektoren gilt.



**Abbildung 10** - Vergleich der Farbräume nach Rec 709 und Rec 2020  
(Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 171.)

Aus der Erweiterung des Farbraumes gehen neue Beziehungen zur Bildung des Chrominanz- und des Luminanzsignals hervor. Es gilt:

$$\text{UHD-Luminanz-Signal: } Y = 0,2627R + 0,6780G + 0,0593B$$

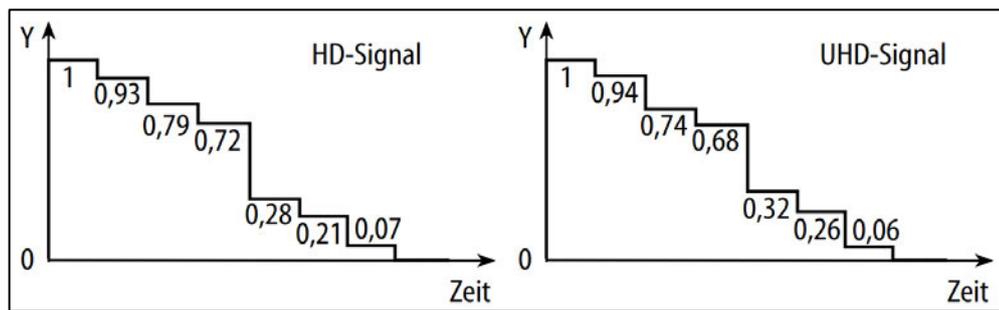
$$\rightarrow \text{zum Vergleich: HD-Luminanz-Signal: } Y = 0,213R + 0,715G + 0,072B$$

Farbdifferenzkomponenten:

$$C_R = 0,678 (R - Y) = \frac{0,5}{0,737} (R - Y)$$

$$C_B = 0,531 (B - Y) = \frac{0,5}{0,9407} (B - Y)$$

Die Veränderung des Farbraumes hat auch hier wieder zu Folge, dass bei einem Übergang von HD zu UHD eine Adaption aller Helligkeits- und Farbwerte notwendig ist. Somit verändern sich gleichfalls die Grauwerte des Farbbalkenprüfsignals.



**Abbildung 11** - Vergleich: Graustufen eines HD- und UHD-Signals am Beispiel des Farbbalkentestbildes (Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 172.)

Es ist zu erkennen, dass sich die Luma-Werte der beiden Bildsignale in den hellen und dunklen Bildbereichen erneut leicht unterscheiden. Tiefen und Lichter lassen sich über ein UHD-Signal abermals differenzierter darstellen, als über ein HD-Signal. Außerdem ist der deutliche Helligkeitssprung zwischen Grün und Magenta im UHD-Signal ( $\Delta Y_{\text{UHD}} = 0,68 - 0,32 = 0,36$ ) etwas kleiner als beim HD-Signal ( $\Delta Y_{\text{HD}} = 0,72 - 0,28 = 0,44$ ).

Die gelisteten Beziehungen zur Bildung der Farbdifferenzkomponenten gelten jedoch nur für jene Farbwerte, welche leichte Verschiebungen der Helligkeitswerte zulassen. Hierbei spricht man von „non constant luminance“. Dieses Prinzip ist für herkömmliche Anwendungen ausreichend und wurde schon bei SD- und HD-Systemen verwendet. Für maximale Qualitätsansprüche bietet die Empfehlung BT.2020 auch komplexe Beziehungen zur Bildung nicht verschobener, konstanter Helligkeitswerte („constant luminance“).

Soll nun ein Bild aus dem Farbraum Rec. 709 in den erweiterten WCG-Farbraum übertragen werden, ist dies recht unproblematisch, da jede Farbe von Rec. 709 Teil des WCG ist (s. Abbildung 10). Umgekehrt kann es zu gravierenden Komplikationen kommen, da Farben aus dem großen Farbraum entweder gar nicht oder falsch abgebildet werden. Die Grüntöne des WCG sind vergleichsweise leicht nach Gelb verschoben und gesättigter, wodurch sich bei einer Rückkonvertierung die Abstände zwischen ursprünglich unberührten Farbtönen und „out-of-gamut“-Farben verändern. Folge dieses Phänomens kann bspw. eine deutliche Veränderung der Farbnuancen im rückkonvertierten Bild sein. Es laufen Untersuchungen zu Verfahren, welche die durch eine Transformation entstehenden Abstandsunterschiede ausgleichen sollen. So stellte sich heraus, dass diese Verfahren deutlich bessere Ergebnisse erzielen als ein schlichtes

Clipping, also Abschneiden aller Farben, welche nicht dem kleinen Farbraum entsprechen.

Zur Übertragung von UHD wird, wie auch bei HD, in der Regel das Komponentensignal mit einem Abtastmuster von 4:2:2 verwendet. Weitere Beziehungen zur vollen Auflösung der Komponenten wie 4:4:4 und die Farbunterabtastung mit 4:2:0 sind laut BT.2020 außerdem zulässig<sup>40</sup>.

### 2.4.3 Digitale HD-Schnittstellen

Zur Übertragung digitaler HD-Signale stehen eigene Schnittstellen zur Verfügung, welche nach den Empfehlungen ITU-BT R.1120 und SMPTE 292M definiert sind. Die Übertragung wird in paralleler und serieller Form unterschieden. So kann das 1080i oder 720p TV-Signal entweder an einem 25-poligen Sub-D-Stecker in paralleler Form oder seriell an einer 75-Ohm-BNC-Buchse anliegen. Letzteres wird als SDI (Serial digital Interface) bzw. in Anlehnung an das Standardsignal als HD-SDI bezeichnet und ist aktuell die am meisten verwendete Schnittstelle zur Übertragung des Videosignals über ein übliches 75-Ohm-BNC-Kabel<sup>41</sup>. Die zu übertragende Datenrate beträgt insgesamt 1,485 Gbit/s und ist aufgeteilt in zwei Datenströme welche bitparallel mit einem Takt von 74,25 MHz vorliegen und zur Übertragung serialisiert werden. Die hohe Frequenz der Datenströme sowie die Dämpfung des Leiters ist bei der Planung von Leitungslängen nicht zu vernachlässigen, da je nach Kabelqualität eine Leitungslänge von etwa 80 Metern möglich ist. Das beschriebene Übertragungsverfahren ist für Standardanwendungsfälle ausreichend, jedoch nicht für Produktionen mit höheren Ansprüchen, wie bspw. einer vollen Farbauflösung RGB (4:4:4) oder zur Übertragung eines zusätzlichen Alphakanals RGBA (4:4:4:4). Beispiel eines solchen Falles ist eine Produktion bei 10 Bit mit einer Farbauflösung von 4:2:2 im 1080p-Format mit 50 bzw. 60 Vollbildern pro Sekunde. Die Verbindung der vollen HD-Auflösung mit progressiv abgetasteten Bildern hat jedoch eine Verdopplung der Datenrate zufolge. Somit sind zum

---

<sup>40</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 170 ff.

<sup>41</sup> vgl. Walter Fischer, Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis. S. 99.

Transport Interfaces von Nöten, welche  $2 \cdot 1,485 \text{ Gbit/s}$ , also  $2,97 \text{ Gbit/s}$  übertragen können. Dies hat Einfluss auf die praktisch verwendbare Leitungslänge, welche je nach Kabelqualität auf bis zu 40 Meter beschränkt wird. Alternativ können Glasfaserverbindungen zum Einsatz kommen. Infolgedessen definierte die SMPTE in ihrer Empfehlung 372M eine parallele Zweikanalübertragung über zwei separate HD-SDI-Leitungen namens Dual-Link. Mit der Einführung einer einkanaligen Übertragung mit der Bezeichnung 3G-SDI nach SMPTE 424M wurde die Parallelübertragung verabschiedet.

Wie oben beschrieben, basiert die Dual-Link-Verbindung auf zwei separaten HD-SDI-Schnittstellen. Link A und Link B sind hierbei die Bezeichnungen für die Übertragungskanäle 1 und 2. Zur Übertragung werden die Datenströme aufgeteilt. Link A überträgt hierbei alle Daten aus denen noch ein herkömmliches HD-Signal gewonnen werden kann. Soll nun ein wie im vorherigen Abschnitt erwähntes 1080p/50-Signal übertragen werden, so wird das anliegende Signal zeilenweise auf beide Datenströme aufgeteilt. Die Separation eines 10-Bit-RGBA-Signals hingegen erfolgt durch Übertragung aller G-Abtastwerte (Grün) und der geradzahligem R- und B-Werte (Rot und Blau) über Link A. Den Rest, also der gesamte Alphakanal und alle ungeradzahligem R- und B-Werte, überträgt Link B. Soll nun ein 12-Bit-Signal separiert werden, so wird erneut ein anderes Schema angewendet, welches auf „most significant Bits“ (MSB) und „least significant Bits“ (LSB) beruht<sup>42</sup>. Das MSB beschreibt jenes Bit, welches in einer Bitfolge den größten Wert beschreibt, also an erster Stelle (ganz links) steht. Beispielsweise wird die Dezimalzahl 8 durch die binäre Bitfolge 1 0 0 0 beschrieben. In diesem Beispiel entspricht das MSB der 1 an erster Stelle. Umgekehrt beschreibt das LSB den kleinsten Wert der Bitfolge, welche in der Regel als letztes in der Folge steht. Dies entspricht in diesem Fall dem Binärwert 0<sup>43</sup>. Liegt also ein 12-Bit-Signal vor, so überträgt Link A die 10 MSB der G-, als auch die geradzahligem R- und B-Abtastwerte. Im Gegensatz dazu trägt Link B die MSB der ungeradzahligem R- und B-Abtastwerte, sowie die Werte aller LSB von RGB. Analog zur Übertragung der 12-Bit-RGB- und 10-Bit-RGBA-Signale gelten bestehende Festlegungen auch für Fälle, bei denen ein vollaufgelöstes Komponentensignal (4:4:4) anstelle eines RGB-Signals vorliegt.

---

<sup>42</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 164 ff.

<sup>43</sup> vgl. unbekannt, most significant bit or byte. (Stand 21.09.2005) URL:

<https://www.techtarget.com/whatis/definition/most-significant-bit-or-byte#:~:text=>

The%20most%20significant%20bit%20(MSB,0111%2C%20the%20MSB%20is%200 [06.03.2022].

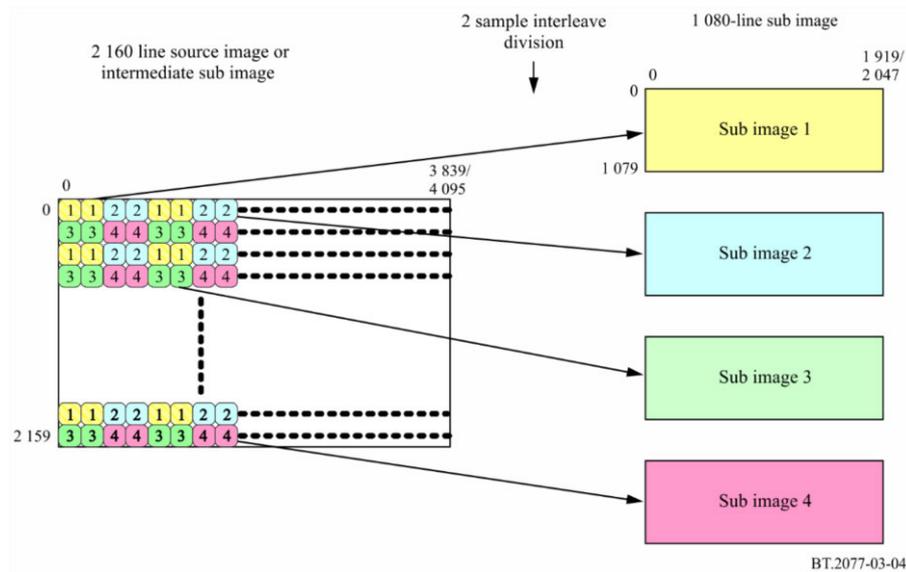
## 2.4.4 Digitale UHD-Schnittstellen

Die Echtzeitübertragung unkomprimierter UHD-Signale ist aufgrund hoher Variabilität der möglichen Bittiefen und Auflösungen sehr umfangreich definiert. Die über 200 Seiten lange Empfehlung ITU-R BT.2077-3 gibt Aufschluss über die Schnittstellendefinition der Systeme UHDTV<sub>1</sub> und UHDTV<sub>2</sub> mit Bildwiederholungsfrequenzen bis in den HFR-Bereich, Bittiefen von 10 und höher, sowie die daraus resultierende Farbraumerweiterungen WCG und HDR. Weiterhin sind zahlreiche Definitionen zu Infrastrukturen basierend auf Glasfaserverbindungen und Kupfer-Koaxialkabelleitungen festgelegt und Bildübertragungsverfahren hochauflöster Bilder bspw. mithilfe des sogenannten „2 sample interleave division“-Verfahrens aufgeschlüsselt<sup>44</sup>. Dieses Verfahren ist essenziell zur Echtzeitübertragung voll aufgelöster UHD<sub>1</sub>-Signale und wird in diesem Abschnitt erklärt.

Die Übertragung eines mit 2160 Zeilen aufgelösten Bildes beruht grundlegend auf dem Datengehalt der bereits beschriebenen 10-Bit-HD-SDI-Schnittstelle und ihrer Datenrate von 1,495 Gbit/s samt Austastlücken und Synchronsignale SAV und EAV. Da Bilder mit bis zu 4320 Zeilen und einer Framerate bis 120 Hz erlaubt sind, müssen je nach Notwendigkeit 1 bis 8 Streams der HD-SDI-Schnittstelle verwendet werden. Zur Erfüllung des Kriteriums der Abwärtskompatibilität wird zur Übertragung eines UHD<sub>1</sub>-Signals das voll aufgelöste Bild vorerst in 4 Sub-Images der nächstniedrigeren Auflösung, sprich HD (1080 Zeilen-Bilder), aufgeteilt. Bei der Übertragung von UHD<sub>2</sub>-Bildern würde dies analog 4 UHD<sub>1</sub>-Sub-Images entsprechen. Folgende Grafik stammt aus beschriebener Empfehlung der ITU und illustriert das beschriebene 2 sample interleave division Verfahren.

---

<sup>44</sup> vgl. ITU-R, BT.2077-3. (Stand Juni 2021) URL: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2077-3-202106-!!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2077-3-202106-!!!PDF-E.pdf) [07.03.2022].



**Abbildung 12** - Aufteilung eines 2160-Zeilen-Bildes in 4 HD-Subimages (ITU, BT.2077, S. 116.)

Die HD-SDI-Schnittstelle ist aufgrund seiner auf maximal 1,495 Gbit/s begrenzten Datenrate nicht in der Lage 60 voll aufgelöste HD-Bilder pro Sekunde zu übertragen. Eine Verdopplung der Datenrate auf 3 Gbit/s (3G) beseitigt dieses Problem. Die Übertragung von UHD fordert jedoch weitaus höhere Datenraten, weshalb BT.2077 weitere Schnittstellen, wie 6G, 12G und 24G definiert. Die 6G-Schnittstelle ist bereits in der Lage ein 10 Bit-UHD<sub>1</sub>-Signal mit 30 Vollbildern pro Sekunde zu übertragen. Aufgrund des Trends, welcher auf 12-Bit-Übertragungen abzielt ist eine 6G-Schnittstelle in der Praxis jedoch von geringerem Nutzen. Eher relevant ist die erneute Verdopplung der Datenrate der 6G-Schnittstelle auf 12 Gbit/s, welche nun in der Lage ist 10-Bit-UHD<sub>1</sub>-Bilder mit bis zu 60 Hz zu übertragen. Wie auch beim HD-Signal können UHD-Signale parallel über eine Dual-Link-Verbindung von zwei oder vier Verbindungen übertragen werden. So kann sich bspw. eine 12G-Schnittstelle aus zwei parallelen 6G- oder vier parallelen 3G-Verbindungen zusammensetzen. Auch eine 24G-Schnittstelle ist denkbar, da 12G in der Praxis immer noch nicht ausreicht um 12-Bit-Daten oder Bildwiederholungsraten von über 60 Hz zu übertragen. Die drastische Erhöhung der Datenraten hat jedoch auch hier wieder zu Folge, dass verwendbare maximale Kabellängen stark nachlassen. In der ITU-Empfehlung ist die Rede von maximal 100 Meter Kupferkabellänge für 6G-, 70 Meter für 12G-, und 30 Meter für 24G-Schnittstellen bei sehr hoher Leitungsqualität. Die sehr geringe Kabellänge für 24G-Schnittstellen ist ein Aspekt, weshalb diese in der Praxis vergleichsweise selten zum Einsatz kommen.

Im Consumer-Bereich ist die unkomprimierte Übertragung von UHD-Signalen selbst bei hohen Datenraten bereits unproblematisch. Mit der Einführung von HDMI 2.0 wurde die maximale Datenrate auf 14,4 Gbit/s gesteigert, was für die Bildwiedergabe von UHD-Signalen bei 60 Hz geeignet ist. Der darauffolgende Standard für HDMI 2.1 ist in der Lage bereits UHD<sub>2</sub> bei 60 Hz mit HDR-Unterstützung aufgrund seiner Datenrate von über 42 Gbit/s zu übertragen. Jedoch wirkt sich auch hier wieder die hohe Datenrate auf die maximal mögliche Kabellänge aus<sup>45</sup>.

## 2.5 Dynamikumfang

### 2.5.1 Definition

„Ein weitere wichtige Kennzahl für die Kameraqualität ist der Dynamikumfang. Dies ist der Quotient von größtem Helligkeitswert zu dem kleinsten Helligkeitswert, der sich vom Rauschen unterscheidet. Typische Werte hochwertiger Kameras liegen bei mehr als 50 dB.“<sup>46</sup>

### 2.5.2 Menschliches Sehvermögen und Farbe

Ähnlich wie bei den beschriebenen Lichtsensoren ist das menschliche Auge für das allgemeine Sehen und die Farbwahrnehmung zuständig. Dabei filtert es Strahlen aus dem sichtbaren Lichtspektrum mithilfe der auf der Retina platzierten Fotorezeptoren heraus. Aufgrund verschiedener Sehpigmente auf Proteinbasis, welche auch Opsine genannt werden, können diese auf sichtbares Licht reagieren und unterschiedliche spektrale Empfindlichkeiten aufweisen<sup>47</sup>. Die zwei Typen von Fotorezeptoren heißen Zapfen und Stäbchen und sind etwa in einem Verhältnis von 6:125 vorhanden. Genau-

---

<sup>45</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 172 f.

<sup>46</sup> vgl. Christian Demant et al., Industrielle Bildverarbeitung. S. 248.

<sup>47</sup> vgl. Eberhard Hasche, Game of Colors. S. 2.

er beschrieben sind in einem Auge ca. 6 Millionen Zapfen und 125 Millionen Stäbchen zu finden. Beide Arten der Fotorezeptoren unterscheiden sich grundlegend in ihren Funktionen. Während Stäbchen sehr lichtempfindlich sind und bereits auf wenig Licht reagieren können, sind die für das Tagsehen und die Farbwahrnehmung zuständigen Zapfen weniger lichtempfindlich und werden daher erst bei entsprechend hellem Licht aktiv. Dies hat zu Folge, dass das menschliche Auge bei sehr dunklen Lichtverhältnissen keine Farbwahrnehmung mehr hat und alles Sichtbare schwarz-weiß (monochromatisch) erscheint. Folglich ist es also sensitiver für Helligkeitsveränderungen als für Farbunterschiede<sup>48</sup>. Überdies sind alle Zapfen in jenem Bereich des Auges platziert, welcher für das Scharfsehen ausgelegt ist. Somit ist das Sehen bei Nacht nicht nur von einer schwarz-weißen Erscheinung, sondern auch von einer leichten Unschärfe beeinflusst.

Die menschliche Farbwahrnehmung wird auch als trichromatische Farbwahrnehmung bezeichnet, da die vorhandenen Zapfen noch einmal, jeweils entsprechend ihrer Fähigkeit bestimmte Wellenlängen aus dem Licht filtern zu können, unterteilt sind. Es wird unterschieden in L-, M-, und S-Zapfen, welche in selber Reihenfolge für die Wahrnehmung aller Rot- bzw. Gelb-Grün-, Grün- und Blautöne zuständig sind. Analog liegen also die Absorptionsmaxima der jeweiligen Zapfen bei etwa 560, 530 und 420 nm. Grundsätzlich liegen jedoch nicht alle Zapfentypen in selber Anzahl vor. Die wesentlich lichtsensitivsten S-Zapfen liegen gerade einmal im Mengenverhältnis zwölf Prozent gegenüber der Gesamtzahl aller Zapfen vor.

In anderen Quellen findet man differenzierte Auffassungen bezüglich eines ungleichen oder gleichen Mengenverhältnisses vorhandener Zapfentypen. Während es Theorien zur gleichmäßigen Zapfenverteilung gibt, spricht man an anderer Stelle über eine Dominanz der M-Zapfen, sowie einer verminderten Anzahl von blauen Zapfentypen gegenüber den roten. Letztere Theorie ist vom Standpunkt des HD-Videocodings aus wohl als sinnvoll und bevorzugt zu betrachten, da Sensortechnik in digitalen Kameras laut Bayer-Pattern aus ca. 70% grünen Sensorelementen besteht und somit der ver-

---

<sup>48</sup> vgl. Anne Burkhardt et al., Von Zapfen und Stäbchen. (Stand: 09.11.2019) URL: <https://www.simplyscience.ch/teens/wissen/von-zapfen-und-staebchen> [11.03.2022].

baute Anteil an roten, grünen und blauen Elementen ebenfalls im ungleichen Mengenverhältnis vorliegt<sup>49</sup>.

### 2.5.3 Dynamikumfang in der Videografie

Der Bereich der Videografie bietet im Vergleich zum Kino weitaus mehr und unterschiedliche Betrachtungsbedingungen. Nicht nur die durchschnittlichen Betrachtungsabstände von Fernsehgeräten können weitaus niedriger sein als die in einem Kino. Ebenso variieren Faktoren wie die Displaygröße, vor allem bei mobilen Geräten, und die Umgebungshelligkeiten, da diese auch draußen an Orten verwendet werden, wo keine konstant moderate Umgebungshelligkeit herrscht.

Aufgrund der live-Tauglichkeit von Fernsehsystemen entstehen an der Stelle erhebliche Probleme gegenüber dem Filmbereich, da Postproduktionsschritte bspw. zu Farb- oder Helligkeitsanpassung der Bilder oft entfallen. Im Fernsehbereich ist bspw. die Live-Übertragung von Fußballspielen sehr gefragt, welche oft von schwierigen Lichtverhältnissen für konventionelle Standard Definition Systeme betroffen ist. Da die Bildtechnik vor Beginn des Sendebetriebs klären muss, ob Details im Schatten oder doch eher in der Sonne gut erkennbar sein sollten, kommt es nicht selten zum Ausbrennen heller oder zum Detailverlust dunkler Bildbereiche. Daher würde gerade die Live-Übertragung von Fußballspielen stark von einem erweiterten Dynamikumfang bzw. HDR profitieren können<sup>50</sup>.

---

<sup>49</sup> vgl. Eberhard Hasche, Game of Colors. S. 3.

<sup>50</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 185.



**Abbildung 13** - SDR vs. HDR am Beispiel einer Fußballübertragung  
(DFL: UHD/HDR. URL: <https://www.dfl.de/en/innovation/uhd-hdr-enabling-even-more-brilliant-football-broadcasts/>)

Anhand von Abbildung 13 wird die Bedeutung eines angemessenen Dynamikumfangs verdeutlicht. Das herkömmliche System stößt sichtbar auf der linken Seite (helle Tribünen) und unteren linken Seite (dunkle Tribünen) an seine Grenzen, während Details des Spielfeldes selbst ausreichend, jedoch längst nicht optimal, abgebildet werden. Innerhalb des roten Quadrates, welches das Bild HDR-fähiger Systeme repräsentieren soll, sind Details sowohl in den hellsten als auch dunkelsten Bildteilen gut sichtbar und unverzerrt.

Durch die Erweiterung der Bildhelligkeit und Senkung der Schwarzwerte liegen nun alle Bildbereiche innerhalb des Signalspektrums von niedrigster messbarer Stärke bis zum höchsten aufnehmbaren und unverzerrten Pegel. Somit ist der Kontrastumfang erhöht, was nach Umsetzung in ein elektrisches Signal als Dynamik betrachtet werden kann<sup>51</sup>. Dieser Bereich wird in Belichtungsstufen, bzw. im englischen als f-stops, angegeben. Eine Angabe in Dezibel ist ebenfalls möglich<sup>52</sup>.

---

<sup>51</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 179.

<sup>52</sup> vgl. Eberhard Hasche, Game of Colors. S. 63.

## 2.6 Übertragungsfunktionen in der Bildgebung

Aus technischer Sicht kann eine Übertragungsfunktion als Steuerungskomponente einer mathematischen Funktion beschrieben werden. Sie modelliert den jeweiligen Ausgang eines elektrischen Gerätes abhängig vom Eingangssignal und liegt in einfachster Form als zweidimensionaler Graph vor. Der Graph der Funktion wird als Übertragungskurve bzw. Kennlinie bezeichnet<sup>53</sup>. Übertragen auf die hier analysierte Thematik der Bildgebung beschreibt diese Übertragungsfunktion jenen Zusammenhang, welcher zwischen elektrischem Signal, Szenenlicht und auf Displays dargestellten Licht vorliegt<sup>54</sup>. Im Grafikworkflow unterscheidet man zwischen einer aufnahme- und wiedergabeseitigen Übertragungsfunktion, welche als Gamma bezeichnet wird. Diese wird im folgenden Abschnitt der Arbeit näher analysiert und erklärt.

### 2.6.1 Gamma-Kurven

Bei der Verwendung des Begriffs „Gamma“ ist oft unklar, worauf sich diese Bezeichnung von Werten bezieht. Um die Eindeutigkeit des Ausdrucks zu gewährleisten, werden dafür die Übertragungsfunktionen von Kameras und Displays differenziert betrachtet. Aufnahmeseitig wird diese daher als Opto-Elektronische Übertragungsfunktion (OECF bzw. OETF) und wiedergabeseitig als Elektronisch-Optische Übertragungsfunktion (EOCF bzw. EOTF) bezeichnet.

Mit der Einführung des Farbfernsehens im Jahre 1953 stellte man erstmals fest, dass auf Kathodenstrahl-Bildröhren basierende Farbfernsehgeräte kein lineares Verhalten aufwiesen. Demzufolge waren die auf den Bildschirmen dargestellten Bilder bei geringen Spannungen viel zu dunkel. Zurückzuführen ist dies auf eine Wechselwirkung der verwendeten Komponenten des Fernsehgerätes – Kathode, Gitter und Elektronenstrahl. Genauer genommen generierten diese Geräte unterhalb einer anliegenden Video-Spannung, welche etwa 15% des Referenzwertes entspricht, keine sichtbare

---

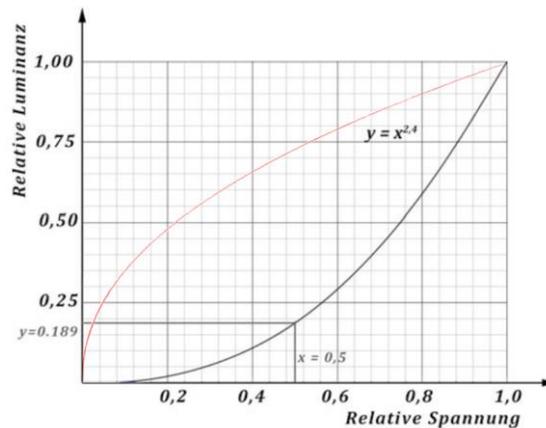
<sup>53</sup> vgl. Knowledgegr, Übertragungsfunktion. (Stand: o. D.) URL:

<https://de.knowledgr.com/00020597/Uebertragungsfunktion> [15.03.2022].

<sup>54</sup> vgl. Knowledgegr, Übertragungsfunktion in der Bildgebung. (Stand: o. D.) URL:

<https://de.knowledgr.com/00020597/UebertragungsfunktionInDerBildgebung> [15.03.2022].

Luminanz. Die nachstehende Grafik illustriert den hier beschriebenen Sachverhalt (schwarze Kennlinie). Erst bei einer relativen Spannung von etwa 20% steigt die Kurve signifikant an. Dies ist ebenfalls der Spannungswert, bei welchem die Bildröhren erstmals ein dunkles Grau erzeugen. Erhöht man nun den Videopegel (relative Spannung) auf 50%, so wird gerade einmal eine relative Luminanz von 19% erreicht, was ein besonders dunkles Fernsehbild, vor allem in den Mitteltönen, zur Folge hat.



**Abbildung 14** - Spannungs-Intensitätsverhalten von Röhrenmonitoren und zusätzlich eingezeichnete Kamera-Kompensationskurve (rot)  
(Eberhard Hasche, *Game of Colors*. S. 42.)

Nach einigen Experimenten zu diesem auftretenden Phänomen legte man zur Kompensation des Verhaltens der Bildröhren eine frühzeitige Korrektur fest. Diese sollte bereits in der Kamera durchgeführt und somit die Luminanz des finalen Bildes erhöht werden. Diese Korrektur liegt einer Potenzfunktion mit dem Exponenten  $\gamma$  (*Gamma*) =  $\frac{1}{2,2} = 0,454$  zugrunde und ist im Koordinatensystem rot dargestellt. Durch die Unterkompensation werden Bilder merklich dunkler als das Originalbild dargestellt. Dennoch erzielte man durch die Kompensation einen wichtigen Vorteil, durch welchen bereits bei geringen Eigenspannungen in der Kamera hohe Ausgangswerte, die gut vom Grundrauschen zu unterscheiden sind, erreicht werden konnten<sup>55</sup>. Dies wird ersichtlich, wenn man beide Kennlinien vergleicht.

Begrenzt wird die Kamerakennlinie durch den Schwarz- und Weißwert. Die Umsetzung von Licht in den Spannungsbereich durch einen Sensor findet linear statt, während die

<sup>55</sup> vgl. Eberhard Hasche, *Game of Colors*. S. 42.

Kamera als System betrachtet mit einer nichtlinearen opto-elektronischen Transferfunktion arbeitet. Durch eine umfassende Signalverarbeitung mit diversen relativ steilen oder auch flachen Kennlinienformen sind moderne CMOS-Sensoren dazu in der Lage, Kontrastumfänge von bis zu 14 Blendenstufen zu erfassen. Flachere Kennlinien werden herstellerspezifisch bspw. als S-Log oder Canon-Log bezeichnet und simulieren aufgrund geringer Gradation mit  $\gamma = 0,6$  analoges Filmmaterial durch Komprimierung des Szenenkontrastes. Dies wird im folgenden Kapitel weiter beleuchtet.

## 2.6.2 Logarithmische Kurven

Um in der Nachbearbeitung von Videomaterial einen möglichst großen Spielraum bei der Farbanpassung zu erreichen, werden oft große Szenenkontraste mithilfe flacher kameraseitiger Kennlinien (OETF) eingefangen und somit besonders kontrastarme Bilder erzielt. Somit bleiben Informationen sowohl in hellen als auch dunklen Bildbereichen erhalten<sup>56</sup>. Hierzu eignen sich die beiden bereits erwähnten Gammakurven mit großem Dynamikumfang namens S-Log oder Canon-Log<sup>57</sup>. Diese Kennlinien wurden unter der Annahme entwickelt, dass in der Postproduktion ein Grading des Film- bzw. Videomaterials durchgeführt wird<sup>58</sup>. Folgende Grafik illustriert den Unterschied zwischen einer flachen Kurve (links) und einer steileren Kurve nach dem Standard Rec.709 (rechts). Beide Bilder wurden bei identischen Lichtverhältnissen aufgezeichnet.

---

<sup>56</sup> vgl. SONY Deutschland, S-Log im Detail - Sony Pro. (Stand: o. D.) URL: [https://pro.sony.de\\_DE/technology/s-log](https://pro.sony.de_DE/technology/s-log) [21.04.2022].

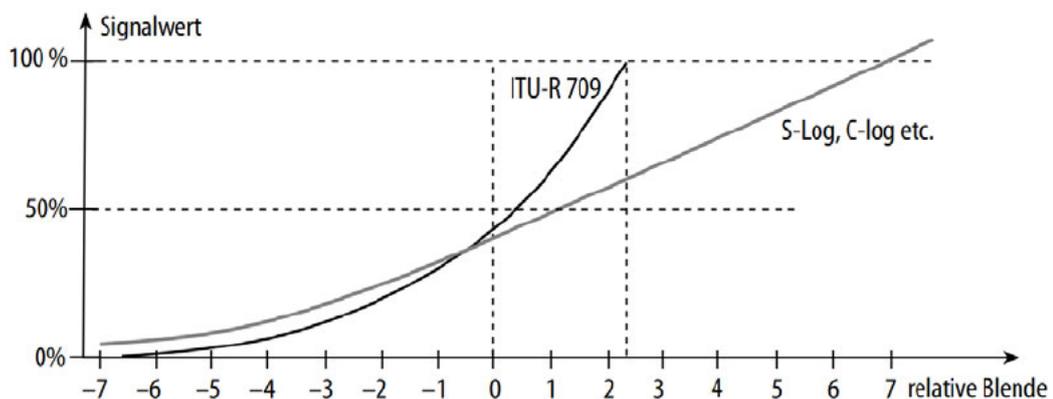
<sup>57</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 732.

<sup>58</sup> vgl. SONY Deutschland, Was ist S-Log?. (Stand: 27.10.2021) URL: <https://www.sony.de/electronics/support/articles/00145908> [21.04.2022].



**Abbildung 15** - Aufnahme einer Szene in S-Log und nach dem Standard Rec.709 – AUS  
(SONY, S-Log. URL: [https://pro.sony/de\\_DE/technology/s-log](https://pro.sony/de_DE/technology/s-log))

Führt man sich die Kennlinienformen von S-Log und Rec.709 vor Augen, so wird schnell ersichtlich, wie es durch eine Komprimierung des Szenenkontrastes durch eine flache Kennlinie zur Erhöhung des erfassbaren Dynamikumfangs von etwa 14 Blendenstufen kommt.

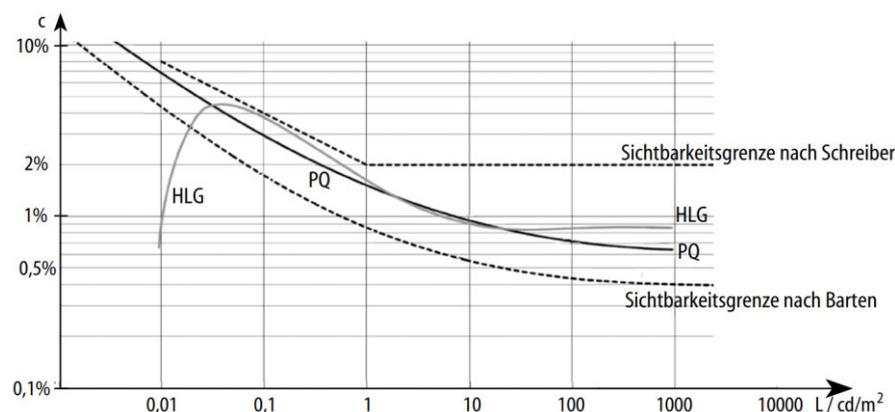


**Abbildung 16** - Kennlinien nach ITU-R 709 und S-Log, C-Log, etc.  
(Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 486.)

### 2.6.3 HDR-Übertragungsfunktionen

Für die Bildgebung mit erhöhter dynamic range existieren neben den beschriebenen Übertragungsfunktionen für SDR-Systeme weitere Funktionen zur Maximierung der Helligkeitsbereiche und des Kontrastumfangs. Hierbei ist die Rede von zwei Systemen, welche bereits durch die ITU und SMPTE in ihren Empfehlungen Rec.2100 und ST 2084 erwähnt werden. Abschließend werden daher HLG (Hybrid Log-Gamma) und PQ (Perceptual Quantizer) beleuchtet.

Im Mittelpunkt der Anwendung von HLG stehen nicht nur oben genannte Aspekte, sondern vielmehr die Gewährleistung von maximaler Kompatibilität und das Anliegen, bei möglichst diversen Anwendungsfällen mit 10 Bit hinzureichen. Hauptsächlich bezieht sich HLG auf die Kamerakennlinie und besteht aus der Zusammensetzung zweier Kurven, was der Funktion seine hybride Eigenschaft und somit auch den Namen verleiht. Der untere Helligkeitsbereich wird durch die bereits bekannte Potenzfunktion zur Erhöhung der Kompatibilität zu bestehenden SDR-Systemen beschrieben, welche bei einem Signalwert von 50% in eine logarithmische Funktion übergeht. Bei HLG ist eine Wiedergabeleuchtdichte von bis zu 5000 cd/m<sup>2</sup> (Nits) möglich.

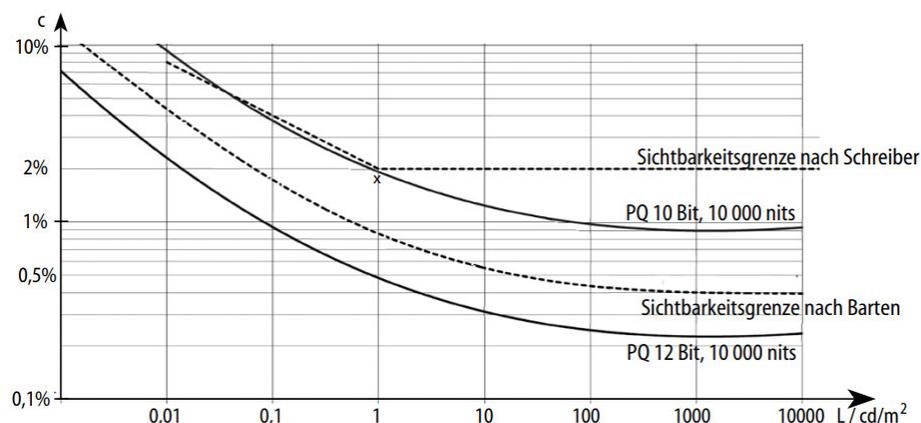


**Abbildung 17** - Minimale Kontrastschrittweite von HLG und PQ bei 10 Bit und 1000 nits  
(Ulrich Schmidt, *Professionelle Videotechnik*. S. 190.)

Die Rücktransformation durch die EOTF wird auf die Luminanz der drei Farbkomponenten angewendet, welche zusammengefasst als Szenenhelligkeit  $Y_S$  bezeichnet wird. Dadurch werden Sättigungsprobleme verhindert, welche durch separate Transformation der drei Farbkomponenten auftreten können.

Durch den hier beschriebenen Ansatz erreicht HLG eine mehr als 80-fache Steigerung des Kontrastbereiches gegenüber den üblichen SDR-Verfahren bei 10 Bit. Das entspricht einer Steigerung um etwas mehr als 6 Blendenstufen bei 10 Bit und mehr als 17 Blendenstufen bei 12 Bit durch die Verdopplung des Helligkeitsbereiches. HLG bietet neben minimal eingeschränkter Kompatibilität zu konventionellen SDR-Systemen den Vorteil, dass mit relativer Helligkeit gerechnet wird. Das hat zu Folge, dass sich die maximale Helligkeit ohne Zugabe von Metadaten an Displays automatisch anpasst. Die eingeschränkte Kompatibilität zeigt sich nach Entzerrung durch herkömmliche EOTF nach BT.1886 durch leicht dunklere Farben über einem Eingangswert von 50%.

Anders als bei HLG wird bei der perceptual quantisation probiert, einen Kontrastumfang von  $1:10^7$ , also etwa 22 Blendenstufen, zu erfassen. Das entspricht etwa 22 Blendenstufen, einem Dynamikumfang von  $0,002 \text{ cd/m}^2$  bis  $10000 \text{ cd/m}^2$  und unter dem Strich ca. zwei Zehnerpotenzen mehr als bei HLG. Innerhalb des von Dolby entwickelten PQ-Systems wird die erhöhte dynamic range als „Extended Dynamic Range“ (EDR) bezeichnet und wird ebenso wie HLG in der ITU-R BT.2100 erwähnt. Der sehr hohe Maximalwert des Dynamikumfangs wurde hinsichtlich der Offenheit für Weiterentwicklungen zukünftiger Systeme festgelegt. Die verwendete wiedergabeseitige Transferfunktion soll selbst in den sehr hohen Helligkeitsbereichen möglichst wenige Quantisierungsstufen verwenden und durch Anpassung aller Helligkeitsbereiche präzise an das Kontrastempfinden des menschlichen Auges angepasst werden. Ziel ist es, kein sichtbares Banding in Grauverläufen zu erzeugen, weshalb die Funktion des PQ-Ansatzes ähnlich wie die so genannte Bartenkurve verläuft<sup>59</sup>, welche ein derzeit gültiges Modell zur Beurteilung des Auftretens von Banding bei der Bildwiedergabe ist. Die Sichtbarkeitsgrenze nach Schreiber hat dieselbe Funktion, beurteilt diesen Sachverhalt jedoch nicht so streng wie Barten<sup>60</sup>. Interessant ist hier, dass die PQ-Kurve bei 10 Bit und bis zu 10000 Nits oberhalb und bei 12 Bit unterhalb der Barten-Grenze verläuft. Daher kann man von einer Minimierung möglicher Banding-Artefakte selbst bei 10 Bit ausgehen.



**Abbildung 18** - Minimale Kontrastschrittweite bei PQ mit 10 bzw. 12 Bit und  $10000 \text{ cd/m}^2$   
(Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 192.)

<sup>59</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 188 ff.

<sup>60</sup> vgl. Ebd., S. 34 f.

Der PQ-Ansatz verliert durch die Komplexität des Verlaufes seiner Funktion an Kompatibilität zum herkömmlichen SDR-System. Er ist nicht mehr durch einfache mathematische Funktionen illustrierbar. Im Gegensatz zu HLG bezieht sich der PQ-Entwicklungsansatz auf die wiedergabeseitige Kennlinie und arbeitet bei der Umsetzung digitaler Daten in Leuchtdichten als absolute Werte. Da sich die Signalcodierung auf die absolute Helligkeit bezieht, ändert sich der Kurvenverlauf zu gelegeneren Werten, wenn bspw. die Maximalleuchtdichte von  $10000 \text{ cd/m}^2$  auf  $1000 \text{ cd/m}^2$  sinkt. Kurzum würde somit der Abstand zur Bartengrenze steigen.

Der PQ-Ansatz ist also aufgrund seines Bezuges zur absoluten Displayhelligkeit komplexer als HLG für die Signalübertragung, da in Echtzeit und synchron Metadaten übertragen werden müssen, welche Einfluss auf das Displayverhalten haben. Andererseits lösen diese Metadaten das Problem der Darstellung von HDR-Inhalten auf Endgeräten mit geringem Dynamikumfang. Weiterhin können Metadaten dazu verwendet werden die von Koloristen angepassten Bilder auch auf unbekanntem Zielsystemen mit einem möglichst ähnlichen Bildeindruck, wie beim Grading, darzustellen. Das Endgerät passt seine Einstellungen per Algorithmus den gegebenen Situationen an. Dennoch wurde bis dato das Problem der Echtzeitfähigkeit von Metadaten nicht gelöst. Eine verzögerungsfreie Übertragung scheint mit aktuellen Systemen nicht gegeben zu sein. Dies kann als bedeutender Nachteil des EDR-Systems mit PQ-Codierung gegenüber dem HLG-Ansatz gewertet werden<sup>61</sup>.

---

<sup>61</sup> vgl. Ebd., S. 191 ff.

### **3 Die Bedeutung eines UHD-Workflows für den Produktionsablauf am praktischen Beispiel „Late Night Berlin“**

Dieser Teil der Arbeit hat das Ziel, die mit einem Umstieg von einem Full-HD- zu einem UHD-Workflow verbundenen Herausforderungen und Besonderheiten, mit staken Fokus auf technische Aspekte, differenziert zu beleuchten. Dabei werden insbesondere aktuelle Workflows (Istzustand) der Florida Entertainment GmbH mit möglichen Neuerungen (Sollzustand) abgewogen, wodurch ein theoretisch lauffähiges Konstrukt im Sinne der genannten Thematik entstehen soll. Neben Herausforderungen technischer Natur in den Bereichen Drehs, Studioproduktion und vor allem Postproduktion werden mögliche auftretende Konsequenzen für Gewerke, die nicht direkt im Zusammenhang mit technischen Neuerungen stehen, beschrieben. Hierzu wurden Interviews mit versierten Fachkräften der Firma selbst oder auch Partnerfirmen geführt und anschließend ausgewertet. Somit soll ein weitreichender Überblick geschaffen werden, welcher zukünftig als fundamentale Vorbetrachtung zur praktischen Umsetzung dieser Thematik dienen kann.

#### **3.1 Drehs**

Den Grundstein einer im UHD-Format ausstrahlbaren Sendung sollen nun die MAZ- bzw. Einspielerdrehs legen. Diese stehen in allererster Reihe bei der Videoproduktion. Es ist davon auszugehen, dass nach Aufbereitung sämtliches Videomaterial, welches vom Sender zum Consumer übertragen wird, in der vollen Auflösung des Formates wiedergegeben werden kann und kein sender- bzw. consumerseitiges Up-Scaling durchgeführt wird.

Zur Beurteilung der angestrebten Veränderung für das Sendeformat wurde ein Interview mit einem Freelancer geführt, welcher für die Firma und alle Produktionsteams, durch sein fundiertes technisches Know-how, von sehr großer Bedeutung ist.

### 3.1.1 Kamerasysteme

Aufgrund dynamisch wechselnder Ansprüche an MAZ-Drehs kommt bei der Produktion von Late Night Berlin-Einspielern eine Vielzahl verschiedener Cine-, Consumer-, oder umgangssprachlich als Dokukameras bezeichnete Systeme zum Einsatz. Mit der Markteinführung von Vollformatsensoren entschied sich das Produktionsteam dazu, hauptsächlich jene aufgrund ihrer Eigenschaft der verstärkten Tiefenunschärfe zu verwenden. In Kombination mit einer möglichst weit geöffneten Blende am verwendeten Objektiv kann ein filmischer Charakter des Bildes erzeugt werden. Da dies ein mittlerweile sehr gewünschter Effekt ist, kommen regelmäßig die FX6- und FX9- und Alpha 7 S3 Kamerasysteme von Sony zum Einsatz. Die früher häufig verwendete FS7 besitzt hingegen den etwa halb so großen Super-35-mm Kamerasensor und erfüllt daher nicht immer die Ansprüche an eine geringe Tiefenschärfe.<sup>62</sup>

Zu den bereits verwendeten Cine-Kameras zählen unter anderem die AMIRA und Alexa Mini von dem Hersteller ARRI, sowie die Pocket Cinema Kameras in ihrer 4K- und 6K-Ausführung von Blackmagic. Wie es die Namen der letzteren beiden Kameras erahnen lassen, sind diese bereits dazu im Stande, Auflösungen sogar teils weit über dem gewünschten UHD-Format aufzuzeichnen. Gleiches gilt ebenfalls für alle bereits erwähnten und verwendeten Kamerasysteme. Ältere Kamerasysteme, so die Aussage des Interviewten, welche seiner Schätzung nach vor sieben oder mehr Jahren erschienen sind, sollen in der Regel nicht standardgemäß die gewünschte UHD-Auflösung erzielen können. Anders sei es bei aktuellen Kamerasystemen, denn diese seien fast alle dazu in der Lage. Im Rahmen des Umstieges auf eine UHD-Produktion würden somit ältere und nicht UHD-fähige Kameras zwangsläufig ausgemustert werden müssen. Betroffen wären davon also z.B. ebenfalls bereits verwendete EB-Kameras wie die PMW-200 und Actioncams der vierten oder niedrigeren Generation des Herstellers GoPro. Da diese Kameras bei der Produktion von Late Night Berlin seit geraumer Zeit nicht mehr im Fokus stehen, würde die Ausmusterung der älteren Systeme keine fundamentale Veränderung für den Produktionsablauf mit sich bringen. Dasselbe würde für die an den Kameras bereits verwendeten Objektive gelten. Da neuere Objektive für

---

<sup>62</sup> vgl. SONY, Vollformat Camcorder PXW-FX9. (Stand: o.D.) URL: [https://pro.sony/de\\_DE/products/handheld-camcorders/pxw-fx9](https://pro.sony/de_DE/products/handheld-camcorders/pxw-fx9) [02.08.2022].

ein tendenziell zu scharfes Bild mit digitalem Look sorgen würden, fallen diese aus der engeren Auswahl heraus. Im Fall der Verwendung eines solchen Objektivs wurden in der Regel Filter montiert um das Bild wieder weicher und weniger scharf zu gestalten. Eine Neuanschaffung hochwertigerer Optiken, welche auch teils für Bildformate weit oberhalb des gewünschten UHD-Formates geeignet sind, wäre somit hinfällig.

Nichtsdestotrotz geht in der Postproduktion, durch die ausschließliche Verwendung von UHD-Videomaterial, die Möglichkeit verloren, das zu bearbeitende Bild verlustfrei neu skalieren, bzw. cropen, zu können. Auch wenn dies laut dem Interviewten als zu vermeidende Methode gewertet wird, kann es trotz sorgfältigstem Framing bei den Dreharbeiten in der Postproduktion eine Notwendigkeit darstellen. Dafür nannte dieser das Beispiel einer Imitation zweier Kameras, obwohl am Set nur eine Kamera verwendet wurde. Dies geschieht durch fünfzig prozentiges Hereinzoomen. Im Fall von 4K-Material sei hierfür 6K-Material notwendig und wäre dementsprechend für die gewünschten Ansprüche auf UHD zu adaptieren.

### 3.1.2 Referenzmonitore

Da UHD zu den gängigen Großbildformaten zählt, ist die Überlegung naheliegend, dass ebenfalls größere und höher aufgelöste On-Camera Monitore bei mobilen Drehs zur Beurteilung der Schärfe bzw. des Schärfepunktes notwendig sein könnten. Auch wenn bspw. eine Sony Alpha 7 S3 bereits dazu in der Lage ist, das aufgezeichnete Bild in Echtzeit auf einem On-Camera Monitor über eine HDMI-Schnittstelle in bis zu 4K wiederzugeben<sup>63</sup>, sollen laut Aussage des Freelancers Monitore mit einer klassischen Full-HD-Auflösung zur Beurteilung der Schärfe mehr als ausreichend sein. Ein in Echtzeit übertragenes Bild auf einem UHD- bzw. 4K-Monitor sei seiner Erfahrung nach bspw. nur dann notwendig, wenn sich ein Kunde mit am Set aufhält, welcher die bestmögliche Finalität des Bildes, das dieser zu sehen bekommt, priorisiert. Da dies im Rahmen des Einspielerdrehes für die Late Night Berlin nicht vorkommt, sei letzterer

---

<sup>63</sup> vgl. SONY, SONY SUPPORT Artikel-ID: 00203275. (Stand: 03.02.2022) URL: <https://www.sony.de/electronics/support/articles/00120915> [02.08.2022].

Punkt zu vernachlässigen. Für das technisch einwandfreie Arbeiten wären daher für die tätigen Kameratechniker größere und höher aufgelösten Monitore nicht zwangsläufig notwendig. Nichtsdestotrotz könnten diese das aufgezeichnete Bild stets originalgetreuer abbilden, was jedoch in erster Linie bislang nur diesen Vorteil mit sich bringen würde. Für die beim Dreh zu verwendenden und an Kameras montierten Referenzmonitore sollten daher im Vorhinein jegliche Ansprüche an das Projekt abgesprochen werden. Insofern sind hier vorerst keine Neuanschaffungen zu erwarten.

### 3.1.3 Speichermedien

Wie im Kapitel 3.3.1 ausgeführt wird, kommt es durch die Aufzeichnung von UHD-Material unweigerlich zu einem Anstieg des für Drehs notwendigen Speicherplatzes. Für die aktuellen Ansprüche der Full-HD-Produktion erfüllen in dieser Hinsicht SD-Karten mit einer Speicherkapazität von 128GB oder 256GB pro Kamera den Bedarf. Kamerasysteme welche, wie bspw. die Blackmagic Pocket Cinema Camera 4K, ohnehin bereits auf mobilen SSD's mit einer Speicherkapazität von 1 oder 2 Terabyte aufzeichnen, sind dementsprechend bereits ausreichend bestückt. Im Hinblick auf die FX6- oder FX9-Kamerasysteme, welche bei einer vollen UHD<sub>1</sub>-Auflösung und einer Bittiefe von 8 bereits mit einer Bitrate von maximal 100 Mbit/s, sprich etwa 12,5 MB/s, aufzeichnen, würde die Speicherkapazität von 128GB-Speicherkarten nach ca. 171 Minuten ausgereizt sein.

$$\text{Beweis: } 100 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}} = 12,5 \frac{\text{MB}}{\text{s}} = 0,0125 \frac{\text{GB}}{\text{s}} \rightarrow \frac{128\text{GB}}{0,0125 \frac{\text{GB}}{\text{s}}} = t = 10240\text{s} \approx 171 \text{ min}$$

Für den Dreh mit einer Bittiefe von 10 und derselben Auflösung ergab sich aus Videodaten zu Testzwecken eine maximale Bitrate von bis zu 250 Mbit/s. Dies wiederum entspricht 31,25 MB/s, also 0,03125 GB/s. Durch die Verwendung obiger Gleichung ergibt sich daraus eine maximale Aufnahmezeit von etwa 68 Minuten für 128GB- und etwa 137 Minuten für 256GB-Speicherkarten. Da eine Zeitspanne von 68 bis 137 Minuten Aufzeichnungszeit pro Kamera für den Einspielerdreh eher als kurz und unterdurchschnittlich umfangreich zu bewerten ist, wird sich auch an dieser Stelle die Gesamtspeicherkapazität verwendeter SD-Karten verändern müssen. Laut Aussage des Interviewten werden, falls Speicherkarten weiterhin verwendet werden würden, Kapazitäten von einem Terabyte pro Karte sehr gefragt sein. Dennoch sollte der Trend

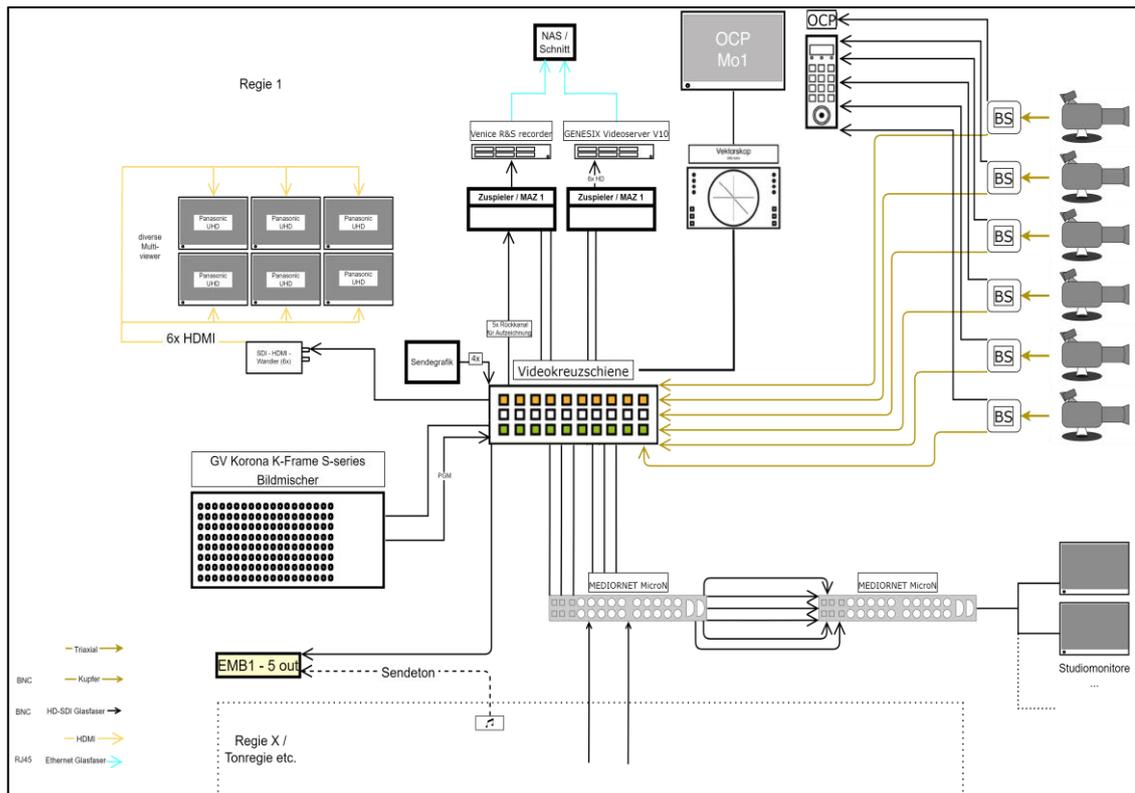
der Komprimierungsverfahren von Videodateien beobachtet werden, da diese sich theoretisch auch weiterentwickeln und verbessern könnten. Dies würde sich jedoch hinsichtlich des Materialhandlings im Schnitt wiederum auf die notwendige Rechenleistung der Schnittrechner auswirken.

## **3.2 Studioproduktion**

Da nun das voraufgezeichnete Sendeformat „Late Night Berlin“ nicht ausschließlich aus Einspielern besteht, ist es ebenso wichtig, einen Großteil von Aspekten innerhalb einer Studioproduktion zu betrachten. Wie bereits zu Beginn dieses Kapitels angedeutet, soll dabei der Fokus auf der technischen Infrastruktur und den eventuellen Neuerungen liegen. Dennoch ist auch mit Auswirkungen auf den nicht technischen Produktionsablauf, im Hinblick auf höheren Detailreichtum des finalen Kamerabildes durch eine deutlich erhöhte Auflösung oder gar erweiterten Farbraum, zu rechnen.

### **3.2.1 Bild-/Regietechnik**

Zur Beurteilung der Produktionsfähigkeit der Studioteknik im angestrebten UHD-Format werden die Themengebiete der Bild- und Regietechnik,ameratechnik und Signalwege separat beleuchtet. Dies wird auf Grundlage des in einem Interview mit dem für Late Night Berlin tätigen Produktionsingenieur erworbenen Wissens durchgeführt. Des Weiteren konnte anhand dieser Informationen zum Überblick schematisch ein Blockschaltbild der vorliegenden Studioinfrastruktur erstellt werden. Dieses ist aufgrund der Verschaltung mehrerer Studios sowie Bild- und Tonregien innerhalb des Studiokomplexes stark vereinfacht dargestellt und soll nur die für die Late Night Berlin relevanten Komponenten beinhalten. Es dient zur Erleichterung des Verständnisses des analysierten Kontextes und ist zusätzlich noch einmal in großer Form dem Anhang 1.2 zu entnehmen.



**Abbildung 19 -** Blockschaltbild der Studioinfrastruktur von Late Night Berlin (eigene Darstellung)

Der in der Regie verbaute Bildmischer wurde von Grass Valley gebaut und gehört zu der Sport Serie der K-Frame-Bildmischer. Grass Valley stellt sowohl die Hard- als auch Software der Geräte. Zwar ist dieser Bildmischer technisch gesehen dazu in der Lage durch Zusammenschaltung von 4 Mal 3G-SDI-Signalen auch UHD-Signale verarbeiten zu können, jedoch steht dem Unternehmen die dafür notwendige Softwarelizenz nicht zur Verfügung. Die Anschaffungskosten dieser Lizenz würden sich laut Aussage des Interviewten auf 12.000 € belaufen. Ebenso wie der Bildmischer kann auch die für die Regie bestimmte Videokreuzschleife (VKS) 3G-SDI-Signale verarbeiten und ist somit theoretisch, durch Verkopplungen von vier Eingangssignalen, dazu in der Lage UHD-Videosignale zu transportieren. Die Verkopplung erfolgt über das bereits vorhandene Steuerungssystem „Virtual Studio Manager“ und stellt in erster Linie kein Problem dar. Eher kritisch sind hierbei die an der VKS limitierten Eingänge, welche laut Aussage des interviewten in keiner Weise bei einer Vervielfachung der eingehenden Sendegrafik-, Zuspieler- und Kamerasignale ausreichen würden. Die Anschaffung neuer In- und Output-Boards (I/O-Boards) käme insofern nicht mehr in Frage, da diese vom Hersteller selbst nicht mehr vertrieben werden und nur noch gebraucht zu erhalten sind. Das Herausziehen ungenutzter Signalleitungen aus der VKS wäre theoretisch möglich, kä-

me jedoch aufgrund der hochfrequentierten Nutzung der Vorhandenen Studioeinrichtung ebenfalls nicht in Frage. Dieser Workflow sei laut Aussage des Interviewten nicht förderlich für den Betriebsablauf. Demnach müsste die aktuell verwendete VKS „NVISION8280“ durch ein Gerät mit einer erhöhten Kapazität an Inputs ausgetauscht werden. Selbes gilt für jegliche Messmonitore und Messgeräte am Arbeitsplatz des Bildingenieurs, welche bisher weder in der Lage sind UHD darzustellen, noch mit dem erweiterten Farbraum umgehen zu können. Gerade im Umgang mit dem OCP (Operator Control Panel) ist ein Höchstmaß an Bildqualität und Farbtreue der Monitore notwendig, um den Weißabgleich, Farbabstimmungen und Blendeneinstellungen der Kameras mit größter Zuverlässigkeit vornehmen zu können. In diesem Zusammenhang verwies der Interviewte auf die in einen Übertragungswagen der Firma verbauten OBM-R210 Monitore zum Einmessen. Der Kostenfaktor bei einer Neuanschaffung läge hier bei 30.000 € pro Gerät. Da aus Sicht des Interviewten auch für den Arbeitsplatz des Produktionsingenieurs ein solcher Monitor wünschenswert ist, wären also mindestens zwei Neuanschaffungen dieses Gerätetyps notwendig. Durch einen massiven Größenunterschied zu den bisherigen Messmonitoren würde wiederum mehr Arbeitsplatz, sprich größere Tische innerhalb der Regie oder gar eine Auslagerung besagter Technik, notwendig sein. Zur preislichen Orientierung nannte der Interviewte eine Summe von 20.000 € für die Anschaffung der aktuell verwendeten Arbeitstische mit sämtlichen Kabelführungen, Gestellen und individuell notwendigen Fräsungen.

### **3.2.2 Studiokameras**

Die aktuell im Studio der Late Night Berlin verbauten Studiokameras gehören zu der Produktgruppe des Hersteller Grass Valley und sind Teil der LDX Serie. Aufgrund kurzer Kabelwege zur verwendeten Stagebox im Studio entschied sich der Dienstleister für die Verwendung von Triax-Transmission-Adapttern. Diese erfüllen die Ansprüche aller HD-Videoformate, können aber kein UHD-Signal verarbeiten. Die für diese Kameras verwendeten Base Stations verwenden ebenfalls dieselbe Triax-Infrastruktur und sind daher ebenso wenig für die Übertragung eines UHD-Signals geeignet. Zwar sind die verwendeten Kameraköpfe bereits mit 27-fach Zoom- und 4,3 bis 4,5 mm UHD-Weitwinkelobjektiven ausgestattet, können jedoch aufgrund eben beschriebener Peripherie dieses Potenzial nicht ausnutzen.

Infolge eines Umstieges auf UHD müssten daher die an den Kameras verbauten Triax-Transmissionsadapter gänzlich durch Fiber-Transmissionsadapter ausgetauscht werden. Dies bedingt wiederum eine komplette Neuanschaffung von Glasfaser-base stations, da die verwendeten Triax-Kabel auf maximal 3G limitiert sind. Die sich daraus für die Signalwege des Studios ergebenden Konsequenzen für UHD werden im folgenden Kapitel erläutert.

### 3.2.3 Signalwege

Für die Videosignalverteilung im UHD-Videoformat sind die im Kapitel 2.4.4 zusammengetragenen Informationen essenziell. Daraus erschließt sich, dass das auf HD-SDI basierende Studiokonzept zur Verteilung von Videosignalen grundlegend nicht für erhöhte Bandbreite eines UHD-Signals ausgelegt ist. Die derzeitige Bandbreitenbegrenzung liegt bei maximal 3 Gbit/s. Notwendig wären mindestens 6 Gbit/s. Hinzu kommt, dass die verwendete MEDIORNET MicroN Stagebox maximal 12 3G-SDI Ein- und Ausgänge zur Verfügung stellt. Ausgehend von einer Unterteilung des vollaufgelösten UHD-Bildes auf 4 Subimages ist mit einer Vervierfachung an notwendigen Signalwegen an den Inputs der Stagebox zu rechnen. Übertragen auf die insgesamt 6 für die Produktion von Late Night Berlin notwendigen Kamerasignale würde dies zur Folge haben, dass alle 12 Signaleingänge einer Stagebox bereits nach Anschließen dreier Studiokameras belegt wären. Um also alle Kamerasignale gleichermaßen aus dem Studio in die VKS leiten zu können, ist mit mindestens einer weiteren Stagebox zu rechnen. In Summe wären somit alle insgesamt 24 Signaleingänge beider Stageboxen voll ausgelastet und es könnten keine weiteren Zuspielgeräte, wie bspw. das verwendete Apple-TV-System vom Studio aus in der Regie geschaltet werden. Abhängig von den Anforderungen des Kunden, so die Aussage des Interviewten, könnten jedoch auch Signale im Bildmischer hochskaliert werden, sodass bspw. ein Transport des Videosignals einer Kamera über eine herkömmliche 3G-SDI-Verbindung genügen könnte. In diesem Fall sei es theoretisch möglich, eine niedrigere Anzahl an Signaleingängen der Stageboxen zu nutzen. Etwaige Sonderfälle seien im Vorhinein zu klären und werden aufgrund dessen im Folgenden nicht weiter ausgeführt.

Wie bereits erwähnt, würde das Studio beim Umbau auf eine UHD-fähige Infrastruktur einen massiven Zuwachs an dadurch notwendigen Videosignalwegen erfahren. Hierzu

würden umfangreiche Maßnahmen zur Verlegung neuer Lichtleitkabel durch Kabeltrassen und durch das Studio anfallen, wodurch auch Erweiterungen von Bohrungen unumgänglich sind. Davon betroffen wären neben den Kamerasignalen und weiteren sich im Studio befindlichen Zuspieldgeräten zudem jegliche Signalwege, welche für das Programmbild relevante Bildinformationen, wie MAZ- und Sendegrafikgeräte, liefern. Sofern keines dieser Signale im Bildmischer hochskaliert werden soll, ist generell von einer Vervielfachung der notwendigen Kabelwege auszugehen. Dies gilt ebenfalls für alle über die Stageboxen in das Studio geleiteten Signale, bspw. sowohl für Studiomonitore am FOH für das Lichtdesign als auch für Regisseure oder Loop-Monitore, sofern gefordert. Die Ansprüche sind hier ebenfalls wieder stark abhängig von den Anforderungen des Kunden.

Wie bereits erwähnt, müssen im Rahmen dieser Betrachtung jegliche Geräte zur Umschaltung und Weiterleitung der anliegenden Videosignale beachtet werden. Generell ist von der Neuanschaffung einer VKS mit größerer I/O-Matrix auszugehen. Weiterhin sollten jegliche vom Kunden an die Aufzeichnung gestellten Ansprüche geklärt werden, da die verwendeten Recorder R&S VENICE und GENESIX V10 von STRYME über eine ohnehin sehr stark ausgelastete Anzahl an Inputs verfügen. Den Datenblättern beider Geräte ist zu entnehmen, dass entweder ein<sup>64</sup> oder vier<sup>65</sup> Kanäle zur Aufzeichnung von UHD-Signalen zur Verfügung stehen. Daher ist auch hier eine Neuanschaffung nicht umgänglich.

### 3.2.4 Lichttechnik und Lichtdesign

Die Frage, welchen Konsequenzen die Gestaltung des Lichts am Studioset hinsichtlich des angestrebten Umstieges auf UHD unterlegen ist, erscheint hinsichtlich des im Kapitel 2.4.2 beschriebenen erweiterten Farbraums sehr komplex. Während im herkömm-

---

<sup>64</sup> vgl: Rohde & Schwarz, R&S@VENICE S. (Stand: Juni 2021) URL: [https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl\\_downloads/dl\\_common\\_library/dl\\_brochures\\_and\\_datasheets/pdf\\_1/VENICE-S\\_dat-sw\\_en\\_5215-3210-22\\_v0700.pdf](https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/VENICE-S_dat-sw_en_5215-3210-22_v0700.pdf) [14.08.2022].

<sup>65</sup> vgl: STRYME, GENESIX VIDEOSERVER V10. (Stand: o.D.) URL: <https://www.stryme.com/genesix/?L=0> [14.08.2022].

lichen deutschen Fernsehen der Unterschied zwischen zwei nicht identischen und im Color Rendering Index (CRI) voneinander abweichenden Leuchtmitteln kaum bis gar nicht erkennbar war, stellt sich dies für das UHD-Format durchaus als ein großes Problem dar. So kann es bei UHD durch ein Zusammenspiel des Wide Color Gamut und einem Leuchtmittel mit niedrigem CRI bspw. dazu kommen, dass eine mit grünem Lidschatten geschminkte Person auf dem finalen Bild nicht mehr aussieht, als hätte diese einen grünen Lidschatten aufgetragen bekommen. Andersherum kann es jedoch auch zu einer Verstärkung des gewünschten Grüntones, abhängig von dem gewählten Leuchtmittel, kommen. Übertragen auf die Leuchtmittel selbst bedeutet das, dass zwei gleichartige Leuchtmittel unterschiedlicher Hersteller im Full-HD-Bild einen identischen Farbton erzeugen können, wobei der in Realität herrschende leichte Farbumterschied plötzlich in UHD deutlich sichtbar wird. Während sich ein solches Szenario im Full-HD-Fernsehen verlaufen hat, stellt dies laut dem interviewten und zuständigen Oberbeleuchter von Late Night Berlin, durchaus ein ernstzunehmendes Problem dar. Für das Einleuchten des Sets in UHD kommt hinzu, dass sich außerdem alle Farben über den gesamten Wellenlängenbereich hinweg, leicht in das Spektrum des blauen Farbtons verschieben. Dies ist also keine punktuelle Farbverschiebung von Rottönen in Richtung Magenta beispielsweise, sondern eher als eine Art Farbstich zu betrachten. Der Grund dafür liegt wieder in den verwendeten Leuchtmitteln, die laut Aussage des Interviewten in exakt den auftretenden Wellenlängen des Farbstiches Peak-Wellenlängen aufweisen. Anders ausgedrückt weist das Gesamtfarbspektrum des Leuchtmittels an dieser Stelle ein weitaus ausgeprägteres Blauspektrum als andere Farbspektren auf. Um diesem Effekt allgemein entgegenzuwirken sind daher hochqualitative Leuchtmittel mit deutlich feiner einstellbaren Farbnuancen als bisher notwendig. Dennoch könnten ebenfalls die für das Personenlicht verwendeten Halogenscheinwerfer, welche Sonnenlicht imitieren sollen und daher ihre Peak-Wellenlängen im roten Farbbereich haben, lediglich durch Filter angepasst werden, sodass der Weißabgleich an einer UHD-Kamera wieder deutlich akkurater durchgeführt werden kann. Wird der Weißabgleich nämlich in einem rotstichigen Set durchgeführt, so wirken automatisch alle anderen am Set reflektierenden Rottöne in UHD automatisch plötzlich weiß. Um diesen noch recht günstigen Workaround umgehen und technisch einwandfrei arbeiten zu können, wäre eine komplette Neuanschaffung von LED-Scheinwerfern desselben Typs vom gleichen Hersteller für das Personenlicht notwendig. Da die beschriebene Filtrierung laut dem Interviewten doch sehr zuverlässig durchgeführt werden kann, ist hier eher das Effektlicht nachhaltig von einem Umstieg auf UHD betroffen. Diese weisen etwa am Set von Late Night Berlin bereits keine

außerordentlich hohe Qualität auf und besitzen daher auch keine sonderlich hohe Leuchtstärke. Dies wird zu einem Problem, wenn der Weißabgleich im rotstichigen Licht durchgeführt wird und somit dem Bild die Wellenlängen des roten Lichtes entzogen werden. Im Fernsehbild sind diese Effektlichter dann möglicherweise gar nicht mehr sichtbar und es entsteht der Eindruck, als seien diese ausgeschaltet worden. Folglich spielt nunmehr die Qualität der Leuchtmittel eine sehr wichtige Rolle. Zwar bedarf es durch den erweiterten Farbraum des UHD-Formates etwas mehr an Leuchtkraft um alle auf dem Kamerasensor abbildbaren Farbnuancen sichtbar zu gestalten, keinesfalls jedoch bspw. der doppelten Leuchtkraft.

Für das Replizieren und Übertragen des gewollten Looks der Sendung auf UHD würde der Umstieg selbst ein eher geringeres Problem darstellen. Voraussetzung hierfür ist dennoch die bereits erwähnte Verwendung baugleicher Leuchtmittel um plötzlich auftretende Farbunterschiede bei bisher gleichaussehenden Leuchtmitteln auszuschließen. Hinzu kommt, dass für die Beurteilung der Farben von nun an die Verwendung eines Klasse 1 Monitors, also einem Monitor höchster Qualität und Farbechtheit, unumgänglich sein wird. Im gleichen Zug verwies der Interviewte auf einen Testlauf in UHD des Sendeformates „The Masked Singer“, bei welchem allein für die Neuanschaffung qualitativ hochwertiger Leuchtmittel ein um etwa 80% höheres Budget für die Beleuchtung veranschlagt wurde.

### **3.2.5 Kostümbild**

Die sich mit dem Umstieg auf UHD für das Kostümbild ergebenden Konsequenzen stellen keine große Neuerung dar, werden sich jedoch durch das hochwertigere Auflösungsformat nachhaltig verändern. Es ist also nicht als Veränderung anzusehen, dass vor allem im digitalen Videobereich der sogenannte Moiré-Effekt auftritt. Moiré-Artefakte sind ein bereits aus SD- und HD-Formaten bekannte und unerwünschte Bildstörung, welche im Bereich derameratechnik als Aliasfehler klassifiziert werden. In den betroffenen Bereichen des Motives interferieren also feine Strukturen, welche in diesem Falle durch die Bekleidung bzw. dessen Material verschuldet sind, mit der regelmäßigen Sensorstruktur einer digitalen Kamera. Tritt dieser Effekt in Erscheinung, so ist das verwendete Kleidungsmaterial zu fein um es fehlerfrei mithilfe des Sensors aufzulösen. Daher entstehen Überlagerungserscheinungen, welche sich durch die rela-

tive Bewegung der Kamera zum Motiv ebenfalls bewegen und verändern. Aus diesem Grund ist der Moiré-Effekt, gerade in einer Bewegtbildproduktion für Zuschauer überaus störend, fällt in der Fotografie hingegen jedoch nicht so sehr ins Gewicht<sup>66</sup>.

Mit welchen zusätzlichen Nebeneffekten nun aber bei einem Umstieg auf UHD zu rechnen ist, wurde versucht mithilfe einer für Florida TV tätigen Kostümbildnerin in einem gemeinsamen Interview zu erörtern. Bei einem von ihr betreuten und in UHD angefertigten Projekt stellte sich heraus, dass der tätige Regisseur ihr völlige Freiheit hinsichtlich der Auswahl von Materialien und Stoffen ließ. Mit den Worten „(...) wir drehen jetzt mit so hochauflösenden Kameras, da hast du freie Hand, was die Muster angeht.“ (s. Anhang 2.4) erklärte ihr der Regisseur, dass der bekannten Problematik des Moiré-Effektes nun nicht mehr dieselbe Aufmerksamkeit wie bei einer HD-Produktion entgegengebracht werden muss. Somit stellt sich bspw. die Verwendung fein gemusterter Krawatten oder Anzüge als weitestgehend unproblematisch dar. Anders hingegen strukturiert sich die Verwendung filigraner Musterungen auf Kleidung oder sogar Unreinheiten. Durch die verhältnismäßig höhere Auflösung des UHD-Formates werden diese nun teils für den Zuschauer deutlich sichtbar und verschwimmen nicht in dem stärker begrenzten Detailreichtum des HD-Formates. Zudem kann anhand des Kamerabildes, so die Aussage der Interviewten, sogar die Qualität des verwendeten Stoffes beurteilt werden. Infolgedessen ist gerade bei feinen Musterungen mit filigraner Arbeit, sprich Mehrarbeit, zu rechnen, wofür wiederum deutlich feinere und mehr Arbeitsmittel, sowie Zeit, von Nöten sein werden. Zudem wird, im Falle eines Umstieges, im Bereich des Kostümbildes ein neuer Lernprozess beginnen. Die Interviewte erklärte, dass aufgrund chronischen Zeitmangels am Set nicht mit Vorher-Nachher-Vergleichen der gefertigten und verwendeten Bekleidung oder gar Schulungen zu rechnen sei. Daher ist das Gewerk weitestgehend auf sich allein gestellt und kann nur aus den Endresultaten einer fertigen Sendung, welche für die Interviewte erfahrungsgemäß immer eine Überraschung darstellt, lernen. Eventuell vorhandene Vorerfahrungen des Regisseurs können außerdem einen signifikanten Einfluss auf das Geschehen haben. Außerdem spielt es eine große Rolle, wie aufmerksam sich dieser gegenüber dem Kostümbild oder der Kommunikation zwischen den Gewerken zeigt. Bei Dingen die

---

<sup>66</sup> vgl: Burosch, Der Moiré-Effekt in Digitalkameras. (Stand: o.D.) URL: <https://www.burosch.de/video-technik/739-der-moire-effekt-in-digitalkamers.html> [30.07.2022].

stark negativ auffallen, ist ohnehin mit einer Rücksprache zu rechnen. Zu Anschauungszwecken brachte die Interviewte das Beispiel eines Brautkleides aus Polyester Chiffon, welches billig wirken und nach ihrer Aussage gar wie ein Karnevalskostüm aussehen könnte. In diesem Fall wäre es vonnöten mehr Geld zur Verfügung gestellt zu bekommen um bspw. Seide verarbeiten zu können.

Zusammenfassend ist im Rahmen eines Umstieges auf UHD für das Kostümbild wichtig, alle Fragen bezüglich der Feinheit problemlos verwendbarer Stoffe zu beantworten, gewerkübergreifende Kommunikation zu stärken und filigranere Arbeitsmittel, sowie mehr Zeit, zur Verfügung zu stellen.

### **3.2.6 Setbau**

Wie bereits aus dem Gespräch mit dem für Studio Berlin tätigen Oberbeleuchter hervorging, ist das Gewerk des Set- und Dekobaus nicht unerheblich von der stark erhöhten Auflösung betroffen. Während in Full-HD bspw. kleine Kratzer, Fugen oder Schrauben an unsorgfältig verarbeiteten Holzleisten in keiner Weise die Aufmerksamkeit des Zuschauers auf sich ziehen, könnten diese in UHD vermehrt als auffälliger Störfaktor beurteilt werden. In der Regel sind etwaige Unfeinheiten so gering, dass diese im herkömmlichen Fernsehbild gar nicht dargestellt werden können.

Unfeine Arbeit im Setbau ist je nach Set-Typ unterschiedlich zu betrachten. Innerhalb eines Interview-Sets wird in der Regel mit Nahaufnahmen der Protagonisten gearbeitet, wobei die sich hinter den Personen befindlichen Requisiten zu einem ästhetischen Gesamtbild beitragen. Das sich im Hintergrund eines längerfristigen Studiosets befindlichen Bühnenbildes erfüllt den Zweck eines großflächigen Motivhintergrundes und verschafft dem Zuschauer eine räumliche Vorstellung. Selbstverständlich ist auch hier, gerade in UHD, auf qualitativ hochwertige Verarbeitung des Materials zu achten. Dennoch können kleinste Mängel in dem sichtbaren Detailreichtum des Sets untergehen. Besondere Feinarbeit bedarf auch an dieser Stelle wieder größter Sorgfalt und vor allem Zeit. Interne Quellen gaben Auskunft darüber, dass der für Late Night Berlin tätige Setbau-Dienstleister Studio Hamburg bereits außerordentlich filigran und mit hochwertigsten Arbeitsmitteln hantiert. Jegliches zu verarbeitende Material wird mängelfrei abgeliefert. Voraussetzung hierfür ist natürlich ein ebenfalls sorgfältiger und fehlerfreier Transport. Beim Aufbau im Studio wird gesondert auf filigrane Zusammenführung der

Einzelteile geachtet, sodass weder Nieten, noch Nägel oder Fugen zum Vorschein kommen.

Übertragen auf Late Night Berlin würde das Gewerk des Setbaus, im Falle eines Umstieges auf UHD, mit kaum bzw. gar keinen Neuerungen rechnen müssen. Dies setzt einen gleichbleibenden Qualitätsstandard des Dienstleisters voraus.

## 3.3 Postproduktion

### 3.3.1 Datenmengen und Datenübertragung

Damit konkrete Aussagen zu anfallenden Datenmengen getätigt werden können, müssen haus- und studiointerne Videoformate separat betrachtet werden. Dies ist vor allem für die spätere Analyse der verschiedenen Wege der Datenübertragung der Produktionsfirma notwendig. Daher wird nun Videomaterial für MAZ-Schnitte und Studioproduktionen bzw. Sendungen einzeln analysiert.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass alle MAZen für die Sendung „Late Night Berlin“ mit einer kleinen Auswahl verschiedener Kamerasysteme aufgezeichnet werden. In die engere Auswahl fallen daher die Kamerasysteme FX6, FX9 und ILCE-7 S3 (Alpha 7 S3) von Sony, sowie Cinema Cameras des Herstellers Blackmagic, Videodrohnen und seltener Actionkameras wie die HERO10 von GoPro. Alle der eben genannten Kamerasysteme, mit Ausnahme der HERO10, sind auch schon bei einer Full-HD-Auflösung in der Lage, Bilder mit 10 Bit zu erzeugen. Dies ließ sich mithilfe einiger Testaufnahmen der Kamerasysteme und dem Tool „MediaInfo“, zum Auslesen von Videodaten, ermitteln. Hierbei sollen im Container enthaltene Audiostreams vernachlässigt werden. Die von den Kamerasystemen FX6 und FX9 geschriebenen Videodaten besitzen in Full-HD durchschnittlich annähernd dieselbe Bitrate von etwa 100 Mbit/s bei einer Aufzeichnung von 25 Bilder pro Sekunde. Dies entspricht also einem Stream von 12,5 MB/s oder 750 MB/min in Full-HD bei 10 Bit. Errechnen lassen sich diese Werte nach dem folgenden Schema:

$$\frac{\text{Bitrate} \left[ \frac{\text{Mbit}}{\text{s}} \right]}{8} = \text{Bitstream} \left[ \frac{\text{MB}}{\text{s}} \right] \xrightarrow{\text{je Minute:}} 60\text{s} \cdot \text{Bitstream} \left[ \frac{\text{MB}}{\text{s}} \right] = \text{Bitstream} \left[ \frac{\text{MB}}{\text{min}} \right]$$

Für einen 10 Bit Videostream einer Alpha 7S mit einer Bitrate von 50 Mbit/s ergibt sich daraus ein Stream von 375 MB/min. All diese Werte sind exemplarisch und würden im Fall einer Full-HD Aufzeichnung bei 8 Bit ohnehin niedriger liegen.

In dem folgenden Beispiel soll ein Einspieler mithilfe eines Alpha 7S Kamerasystems und drei FX9-Kamerasysteme gedreht werden. Jede der vier Kameras zeichnet dabei jeweils insgesamt zwei Stunden Videomaterial auf. Ausgehend von den oben genannten Bitraten beider Kamerasysteme ergeben sich die Bitstreams von 45 GB/h für die FX9 und 22,5 GB/h für die Sony Alpha, durch erneute Multiplizierung mit dem Faktor 60. Somit lässt sich die notwendige Gesamtspeicherkapazität für den Videoschnitt berechnen:

$$\left( \left( 45 \frac{GB}{h} \cdot 2h \right) \cdot 3 \right) + \left( 22,5 \frac{GB}{h} \cdot 2h \right) = 315 GB$$

Werden nun die errechneten Werte auf den Kontext der UHD<sub>1</sub>-Auflösung mit 3820 x 2160 px bezogen, so lässt sich ein grob errechneter Richtwert für denselben Beispieldreh in UHD<sub>1</sub> aufstellen. Dieser geht unter Berücksichtigung der für UHD notwendigen Bitraten hervor. Aus Testvideodaten einer FX9 Kamera ließ sich eine maximale Bitrate von 250 Mbit/s bei 10 Bit, sprich 1,875 GB/min, auslesen. Testdateien der Sony Alpha hingegen wiesen bei derselben Bittiefe eine Bitrate von maximal 140 Mbit/s, also 1,05 GB/min auf. Hochgerechnet auf denselben Beispieldreh würde somit eine notwendige Speicherkapazität von 675 GB für alle FX-Systeme und 126 GB für das Alpha-Kamerasystem anfallen. Der Gesamtwert würde also 801 GB betragen und somit mehr als doppelt so hoch liegen, wie bei einem herkömmlichen Dreh.

Nicht zu vernachlässigen ist hierbei, dass allgemein auch niedrigere Bitraten, bspw. durch die starke Videodatenkomprimierung durch Codecs wie bspw. HEVC (High Efficiency Video Coding) zustande kommen können. Im Gegensatz zu den eben analysierten Videostreams, welche alle ein Abtastverhältnis von 4:2:2 aufweisen, können bspw. HERO10 Kameras eine Bitrate von 28,3 Mbit/s und Sony Alphas sogar bis zu 17 Mbit/s erreichen. Letzteres entspricht somit etwa einem Fünftel der Bitrate der FX6 oder FX9 Systeme. Die Verwendung von Videodrohnen wird allerdings keinen veränderten Einfluss auf die Produktion haben, da diese bereits Videos vollständig in UHD aufzeichnen. Dies trifft auch auf die bereits erwähnte Blackmagic Cine Camera in der 4K Ausführung zu. Diese wird längst vor dem angestrebten Umstieg ausschließlich zur Aufzeichnung von nativem 4K- oder einstellungsabhängig auch UHD-Videomaterials

verwendet. Das geschieht in einem nahezu unkomprimierten Format namens BRAW und mit einer Bitrate von über 500 Mbit/s, umgerechnet also 62,5 MB/s.

Die Datenübertragung von abgedrehtem Rohmaterial und sendefähigem Videomaterial wird im folgenden Teil streng zergliedert, da es eindeutig trennbare Schnittstellen zur Übertragung innerhalb des Produktionsablaufes gibt. Diese Betrachtung folgt dem Produktionsablauf in chronologischer Abfolge. Bereits vor Studioaufzeichnungen werden etwaige MAZen abgedreht und geschnitten. Hierbei ist die allererste Schnittstelle zur Datenübertragung des Rohmaterials auf den zentralen Schnittserver der Firma. Dieser Prozess wird als Ingest bezeichnet, wobei sämtliche auf Dreh verwendeten Speichermedien vollständig mithilfe von Kartenlesegeräten oder direkt am Computer verbauten Steckplätzen ausgelesen und kopiert werden. Hierbei wird eine Spitzengeschwindigkeit von bis zu 90 MB/s bei Kartenlesegeräten und integrierten Steckplätzen erreicht. Drehmaterial von professionelleren Kamerasystemen wird in der Regel auf mobilen Solid State Drives (SSD) angeliefert und mithilfe einer USB-C Schnittstelle mit durchschnittlich 500 MB/s übertragen.

Ausgehend von demselben Beispiel des eben erwähnten MAZ-Drehs lässt sich die für alle Kopiervorgänge notwendige Zeit (netto) abschätzen. Netto bedeutet, dass Schwankungen in den Übertragungsraten und Zeiten zum Umstecken der Speichermedien aus Gründen der Nachvollziehbarkeit vernachlässigt werden sollen. Mit einer Rate von 90 MB/s lässt sich daher die beispielhafte und notwendige Gesamtspeicherkapazität von 315 GB (315000 MB) in 3500 Sekunden oder etwa 58 Minuten auf den internen Schnittserver kopieren.

$$\frac{315000 \text{ MB}}{90 \text{ MB/s}} = 3500 \text{ s} = 58, \bar{3} \text{ min}$$

Wird diese Datenmenge auf 801 GB gesteigert, erhöht sich somit auch die notwendige Zeit auf etwa 148 Minuten. Angenommen dieselben Datenmengen würden ausschließlich auf SSD vorliegen, so würde sich die Übertragungszeiten rapide auf 10,5 Minuten für HD-Videomaterial und dementsprechend 26,7 Minuten für UHD-Videomaterial verkürzen. Dies stellt einen Idealzustand dar und trifft selbstverständlich nur dann zu, wenn Kamerasysteme eingesetzt wurden, welche ausschließlich auf SSD aufzeichnen.

Liegt dieses Videomaterial nun auf dem Schnittserver (EFS200 von EditShare) vor, können alle 7 der vorhandenen Schnittplätze über je eine 10G-Glasfaserverbindung

zum Netzwerkschicht (XSM4348S von NETGEAR<sup>67</sup>) darauf zugreifen. Da der EFS200 in zweifacher Ausführung vorliegt, steht seitens der Server sogar eine Bandbreite von bis zu insgesamt 20G für einen zeitgleichen Zugriff aller Schnittrechner zur Verfügung. Für einen gemeinsamen 4K-Arbeitsablauf über eine Netzwerkspeicherverbindung, empfiehlt Adobe selbst eine 10G-Ethernetverbindung<sup>68</sup>. Somit scheint dieser Anspruch in erster Linie erfüllt, dennoch gibt Adobe dabei keine Auskunft darüber, auf wie viele Schnittplätze und auf welchen Umfang der Schnittprojekte sich dieser Wert bezieht. Da es bereits vor der Aufstockung an Schnittplätzen und einer einfachen Ausführung des Schnittservers bei einem HD-Workflow zu Performanceproblemen seitens des Servers bzw. dessen zur Verfügung gestellter Bandbreite kam, ist diese Angabe vorerst kritisch zu betrachten. Um genaue Aussagen zur Belastbarkeit des Serversystems durch einen UHD-Workflow tätigen zu können, sind Testwerte notwendig, welche derzeit nicht vorliegen.

Für die Lieferung fertig geschnittener MAZen steht der Postproduktion ein sogenanntes „distributed file system“ (DFS) zur Verfügung. Innerhalb dieses Systems stehen weitere Speicherressourcen zur Verfügung, auf welchen von dem Schnittnetzwerk aus Daten geschrieben und gelesen werden dürfen. Aufgrund der Eigenschaft des DFS, Dateifreigaben unter einer gemeinsamen Serverdomäne zu ermöglichen<sup>69</sup>, können die sich im Studio befindlichen Bildtechniker auf die von den Editoren bereitgestellten Videomaterials zugreifen. Diese Ressourcen sind ebenfalls im Schnittnetzwerk über eine 10G-Verbindung eingebunden, wodurch die Kopiervorgänge für gewöhnlich nie viel Zeit in Anspruch nehmen. Eine sendefähige MAZ mit einer Bitrate von 50 Mbit/s kommt bei einer Länge von 15 Minuten auf ein Datenvolumen von 5,625 GB. Ausgehend von einer Bitrate von 100 Mbit/s für UHD-Sendedaten ergibt sich bei gleicher Länge das doppelte Datenvolumen von 11,25 GB. Dementsprechend würde sich die notwendige Zeit für einen Kopiervorgang in das DFS bei gleichbleibender Bandbreite lediglich verdoppeln.

---

<sup>67</sup> vgl. NETGEAR®, Data Sheet | M4300 series. (Stand: 06.01.2020) URL: <https://www.downloads.netgear.com/files/GDC/datasheet/en/M4300.pdf> [19.08.2022].

<sup>68</sup> vgl. Adobe, Systemanforderungen für Premiere Pro. (Stand: 06.07.2022) URL: <https://helpx.adobe.com/de/premiere-pro/system-requirements.html> [19.08.2022].

<sup>69</sup> vgl. Yuchong Hu, Encyclopedia of Big Data Technologies. S. 677.

Schlussendlich kann eine fertig produzierte Sendung über die vierte und letzte Schnittstelle zur Datenübertragung auf die Server des Senders hochgeladen werden. Hierzu wird das Internetportal „MediaExchange“ genutzt. Mithilfe der am Haus anliegenden synchronen Standleitung, welche für Down- und Uploads gleichermaßen durchschnittlich 65 MB/s erreicht, beträgt die Zeit für einen vollständigen Upload einer fertig produzierten Sendung (50 Mbit/s bei 1080i50) in ihrer Sendefassung (Sendemaster), mit einer durchschnittlichen Gesamtlänge von 58 Minuten, gerade einmal ca. 5,6 Minuten. In dieser Zeit werden etwa 21,75 GB Daten übertragen.

$$\text{Uploadzeit } t \text{ [s]} = \frac{21,75 \text{ GB}}{0,065 \text{ GB/s}} = 334,62 \text{ s} \xrightarrow{:60} \approx 5,58 \text{ min}$$

Da sich das deutsche Medienunternehmen ProSiebenSat.1 bislang nicht zu Nachfragen bezüglich eines UHD-Sendestandards äußert, lässt sich im Hinblick auf die kommenden Videocodierungsvorschriften bis auf Weiteres nur an der im Kapitel 2.4.2 erörterten Empfehlung BT.2020-2 der ITU orientieren. Wie dort bereits beschrieben wurde, sind für den UHD-Fernsehstandard nur noch progressiv abgetastete Bilder mit einer Farbtiefe von mindestens 10 Bit zulässig. Unabhängig davon hängt die Bitrate des Videos schlussendlich bspw. von der Effizienz der Videokomprimierung ab, womit Group of Pictures (GOP) von essenzieller Bedeutung sind. Durch dieses Verfahren werden Bildfolgen eines Videos sequenziert und abhängig von den festgelegten Abständen N und M gibt es längere oder kürzere Bildfolgen komprimierter Bilder, bevor wieder ein vollaufgelöstes Bild erscheint. Mithilfe der P- und B-Frames werden innerhalb dieser Abfolge Bewegungsabläufe des Bildes vorhergesagt. Diese bidirektional prädizierten Bilder werden vom Encoder errechnet und unterliegen dabei einer stärkeren Kompression als der Intra-Frame, welcher jeweils den Beginn einer GOP kennzeichnet und die vollständigen Bildinformationen beinhaltet<sup>70</sup>. Aufgrund dessen ließen sich unter anderem zwei verschiedene Videodateien mithilfe von Testvideomaterial mit auffallend unterschiedlichen Bitraten in UHD codieren. Die durch MediaInfo ausgelesenen Informationen der erstellten Videodateien sind dem Anhang 1.3 zu entnehmen.

Beide Videodateien unterscheiden sich hinsichtlich des Containers und des verwendeten Codecs nicht. Dennoch konnte mithilfe der Verwendung von GOP die maximale

---

<sup>70</sup> vgl. Ulrich Schmidt, Datenformate im Medienbereich. S. 73 f.

Bitrate von 250 Mbit/s auf 100 Mbit/s reduziert werden. Dies wirkt sich signifikant auf die resultierende Datengröße aus. Für die beiden sonst vollständig identischen Videodateien ergeben sich die etwaigen Datengrößen von 164 MB und 73,5 MB bei einer exakt gleichen Länge von 5 Sekunden und 680 Millisekunden. Ausgehend von diesen beiden Bitraten würden sich für eine UHD-Sendung mit einer Länge von 58 Minuten, Speichermengen von 43,5 GB bei 100 Mbit/s und 108,75 GB bei 250 Mbit/s ergeben. Werden diese mit demselben Datendurchsatz wie bisher hochgeladen, sind somit ca. 11,15 oder 27,9 Minuten für eine der drei Sendefassungen notwendig. Letzteres würde mehr als eine Vervielfachung der gesamt für alle Uploads notwendigen Zeit gegenüber Full-HD bedeuten. Im Falle der mithilfe der GOP komprimierten Videodatei würde sich diese Zeit annähernd verdoppeln.

### 3.3.2 Materialhandling

Das von Drehs angelieferte Videomaterial liegt in der Regel in einer Vielzahl verschiedener Datencontainer vor. Die im Kapitel 3.1.1 erwähnten Kamerasysteme schreiben die aufgezeichneten Videodaten in MP4-, MXF- oder MOV-Container. Innerhalb dieser Container werden aufgezeichnete Video- und Audiodateien nach kameraspezifischen Codecs kodiert. Auch beim Export eines Videos aus Premiere Pro wird zuerst das finale Container-Format und dann der Codec bestimmt. Verschiedene Codes verwenden dabei unterschiedlichste Formen der Komprimierung. Besonders effizient ist bspw. die Komprimierung des verbreiteten H.264 Codecs in der eben beschriebenen GOP-Struktur. Wird der Abstand zweier vollaufgelöster Bilder innerhalb der Bildfolge erhöht, so steigt auch die Effizienz der Datenreduktion<sup>71</sup>. Unkomprimierte und nicht von Qualitätsreduktion betroffene Videos liefern beispielsweise die Blackmagic Pocket Cinema Kameras. Durch die Aufzeichnung von Kamerarohdaten und einer anschließenden unkomprimierten Kodierung durch den herstellereigenen BRAW-Codec gehen keine Informationen verloren, sodass mehr Möglichkeiten für die Nachbearbeitung in der

---

<sup>71</sup> vgl. Ebd. S. 71.

Postproduktion offen bleiben<sup>72</sup>. Diese Informationen sind für den Videoschnitt essenziell, da sich auf Bildfolgen beruhende Codierungsmethoden negativ auf die Leistungsausgabe der Schnittrechner auswirken. Durch die bidirektionale Prädikation entsteht eine Abhängigkeit der aufeinanderfolgenden Bilder zueinander, in deren Folge kein direkter Zugriff auf jedes Einzelbild möglich ist. Bei der Wiedergabe, also der Decodierung, müssen alle Einzelbilder zwischen den vollaufgelösten I-Frames errechnet werden, was zu einer erheblichen Zeitverzögerung führen kann. I-Frame Formate wie BRAW hingegen, welche innerhalb ihrer Bildfolgen keine komprimierten bzw. prädizierten Bilder aufweisen, haben dieses Problem nicht. Aufgrund dessen sind hochkomprimierte Videoformate zwar hinsichtlich ihres stark verringerten Datenvolums für eine Speicherung von Vorteil, bringen jedoch aufgrund ihrer Abhängigkeiten in Bildfolgen einen großen Nachteil für den Videoschnitt mit sich.

Ähnlich verhält es sich mit dem im Studio erzeugten Videomaterial einer Sendungsaufzeichnung. Standardgemäß erfolgt die Lieferung der Dateien im gebräuchlichen XDCAM HD 422 Format, welches durch MPEG 4 codiert ist und im MXF-Container vorliegt. Auch dieses Format weist eine GOP-Struktur auf und beeinträchtigt nachteilig den Videoschnitt.

Angesichts eines UHD-Workflows ist zu erwarten, dass etwaige Beeinträchtigungen im Schnitt größer werden. Durch die erhöhte Auflösung steigt auch die vom Schnittrechner zu erbringende Leistung zur Errechnung der Zwischenbilder. Einen Lösungsansatz könnte der Offline- bzw. Proxy-Schnitt bieten. Dazu müssten alle angelieferten Videodateien erneut in einem Broadcast-Format wie DNxHD oder ProRes codiert werden, da diese ausschließlich mit vollaufgelösten Bildern arbeiten<sup>73</sup>. Aufgrund dass diese Formate wiederum in einer weniger komprimierten Art vorliegen, ist zu erwarten, dass etwaige Proxy-Dateien mehr Speicherplatz in Anspruch nehmen würden, als die originalen Videodateien selbst. Um dies zu umgehen, sollte die Auflösung bspw. auf Full-HD angepasst werden, um den für den Sendungsschnitt temporär zusätzlich notwendigen Speicherplatz etwas zu verringern.

---

<sup>72</sup> vgl. Blackmagicdesign, Blackmagic RAW. (Stand: o.D.) URL: <https://www.blackmagicdesign.com/de/products/blackmagicraw> [11.08.2022].

<sup>73</sup> vgl. Film-TV-Video, DNxHD. (Stand: o.D.) URL: <https://www.film-tv-video.de/term-word/dnxhd/> [11.08.2022].

### 3.3.3 Monitore

Die Auswahl der richtigen Arbeitsmonitore ist anhand der Sinnhaftigkeit für die jeweiligen Anwendungsbereiche zu beurteilen. Da mithilfe der Monitore nicht nur die Auflösung, sondern auch zuverlässig die Farbreinheit und technische Sauberkeit des Bildes beurteilt und ebenfalls auf die persönlichen Ansprüche der Editoren geachtet wird, ist die richtige Auswahl aus der Vielzahl an auf dem Markt existierenden Monitoren nicht immer sofort ersichtlich. Im folgenden Abschnitt wird die Notwendigkeit verschiedener Geräte analysiert und mithilfe der im Interview mit der für Florida TV tätigen Grafikerin gesammelten Informationen im Kontext einer UHD-Produktion erörtert.

Wird der Rohschnitt durchgeführt, suchen sich Editoren die passenden Bilder um die gewünschte Storyline zu erzählen. Hierbei ist relevant, ob die verwendeten Bilder hinreichend in ihrer Schärfe, Belichtung und Farbe beurteilt werden können. Im Fall einer UHD-Produktion, so die Aussage der Interviewten, sei dabei die Verwendung von UHD/4K-Monitoren keinesfalls hingällig, da die Schärfe eines Bildes bei einer kleiner werdenden Skalierung dazu neigt, anzusteigen. Demzufolge sollten diese für eine zuverlässige Beurteilung in ihrer nativen Auflösung dargestellt sowie in einer angemessenen Größe beurteilt werden. Auch die Ansprüche an eine hinreichende Beurteilung des Bildes mit einer Farbtiefe von 10 Bit sind durch die Leistung der verwendeten EV2785 FlexScan Monitore von EIZO voll gedeckt<sup>74</sup>. Da diese sowohl interlaced als auch progressiv darstellen können, ist in Anbetracht der laut BT.2020 ausschließlich progressiv geforderten Bilder, die Überlegung einer Anschaffung von Monitoren welche beides darstellen können, obsolet. Die verwendeten Monitore sind ohnehin für die Darstellung beider Scantypen geeignet. Diese Eigenschaft würde zur frühzeitigen Erkennung falscher Timeline-Einstellungen innerhalb des Schnittprogramms beitragen, was jedoch aufgrund der Erfahrung der Editoren ebenfalls, laut Aussage der Interviewten, nicht vorkommen sollte. Außerdem sei es zu erwarten, dass die Produktion ausschließlich auf progressiv abgetastete Bilder umsteigen wird.

Für die abschließende Farbkorrektur des geschnittenen Videomaterials ist ein weitaus höheres Maß an Farbgenauigkeit der verwendeten Monitore gefordert. Neben einem

---

<sup>74</sup> vgl. EIZO, EV2785-BK FlexScan. (Stand: o.D.) URL: <https://www.eizo.de/flexscan/ev2785-bk/> [16.08.2022].

Klasse 1 Monitor steht dem Koloristen zusätzlich ein OLED-Fernseher zur Verfügung. Mithilfe des Consumer-Gerätes ist der Kolorist dazu in der Lage, das Bild mit einem annähernd gleichen Bildeindruck wie die Consumer zu Hause beurteilen zu können. Während einer Farbkorrektur ist ein Klasse 1 Monitor, hinsichtlich seiner deutlich feineren Nuancierung und der Rec.2020-Farbraumabdeckung gegenüber einem OLED-Fernseher, klar im Vorteil. Dennoch sollte gerade im Fernsehbereich nicht vernachlässigt werden, dass hier lediglich Arbeit am Fernseh- und nicht an einem Kinobild geleistet wird, da sich beide in ihren Ansprüchen klar voneinander unterscheiden. Consumer verfügen zudem in der Regel nicht über ein Klasse 1 Monitor oder vergleichbare Geräte, weshalb diese keinesfalls ein ähnliches Bilderlebnis wie der Kolorist während des Gradings erfahren werden. Laut eines Artikels des Technikherstellers BenQ seien Consumer-Fernsehgeräte zudem nicht einmal in der Lage einen Farbraum weit außerhalb des DCI-P3 darzustellen<sup>75</sup>, weshalb an dieser Stelle überlegt werden sollte, ob sich der Kolorist auf jenen Farbraum beschränkt, da Consumer laut Aussage der Interviewten wahrscheinlich keinen spürbaren Unterschied erkennen könnten.

Insgesamt verfügt die Postproduktion der Florida TV bereits über eine ausreichende Monitortechnik um einen Umstieg auf UHD bewerkstelligen zu können. Ob die Verwendung oder gar weitere Anschaffung von Klasse 1 Monitoren im Hinblick auf die erbrachten Argumente notwendig ist, sei dabei noch zu klären.

### 3.3.4 Workstations

Die im Videoschnitt zur Verfügung stehenden Workstations sollten, in Anbetracht der im UHD-Workflow anfallenden Datenmengen, höchste Standards erfüllen. Aus wirtschaftlichen Gründen kommen für Florida TV an dieser Stelle ausschließlich auf dem Betriebssystem Windows basierende Schnittrechner in Frage. Unabhängig von dem bereits beschriebenen Netzwerkarbeitsablauf sollten zuverlässige und schnelle interne SSDs verbaut und verwendet werden. Diese sollten, gerade bei einem nicht netzwerk-

---

<sup>75</sup> vgl. BenQ, The Key of HDR Color Grading in Post-Production. (Stand: 20.06.2019) URL: <https://www.benq.com/en-us/knowledge-center/knowledge/the-key-of-hdr-color-grading-in-post-production.html#S2> [16.08.2022].

basierten Arbeitsablauf, eine dem Projekt entsprechende Speicherkapazität vorweisen und Platzreserven für die im Schnitt anfallende Zwischenspeicherung von Vorschaudateien bieten. Zusätzlich sollte in der Fernsehproduktion, neben einer vom Hersteller Adobe empfohlenen und leistungsstarken Grafikkarte, eine PCI Express Capture Steckkarte verwendet werden<sup>76</sup>. Diese ist dazu in der Lage das vom Computer erzeugte Bild über einen SDI-Videoausgang auf einem Klasse 1 Referenzmonitor wiederzugeben. Für die Auswahl einer Steckkarte ist entscheidend, dass diese, unter Beachtung der für UHD-Fernsehen geforderten Normen, mindestens ein voll aufgelöstes UHD-Bild mit 25 Vollbildern und einer Bittiefe von 10 übertragen kann. Weiterhin empfiehlt Adobe für die Verwendung von Premiere Pro in einem 4K-Workflow mindestens 32 GB RAM und 6 GB Grafikkartenspeicher. Der verwendete Prozessor sollte ein Minimum an 8 oder 12 Prozessorkernen besitzen und eine hohe Taktfrequenz aufweisen. 24 oder 32 Kerne gelten als Optimum für eine besonders hochwertige Leistung<sup>77</sup>.

Orientiert an den von Adobe für einen 4K-Workflow empfohlenen Grundvoraussetzungen, erfüllen die firmenintern verwendeten Workstations mit 128 GB RAM, einer internen Speicherkapazität von 500 GB auf einer SSD, einem 18-kernigen Prozessor mit einer Grundtakttrate von 3,00 GHz und einer von NVIDIA bereitgestellten Quadro RTX 4000 (8 GB) Grafikkarte, alle gestellten Ansprüche. Auch die eingebaute Capture Steckkarte vom Hersteller Blackmagicdesign mit der Bezeichnung „DeckLink 4K Extreme 12G“ erfüllt mit ihrer SDI-Farbgenauigkeit von 10-Bit-YUV 4:2:2 bis zu 12-Bit-RGB 4:4:4 und der Abdeckung des Rec.2020 Farbraums alle Anforderungen<sup>78</sup>.

Da projektabhängig die benötigte Rechenleistung schwankt, kann es trotz Erfüllung genannter Kriterien zu Beeinträchtigungen im Schnitt kommen. Adobe stellt auf seiner Homepage eine Reihe von empfohlenen Komponenten vor, welche in Kooperation mit den jeweiligen Herstellern auf ihre Kompatibilität und Leistung mit Premiere Pro getestet wurden. Auffällig ist hierbei, dass die firmenintern verwendeten Grafikkarten und Prozessoren zwar zu den empfohlenen Komponenten zählen, jedoch noch keine opti-

---

<sup>76</sup> vgl. Adobe, Hardware-Empfehlungen für Premiere Pro und After Effects. (Stand: 04.08.2022) URL: <https://helpx.adobe.com/de/premiere-pro/kb/hardware-recommendations.html> [11.08.2022].

<sup>77</sup> vgl. Adobe, Systemanforderungen für Premiere Pro. (Stand: 06.07.2022) URL: <https://helpx.adobe.com/de/premiere-pro/system-requirements.html> [11.08.2022].

<sup>78</sup> vgl. Blackmagicdesign, DeckLink 4K Extreme 12G. (Stand: o.D.) URL: <https://www.blackmagicdesign.com/de/products/decklink/techspecs/W-DLK-25> [11.08.2022].

malen Bedingungen bieten. Je nach Stärke der auftretenden Beeinträchtigungen sollte abgewogen werden, ob Neuananschaffungen notwendig bzw. sinnvoll sind.

### 3.3.5 Colorgrading (HDR)

Colorgrading bzw. Farbkorrektur beschreibt einen in der Postproduktion oft notwendigen Arbeitsschritt zur Anpassung von Farben, Helligkeit oder weiteren Details im finalen Bild. Dadurch können beim Dreh entstandene Fehler in der Belichtung oder beim Durchführen eines Weißabgleichs der Kamera nachträglich behoben werden. Zudem kann ein gewünschter Look erzeugt werden. Durch die Verwendung von HDR-Bildern soll dem Zuschauer ein möglichst naturgetreues Seherlebnis geboten werden. Dieses wird durch die von den gängigen HDR-Standards verwendeten EOTF imitierte, hohe Detailempfindlichkeit des menschlichen Auges in dunklen gegenüber hellen Umgebungen, erreicht. Mithilfe der Erhöhung des Dynamikbereichs bleibt mehr Raum zur Farb-anpassung, sollte jedoch aufgrund der folgenden Punkte mit mehr Sorgfalt gegenüber eines SDR-Bildes behandelt werden. Durch die Erweiterung des Dynamikbereichs steigt ebenfalls der Detailreichtum eines Bildes, welcher bspw. bei der Darstellung eines weißen Papiers in einer weißen Lichtquelle auffällt. Dieses Papier würde in SDR durch die starke Limitierung darstellbarer Details annähernd, wenn nicht sogar genau, dieselbe Farbnuance und Helligkeit wie die Lichtquelle aufweisen und daher im Bild kaum auffallen. In HDR hingegen könnten diesen Weißtönen deutlich unterschiedliche Helligkeitsstufen zugeordnet werden, wodurch der in Realität existierende Helligkeitsunterschied zwischen dem Leuchtmittel und dem Papier sichtbar wird. Natürlich gegebene Texturen bspw. von Pflanzen oder auch die Haut eines Menschen weisen je nach Lichtquelle Farbschattierungen auf, welche nun auch deutlich klarer dargestellt werden. Kleinste Farbverschiebungen könnten die Qualität oder Klarheit des Bildes negativ beeinflussen. Koloristen sind daher oft gezwungen, mehr Arbeit zu leisten, um verschiedene Clips farblich aufeinander abzustimmen und Vorder- sowie Hintergründe eines Motives deutlich voneinander abzuheben.

In SDR ist es üblich, dass unterschiedliche Fernsehgeräte durch zueinander verschiedenen Farb- und Helligkeitseinstellungen ein teils sehr unterschiedliches Bild darstellen. Gegenüber SDR bietet die Farbkorrektur in HDR den deutlichen Vorteil, dass Fernsehgeräte, welche bspw. HDR 10- oder Dolby Vision-Standards unterstützen, die

---

in den Videosignalen enthaltenen Metadaten zur Anpassung des Bildes auslesen können und die Anzeige des Displays für eine Bildwiedergabe in bestmöglicher Qualität einstellt. Somit ist die Farbkorrektur für verschiedene Displaytypen obsolet<sup>79</sup>.

---

<sup>79</sup> vgl. BENQ, The Key of HDR Color Grading in Post-Production. (20.06.2019) URL:  
<https://www.benq.com/en-us/knowledge-center/knowledge/the-key-of-hdr-color-grading-in-post-production.html#S2> [16.08.2022].

## 4 Fazit und Ausblick

Inwiefern das Produktionsgeschehen der Late Night Berlin von einer Umstellung auf UHD betroffen wäre, umfasst wie erwartet mehr als eine pauschale Antwort. Anhand der mit einer Vielzahl an Gewerken durchgeführten Interviews wird ein differenzierter Überblick geschaffen, sowie derzeitige Hindernisse und mögliche Neuerungen zur Umsetzung dieser Thematik aufgezeigt. Auffällig an den gesammelten Forschungsergebnissen ist, dass nichttechnische Arbeitsabläufe und in der Postproduktion vorhandene Technik kaum bis gar nicht von Konsequenzen des Umstieges betroffen sind, wohingegen technische Neuerungen vor allem in der Studioteknik, sehr gravierend ausfallen. Wie sich herausgestellt hat, sind sogar Geräte wie der Bildmischer, sowie die VKS, welche technisch bereits zur Übertragung von UHD-Inhalten fähig sind, in erster Linie nicht ausreichend. Aufgrund einer dafür fehlenden Lizenz, sowie zu wenigen Signal-Ein- und Ausgängen an der VKS sind hohe Ausgaben notwendig, um ein lauffähiges System zu konfigurieren. Zudem sind für die verwendeten Kameras neue Transmissions-Adapter, Base Stations, Signalwege und zur Beurteilung des hochaufgelösten Bildes, neue und qualitativ hochwertige Monitore unerlässlich. Aufgrund der vorliegenden Studioinfrastruktur sind bereits existierende Signalwege durch weitere zu ergänzen, welche die bisherige Anzahl an Kabelstrecken, allein vom Studio in die Regie, vervierfacht. Dabei muss mit der Anschaffung, sowie der Verlegung dieser Strecken gerechnet werden. Um der Vielzahl neuer Kabelwege standzuhalten ist ebenfalls mindestens eine Verdopplung der vorhandenen Stageboxen unumgänglich. Etwaige Studiomonitore für Einspieler oder Loops können den Ansprüchen entsprechend beibehalten oder ausgetauscht werden. Dasselbe gilt für die verwendeten Geräte zur Aufzeichnung der Sendung. Bei der Lichttechnik fällt die Möglichkeit weg, mehrere gleichartige Leuchtmittel von unterschiedlichen Herstellern aufgrund von nun auftretenden Farbstichen im UHD-Bild zu verwenden, welche auf eine ungleichmäßige Spektralverteilung verschiedener Wellenlängen des Lichts zurückzuführen ist. Davon betroffen sind alle LED-Scheinwerfer, also das Personenlicht. Um den gewünschten Look der Sendung beizubehalten ist ausschließlich die Anschaffung exakt baugleicher Personenlichter notwendig. Zur Verbesserung des Bildeindrucks durch Effektlichter müssen diese, sofern gefordert, ebenfalls durch Leuchtmittel mit höherer Leuchtstärke ausgetauscht werden.

Am wenigsten wirkt sich dahingegen der Umstieg auf die Gewerke Bühnenbau und Kostümbild aus. Ersteres arbeitet bereits auf höchsten Standards, weshalb hier alle Anforderungen erfüllt sind. Arbeitsabläufe des Kostümbildes sind nun wieder flexibler gestaltbar, da Kostümbildner eine nahezu freie Wahl an Arbeitsmaterialien, aufgrund

keiner Bildung von Moiré-Artefakten im digitalen Bild, haben. Dennoch steigt der Arbeitsaufwand bei Feinarbeiten, wodurch zum einen mehr Zeit, feinere Werkzeuge und zum anderen hochwertigere Stoffe verwendet werden müssen. Ebenfalls kaum betroffen ist die auf Drehs verwendete Kamera- und Bildschirmtechnik, da diese größtenteils bereits die Anforderungen einer UHD-Produktion erfüllt. Die Ausmusterung alter EB- sowie Actionkameras fällt aufgrund ihrer ohnehin sehr seltenen Benutzung und aktueller Anforderungen nicht ins Gewicht. Die verwendeten On-Camera Monitore zur Beurteilung des Bildes sind ausreichend. Die für Drehs anfallenden Speicherkapazitäten können, sofern SSDs verwendet werden, gedeckt werden. Dennoch ist die Neuanschaffung größerer SD-Karten mit bis zu einem Terabyte Speicherplatz nicht auszuschließen, außer eine Vielzahl an Speicherkarten kleinerer Kapazitäten kommt zum Einsatz.

Die Postproduktion ist je nach betrachteter Thematik stark bis gar nicht von dem Umstieg betroffen. Auffallend starke Auswirkungen hat dieser auf anfallende Datenmengen und deren Übertragung über das Internet bzw. das interne DFS. Je nach Umfang des jeweiligen Projektes, also der Sendung und dem dazugehörigen Einspieler, wird sich die anfallende Speicherkapazität verdoppeln bzw. fast verdreifachen. Dasselbe gilt demzufolge für die Übertragungszeiten bei Kopiervorgängen oder Uploads, abhängig von den verwendeten Speichermedien bzw. Codecs und deren Bitraten für Videodaten. Ob der Videoschnitt durch die Verwendung von Long-GOP-Videoformaten durch den Zuwachs an Bildinformationen durch UHD vermehrt Performanceprobleme der Schnittrechner verursachen wird, blieb bei der Forschung ungeklärt. Gar nicht betroffen sind die in der Postproduktion verwendeten Workstations, Schnittserver, Glasfaseranbindungen, Netzwerkschwitches und Arbeits- sowie Referenzmonitore, da diese theoretisch für den Schnitt von UHD-Videomaterial ausgelegt. Diese Daten wurden aus den von Adobe aufgestellten Anforderungen eines 4K-Schnittworkflows erhoben. Ob sich dies auch in der Praxis bewahrheitet ist unklar, da Adobe lediglich Empfehlungen liefert, ohne dabei auf den Umfang und die Komplexität der Schnittprojekte sowie die hinter der Postproduktion stehende Netzwerkarchitektur einzugehen. Zur Überprüfung der Tauglichkeit der Schnittrechner und des Schnittservers für den Schnitt von UHD-Material sollten Belastungstests durchgeführt werden. Daraus können für eine finale Beurteilung notwendige Daten erhoben werden.

---

## Literaturverzeichnis

### Printmedien:

- Böhringer, J., Bühler, P., Schlaich, P. & Sinner, D. (2014). Kompendium der Mediengestaltung: II. Medientechnik (X.media.press) (6., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Springer Vieweg.
- Bühler, P., Schlaich, P. & Sinner, D. (2018): AV-Medien (6. Auflage). Springer Publishing.
- Demant, C., Streicher-Abel, B. & Springhoff, A. (2011): Industrielle Bildverarbeitung: Wie optische Qualitätskontrolle wirklich funktioniert (3. Aufl.). Springer.
- Fischer, W. (2016). Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis: MPEG-Quellcodierung und Multiplexbildung, analoge und digitale Hörfunk- und Fernsehstandards, . . . Satelliten-Übertragungstechnik, Messtechnik (4., aktualisierte Auflage). Springer Vieweg.
- Gramm, A., Kricke, W., König, H., Martin, K., Meyer, L., Pfeil, W., Winter, R. & Wörstefeld, W. (2011). Das große Tafelwerk interaktiv 2.0: Schulbuch: Das große Tafelwerk interaktiv 2.0 - Formelsammlung für die Sekundarstufen I und II: Allgemeine Ausgabe (außer Niedersachsen und Bayern). Cornelsen Verlag.
- Hasche, E. & Ingwer, P. (2016). Game of Colors: Moderne Bewegtbildproduktion: Theorie und Praxis für Film, Video und Fernsehen (X.media.press) (1. Aufl.). Springer Vieweg.
- Heyna, A., Briede, M. & Schmidt, U. (2003): Datenformate im Medienbereich: Digitale Signalformen, Datenreduktion, MPEG, Metadaten, Fileformate, AVI, Quicktime, MXF (1. Aufl.). Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.
- Hoefflinger, B. (2007). High-Dynamic-Range (HDR) Vision: Microelectronics, Image Processing, Computer Graphics (Springer Series in Advanced Microelectronics, 26, Band 26). Springer.

- Lau, D. (2004). Algebra und Diskrete Mathematik 1: Grundbegriffe der Mathematik, Algebraische Strukturen 1, Lineare Algebra und Analytische Geometrie, Numerische Algebra (Springer-Lehrbuch) (1. Aufl.). Springer.
- Schmidt, U. (2021). Professionelle Videotechnik: Grundlagen, Filmtechnik, Fernseh-technik, Geräte- und Studioteknik in SD, HD, UHD, HDR, IP (7., aktualisierte und erweiterte Auflage). Springer Vieweg.
- Stotz, D. (2019). Computergestützte Audio- und Videotechnik: Multimediatechnik in der Anwendung (3. Aufl.). Springer Vieweg.
- Waldruff, T. (2004). Digitale Bildauflösung: Grundlagen, Auflösungsbestimmung, Anwendungsbeispiele (X.media.press) (1. Aufl.). Springer.
- Hu, Y. (2019). Distributed File Systems. In: Sakr, S., Zomaya, A.Y. (eds). Encyclopedia of Big Data Technologies. Springer, Cham.

### **Internetquellen:**

- Adobe. (04. August 2022): Hardware-Empfehlungen für Premiere Pro und After Effects. Abgerufen am 11. August 2022, von <https://helpx.adobe.com/de/premiere-pro/kb/hardware-recommendations.html>
- Adobe. (06. Juli 2022): Systemanforderungen für Premiere Pro. Abgerufen am 11. August 2022, von <https://helpx.adobe.com/de/premiere-pro/system-requirements.html>
- BENQ. (20.06.2019): The Key of HDR Color Grading in Post-Production. Abgerufen am 16. August 2022, von <https://www.benq.com/en-us/knowledge-center/knowledge/the-key-of-hdr-color-grading-in-post-production.html#S2>
- Blackmagicdesign. (o.D.): Blackmagic RAW. Abgerufen am 11. August 2022, von <https://www.blackmagicdesign.com/de/products/blackmagicraw>

- Blackmagicdesign. (o.D.): DeckLink 4K Extreme 12G. Abgerufen am 11. August 2022, von <https://www.blackmagicdesign.com/de/products/decklink/techspecs/W-DLK-25>
- Bluray-disc.de. (o. D.): YPbPr - Definition, Erklärung & Bedeutung. Abgerufen am 9. September 2022, von <https://bluray-disc.de/lexikon/ypbpr>
- Burkhardt, D. A. & Sellami, D. S. (9. November 2009): Von Zapfen und Stäbchen. SimplyScience. Abgerufen am 11. März 2022, von <https://www.simplyscience.ch/teens/wissen/von-zapfen-und-staebchen>
- BUROSCH TV Display Experts. (o. D.): Farbbalken Testbild. Abgerufen am 17. Februar 2022, von <https://www.burosch.de/testbilder-uebersicht/525-color-bars.html>
- BUROSCH TV Display Experts. (o.D.): Der Moiré-Effekt in Digitalkameras. Abgerufen am 30. Juli 2022, von <https://www.burosch.de/video-technik/739-der-moire-effekt-in-digitalkamers.html>
- Connor, N. (18. Dezember 2019): Was ist Elektronen-Loch-Paar in Halbleitern - Definition. Radiation Dosimetry. Abgerufen am 25. Januar 2022, von <https://www.radiation-dosimetry.org/de/was-ist-elektronen-loch-paar-in-halbleitern-definition/>
- de.knowledgr.com. (o. D.): Übertragungsfunktion Abgerufen am 15. März 2022, von <https://de.knowledgr.com/00020597/Uebertragungsfunktion>
- de.knowledgr.com. (o. D.): Übertragungsfunktion in der Bildgebung. Abgerufen am 15. März 2022, von <https://de.knowledgr.com/00020597/UebertragungsfunktionInDerBildgebung>
- Digital Cinema Initiatives (DCI). DIGITAL CINEMA SYSTEM SPECIFICATION. (o. D.): Digital Cinema Initiatives (DCI). Abgerufen am 20. Januar 2022, von <https://www.dcmovies.com/specification/index.html>
- EIZO, (o.D.): EV2785-BK FlexScan. Abgerufen am 16. August 2022, von <https://www.eizo.de/flexscan/ev2785-bk/>

- ENZYKLO.DE. (o. D.): Pixel Frequenz - Bedeutung. Abgerufen am 24. Februar 2022, von [https://www.encyklo.de/Begriff/Pixel\\_Frequenz](https://www.encyklo.de/Begriff/Pixel_Frequenz)
- Film-TV-Video. (o.D.): DNxHD. Abgerufen am 11. August 2022, von <https://www.film-tv-video.de/term-word/dnxhd/> [11.08.2022]. 20 Uhr
- International Telecommunication Union (ITU). (03. Dezember 2010): BT.601-5. Abgerufen am 29. Januar 2022, von [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.601-5-199510-S!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.601-5-199510-S!!PDF-E.pdf)
- International Telecommunication Union (ITU). (07. Oktober 2016): BT.709-4. Abgerufen am 17. Februar 2022, von [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.709-4-200003-S!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.709-4-200003-S!!PDF-E.pdf)
- International Telecommunication Union (ITU). (07. Dezember 2017): BT.2020-2. Abgerufen am 14. August 2022, von [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2020-2-201510-I!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2020-2-201510-I!!PDF-E.pdf)
- International Telecommunication Union (ITU). (13. Juni 2022): BT.2077-3. Abgerufen am 07. März 2022, von [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2077-3-202106-I!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2077-3-202106-I!!PDF-E.pdf)
- Leonard, M. & Kurniawan, M. (o. D.). Videoauflösung: Leitfaden für Einsteiger | Adobe. Adobe. Abgerufen am 30. Januar 2022, von <https://www.adobe.com/de/creativecloud/video/discover/video-resolution.html>
- Mücher, M. (o. D.): Online-Lexikon - BET - Fernsehen und Video. Abgerufen am 5. Mai 2022, von <https://www.bet.de/lexikon/8kdc>
- NETGEAR®. (06.01.2020): Data Sheet | M4300 series. Abgerufen am 19. August 2022, von <https://www.downloads.netgear.com/files/GDC/datasheet/en/M4300.pdf>
- Paech, D.-I. W. (23. April 2020): CMOS- und CCD Sensoren - Technik und technische Daten mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen im Vergleich. Abgerufen am 5. Mai 2022 um 15.30 Uhr, von <https://www.baader->

planetarium.com/de/blog/cmos-und-ccd-sensoren-technik-und-technische-daten-mit-ihren-jeweiligen-vor-und-nachteilen-im-vergleich/

Photoelektrischer Effekt – Physik-Schule. (o. D.): physik.cosmos-indirekt. Abgerufen am 25. Januar 2022, von [https://physik.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Photoelektrischer\\_Effekt](https://physik.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Photoelektrischer_Effekt)

© Rohde & Schwarz. (Juni 2021): R&S®VENICE S – Specifications. Abgerufen am 14. August 2022, von [https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl\\_downloads/dl\\_common\\_library/dl\\_brochures\\_and\\_datasheets/pdf\\_1/VENICE-S\\_dat-sw\\_en\\_5215-3210-22\\_v0700.pdf](https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/VENICE-S_dat-sw_en_5215-3210-22_v0700.pdf)

SONY Deutschland. (o. D.): S-Log im Detail - Sony Pro. Abgerufen am 21. April 2022, von [https://pro.sony/de\\_DE/technology/s-log](https://pro.sony/de_DE/technology/s-log)

SONY Europe B.V. (02. März 2022): Artikel-ID: 00203275. Abgerufen am 02. August, von <https://www.sony.de/electronics/support/articles/00120915>

SONY Europe B.V. (o.D.): Vollformat Camcorder PXW-FX9. Abgerufen am 02. August 2022, von [https://pro.sony/de\\_DE/products/handheld-camcorders/pxw-fx9](https://pro.sony/de_DE/products/handheld-camcorders/pxw-fx9)

STRYME. (o.D.): GENESIX VIDEOSERVER V10. Abgerufen am 14. August 2022, von <https://www.stryme.com/genesix/?L=0>

Sony Deutschland. (27. Oktober 2021): Was ist S-Log?. Abgerufen am 21. April 2022, von <https://www.sony.de/electronics/support/articles/00145908>

tech rush. (11. November 2021): Farbtiefe: Was bedeuten 8 Bit, 10 Bit & Co.?. Abgerufen am 1. März 2022, von [https://techrush.de/farbtiefe-was-bedeuten-8-bit-10-bit-co/#:%7E:text=Je%20h%C3%B6her%20die%20Zahl%2C%20desto,x%20256\)%20verschiedene%20Farben%20darstellen](https://techrush.de/farbtiefe-was-bedeuten-8-bit-10-bit-co/#:%7E:text=Je%20h%C3%B6her%20die%20Zahl%2C%20desto,x%20256)%20verschiedene%20Farben%20darstellen)

WhatIs.Com. (21. September 2015): most significant bit or byte. Abgerufen am 6. März 2022, von [https://www.techtarget.com/whatis/definition/most-significant-bit-or-byte#:~:text=The%20most%20significant%20bit%20\(MSB,0111%2C%20the%20MSB%20is%200](https://www.techtarget.com/whatis/definition/most-significant-bit-or-byte#:~:text=The%20most%20significant%20bit%20(MSB,0111%2C%20the%20MSB%20is%200)

---

# Anlagen

<b>Anhang 1: Abbildungen</b> .....	<b>XX</b>
Anhang 1.1: HD-Definitionen nach EBU .....	XX
Anhang 1.2: Blockschaltbild LNB Studioinfrastruktur (groß) .....	XXI
Anhang 1.3: Gegenüberstellung zweier Videodateien in UHD (Sendeformat) ...	XXII
<b>Anhang 2: Interviewtranskripte</b> .....	<b>XXIII</b>
Anhang 2.1: Interview – Drehs .....	XXIII
Anhang 2.2: Interview - Studioteknik .....	XXXVI
Anhang 2.3: Interview – Lichtdesign .....	XLV
Anhang 2.4: Interview – Kostümbild .....	LX
Anhang 2.5: Interview – Monitore .....	LXX

# Anhang 1: Abbildungen

## Anhang 1.1: HD-Definitionen nach EBU

System	Bezeichnung/ Abkürzung	Framerate (Hz)	aktive Pixel pro Zeile	Abtastrate (MHz)	Gesamt- zeilenzahl	Bitrate (netto) (4:2:2, 10 bit)
S1	1280 x 720/p/50 720p/50	50	1280	74,25	750	921,6 Mbit/s
S2	1920 x 1080/i/25 1080i/25	25 50 (Field)	1920	74,25	1125	1036,8 Mbit/s
S3	1920 x 1080/p/25 1080p/25	25	1920	74,25	1125	1036,8 Mbit/s
S4	1920 x 1080/p/50 1080p/50	50	1920	148,50	1125	2073,6 Mbit/s

**Abbildung 20** - HD-Definitionen nach EBU  
(Ulrich Schmidt, Professionelle Videotechnik. S. 162.)

# Anhang 1.2: Blockschaltbild LNB Studioinfrastruktur (groß)

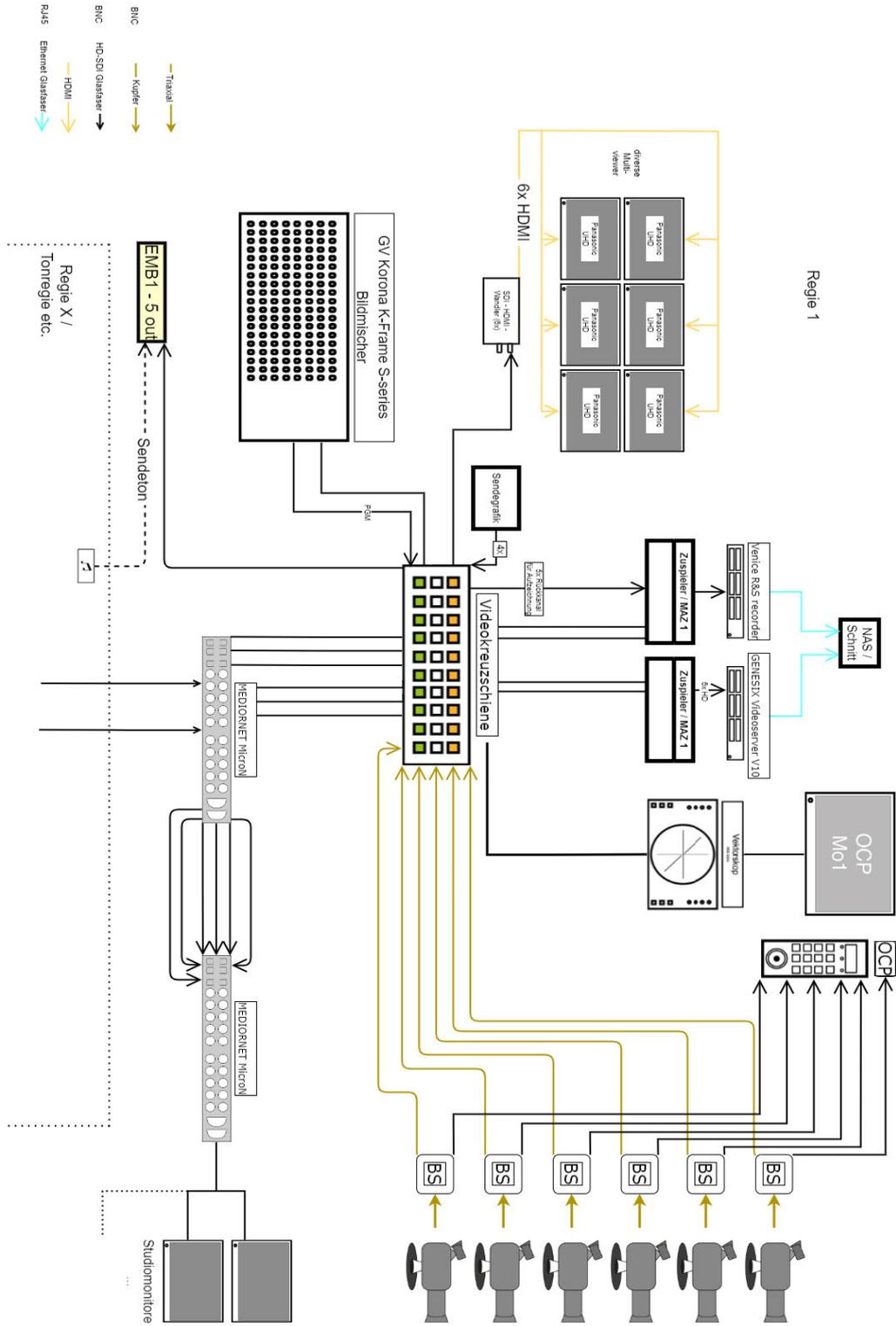
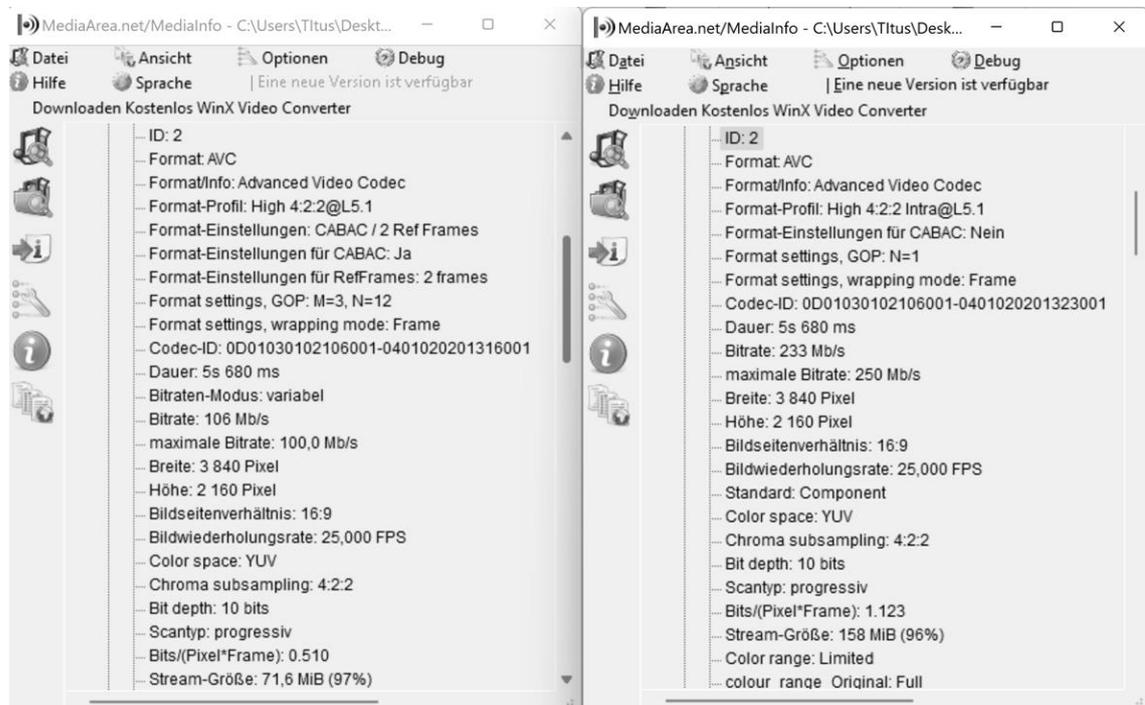


Abbildung 21 - Blockschaltbild LNB Studioinfrastruktur in groß (eigene Darstellung)

## Anhang 1.3: Gegenüberstellung zweier Videodateien in UHD (Sendeformat)



**Abbildung 22** - Gegenüberstellung zweier Videodateien in UHD, 10 Bit, progressiv  
(eigene Darstellung)

## Anhang 2: Interviewtranskripte

### Anhang 2.1: Interview – Drehs

**Titus:** Also erst mal nochmal danke, dass du dir die Zeit nimmst, mir meine paar Fragen zu beantworten. Das Thema meiner Arbeit ist der praktische Umstieg von einer HD auf UHD Produktion am praktischen Beispiel von "Late Night Berlin". Und da wollte ich in dem praktischen Teil, an dem ich gerade sitze, aufzeigen, was es für Konsequenzen hätte, also der Umstieg, was der Konsequenzen mit sich bringen würde - für verschiedenste Gewerke von hausinterner Postproduktion, Produktion und Studio-Produktion.

**Simon:** Okay.

**Titus:** Und da führe ich Gespräche mit einigen Mitarbeitern verschiedener Gewerke. Wie gesagt, du bist mir da für das Thema Drehs, also die Produktion, als erster in den Kopf gekommen.

**Simon:** Ja mega geil. Ja ich hoffe ich kann dir all deine Fragen beantworten, also alles was du wissen musst zu UHD bei Late Night Berlin ist, dass es mich jeden Tag nervt.

**Titus:** Nur eine Bitte, könntest du vielleicht nochmal versuchen näher an das Mikrofon ran zu kommen? Die Qualität wird gerade wieder schlechter.

**Simon:** So ist besser, ne?

**Titus:** So ist es perfekt und so gern bleiben, wenn es möglich ist. Okay und zwar habe ich drei verschiedene Themengebiete: Kamerasysteme, Referenzmonitore und Speichermedien und das war's dann auch schon. Zu den Kamerasystem hatte ich die Frage, welche Kameratechnik verwendet wird und weißt du, welche Sensoren in den Kameras, die verwendet werden, verbaut sind?

**Simon:** Jein. Also wir benutzen ja verschiedenste Kameramodelle, also immer je nachdem welche Anforderungen es gerade gibt. Das kann zum einen Cine-Kameras sein, das können aber auch dokumentarische Kamera, also Dokucams sein oder auch so Consumer-Cams. Da gibt es als Beispiel eine Kamera hier, die oft benutzt wird für so MAZ-Außendrehs, wo man so hinterherläuft, also dokumentarischer Natur, da gehen wir bisher auf die Sony Alpha 7 S3 oder die FX3 und die hat einen Fullframe-Sensor, also einen Vollformatsensor und man ist glaube ich damals darauf gegangen, weil das damals so, so neu war, dass Kameras so einen großen Chip haben und deswegen gibt es da natürlich viel größere Tiefenunschärfe, wenn man offenblendig dreht

und das hat diesen filmischen Charakter quasi. Das ist eine Kamera, die wir benutzen, dann gibt's noch die FX9 und früher war es die FS7. Also die FS7 hat einen Super35 Chip und die FX9 hat auch nen Vollformat-Chip. Und die beiden Kameras haben den Vorteil, weil es Dokucams sind, dass die zum Beispiel eingebaute ND-Filter haben und gemacht sind für den dokumentarischen Bereich. Also Funktionen, du musst nicht mehr ins Menü rein, sondern du (...) [Verbindung wird unterbrochen]. Hörst du mich?

**Titus:** Jetzt warst du zu kurz weg. Alles gut ich höre dich wieder.

**Simon:** Sorry Titus, warte. (...) Genau, also du kannst mit der Kamera einfach viel schneller arbeiten als vorher, als mit einer A7 S 3. Die kannst du eben auf die Schulter nehmen, du kannst schnell von der Schulter drehen und verschiedene Optiken funktionieren halt besser, weil du hast so ein Handteil mit dem du zoomen kannst zum Beispiel. Also die ist einfach besser für den Dokubereich und natürlich auch in der Miete etwas teurer. Deswegen wird die oder habe ich die meistens beim Duell um die Welt dabei. Und dann auch diese Cine-Variante und da ist auch das 4K eigentlich das Entscheidendste, weil wir drehen die ganzen dokumentarischen Sachen alle noch in Full-HD, da wir Full-HD senden. Aber wenn wir jetzt auf die Cine-Kameras gehen, und da ist jetzt eine Kamera, die wir besonders oft verwenden, die Blackmagic Pocket Cinemacam 4K heißt die.

**Titus:** Ja, die ist mir geläufig.

**Simon:** Genau, und die Kamera hat einen Micro Four Thirds Sensor, also einen ganz kleinen Sensor. Da drauf hat man dann immer ein Speedbooster. Also eine Optik quasi, die eine Linse drin hat. Und damit vergrößern sie theoretisch den Sensor, hast also eine größere Tiefenunschärfe.

**Titus:** Okay.

**Simon:** Wir haben auch schon auf ARRI AMIRA und auf ARRI Alexa Mini ein bisschen was gedreht. Also auch da haben wir diverse verschiedene Cinemacams im Einsatz und es richtet sich dann immer je nach Projekt, also welche Kamera für welchen Zweck da am sinnvollsten eingesetzt werden kann.

**Titus:** Ja, okay.

**Simon:** Das ist ein grober Überblick über, über alle, Kameras.

**Titus:** Ja, perfekt. Und denkst du, dass es durch den Umstieg auf UHD eine Verschiebung von Relevanz der Kamerasysteme geben würde? Also gäbe es Kamerasysteme

die dann eher weniger bzw. gar nicht mehr verwendet werden und andere Kameras die dafür wieder häufiger bzw. überhaupt erst zum Einsatz kommen könnten?

**Simon:** Ähm, das große Ding bei, bei, bei den Kameras, die jetzt eben in 4K UHD aufzeichnen oder gar 6K oder 8K ist, was man machen sollte, ist, was jeder Kameramann versucht, ist immer auf der nativen Sensorgröße von der Kamera zu drehen. Das heißt: bei der Blackmagic ist es dann zum Beispiel, ist es zum Beispiel 4K, also natives 4K macht der Sensor, also nativ bedeutet das du nicht das Bild auf- oder hoch- oder runterskalierst.

**Titus:** Okay.

**Simon:** Und das ist eben die native Sensorgröße und oder das native Format in dem man drehen sollte und das sollte man immer tun und das ergibt sich jetzt daraus, dass die Kamera Systeme die es aktuell gibt, eben 6K, 8K - es gibt auch schon 12K Chips - haben, und man gerne auf den nativen Sensor drehen sollte, ergibt sich daraus dann das Format. Und wenn du jetzt zum Beispiel mit einer 6K Kamera drehst, also zum Beispiel mit der RED, was ist das? Ich glaube, MONSTRO hat 8K oder lass es die Blackmagic Pocket 6K sein, wenn du darauf drehst, in 4K zum Beispiel, also du wählst dann statt 6K 4K aus, dann hast du kameraseitig schon immer ein Downscaling drin. Also du skaliert es runter von 6k was nativ wär auf 4k und dadurch gehen natürlich Informationen verloren und das möchte man eigentlich nicht. Deswegen ergeben eigentlich die Kamerasysteme das Format was man oder die Auflösung, die man drehen möchte. Und um deine Frage zu beantworten, also welche Kameras fallen da raus? Also klar, alle Kameras, die nur Full-HD drehen, die würden bei dem Umstieg komplett wegfallen. Das sind dann eher alte Doku-Cams die zum Beispiel upscalen. Ich glaube, ich bin mir nicht ganz sicher, das müsstest du mal recherchieren, das ist die FS7, die hier so komisch ein bisschen upscaled. Das sie eben kein natives Ultra-HD Bild macht, sondern glaube ich irgendwie 2 oder 3K und das wird dann noch mal upgescaled in camera und dann trotzdem 4K hast. Aber es ist ein upgescaledes Bild. Und ansonsten alles fällt raus, was Full HD ist. Alle EB-Kameras fallen komplett raus, die können kein 4K, 4K und UHD ist auch noch mal ein Unterschied. 4K ist ja DCI, also 4K ist ja eigentlich dieses Kinobild.

**Titus:** Genau.

**Simon:** Das ist kein 16:9 Bild, sondern das ist ein bisschen schmaler. Oben und unten ist nen Crop quasi.

**Titus:** Ja, genau.

**Simon:** Genau. Und, und das ist eigentlich das Format was, ja was so das Schwierigere oder das, was nicht so geläufig ist. Das Ultra-HD Bild machen recht viele, aber das

4K DCI einfach nicht so viele Kameras, wenn denn die Frage darauf abzielt, ob 4K DCI gefordert ist oder Ultra HD?

**Titus:** Nein tatsächlich zielt sie auf UHD ab.

**Simon:** UHD, okay! Das können so gut wie alle aktuellen Kamerasysteme. Also da, genau es entfallen eigentlich nur Kameras, die so sag ich mal, älter sind als sieben Jahre oder sechs Jahre. So wäre so meine Einschätzung

**Titus:** Ja das ist schonmal eine gute Zusammenfassung. Alles klar. Die Frage ist beantwortet. Okay.

**Simon:** Perfekt.

**Titus:** Und denkst du, dass es sinnvoll wäre, Kameras abhängig von ihrem Look zu wählen oder doch eher auf das VideofORMAT zu achten, was die Kameras erzeugen im Hinblick auf das Material Handling, dann in der Postproduktion?

**Simon:** Ähm(...), also aus reiner Kameramann-Sicht immer Look. Look ist das wichtigste. Natürlich, Auflösung scheißegal. Also es gibt tolle Kameras, alte Kameras, die wahnsinnig gute Bilder machen, die nen tollen Look haben, die aber nur Full-HD drehen können. Es gibt zum Beispiel auch die, ich weiß nicht mehr, eine Alexa Plus zum Beispiel, hat immer noch den alten ARRI-Sensor, den perfekten Sensor der vor zehn Jahren gebaut wurde oder so oder vor sieben. Und diese Kamera ist nach wie vor vom Look unübertroffen. Und das was wir in letzter Zeit gemacht haben, also das was ARRI gemacht hat, ist ja einfach nur, wenn die jetzt mehr Auflösung brauchten, den alten Sensor einfach doppelt zu nehmen, also zweimal den alten Sensor in die neue Kamera zu bauen, dann konnten die 4K drehen, also die oder die Alexa. Das war das die (...). Ich weiß gar nicht mehr welche das war, aber die Mini hat auf jeden Fall den gleichen Chip, die AMIRA hat den gleichen Chip, die Plus hat gleichen Chip. Also die haben alle den gleichen Sensor und verschiedene Auflösungen und Formate und da ging es halt ausschließlich um den Look. Also die haben halt alles richtig gemacht bei diesem Sensor und der wurde dann immer weiter benutzt. Und deswegen würde ich rein aus Kamerasischt sagen, der Look ist auf jeden Fall entscheidender als die Auflösung. Aber deine Frage war ein bisschen anders, denn die Frage war jetzt mit dem Hinblick auf Post, weil es ja vielleicht nicht mehr zu händeln ist, das 4K, ne?

**Titus:** Genau. Aber /

**Simon:** Okay.

**Titus:** Also ich sage es mal so, mit dem Umstieg auf UHD wäre es ja sowieso von Nöten, mit UHD-Material irgendwie umgehen zu können, ob es jetzt nun auf Proxys hinausläuft oder nicht, war trotzdem die Frage, ob jetzt der Look oder das Handling im Vordergrund steht. Aber wenn du als Kameramann sagst, dass für dich der Look im Vordergrund stehen würde, dann wäre die Frage damit eigentlich schon beantwortet.

**Simon:** Genau. Also, ja, also die Auflösung ist absolut nicht entscheidend. Es gibt andere Gründe, warum Kameras so hohe Auflösungen haben. Da kann ich dir gleich auch noch was zu sagen, also warum jetzt der Trend dazu geht, dass Kamerahersteller jetzt 8K Kameras bauen. Und warum ARRI das eben nicht macht. Warum ARRI eben sagt: "Wir haben trotzdem nun 4,6 K bei der ganz neuen Kamera.". Wenn du willst, kann ich da auch gleich darauf eingehen, aber um die Frage zu beantworten: also Look ist das das Entscheidendste überhaupt. Danach kommt erst die Auflösung. Also ich würde lieber mit einer Kamera in Full HD drehen, die nen geilen Look hat, als in 12K mit einer Kamera, die keinen guten Look hat.

**Titus:** Okay, okay, bevor du, bevor du darauf weiter eingehst. Da habe ich nämlich auch noch eine echt passende Frage dazu, weil mir ist aufgefallen, wenn man in UHD dreht, dann geht einem ja in der Postproduktion die Möglichkeit verloren, verlustfrei in das Bild rein zu zoomen, also rein zu croppen. Denkst du, dass der Trend dann auch in die Richtung gehen könnte, dass man dann in höheren Auflösungen wie 6 oder gar 8K aufnehmen würde?

**Simon:** Ähm. Na ja, also ich finde immer als gute Referenz ist das, was ARRI macht. Ari macht sich ja wahnsinnig viele Gedanken. Die gehen jetzt nicht nach dem Consumer-Markt, als was die, die Leute haben wollen. Also es ist dieses 8K, 12K-Ding ist dann so ein reines Marketing Ding. (...) Im Kern ist es ein reines Marketing, denn keine Sau braucht 12K. Niemand, braucht 12K, niemand braucht 8K. Es geht nur darum, dass das Kamerahersteller versuchen, mit diesen K's halt irgendwie Kunden zu gewinnen, glaube ich. (...)

**Titus:** Aber darf ich dir mal ganz kurz dazwischen grätschen?

**Simon:** Ja.

**Titus:** Um noch mal, um noch mal auf die Frage zurückzukommen. Es geht ja darum, wenn ihr jetzt beispielsweise auf der Produktion in Ultra-HD bzw. 4K gedreht habt, dann wird das Material in der Postproduktionen ja gerne so verwendet, um noch rein zu zoomen in das Bild, in das noch nicht finale Bild. Denkst du, dass es dazu auch kommen wird, wenn ihr in UHD dreht? Also dass trotzdem diese Möglichkeit sich offengehalten wird und deshalb halt in höherer Qualität noch aufgezeichnet wird, damit man wieder die Möglichkeit hat rein zu croppen?

**Simon:** Also grundsätzlich sollte man das niemals tun. Also jeder Kameramann framed ja ein Bild so, dass du nicht rein croppen sollst.

**Titus:** Ja, trotzdem kommt es ja vor.

**Simon:** Ja genau, genau. Genau, es gibt nichts, nichts was schlimmer ist als Kameramann, als wenn man das perfekte Framing nimmt und da wird dann reingezoomt. Das ist so das Schlimmste, was man machen kann eigentlich. Klar, es kommt vor und das ist auch okay, weil manchmal muss man das ja auch machen. Manchmal, ich weiß nicht, gibt es da vielleicht einen Grund für. Vielleicht hat man nur eine Kamera verwendet und man möchte jetzt aber zwei imitieren, mit einem Crop zum Beispiel. Wenn man ein Interview hat und da ist eine Person, die redet und du musst es schneiden und du willst kein Jump-Cut machen, dann kannst du, es ein einfacher Trick, natürlich dieses 50-prozentige Reinspringen.

**Titus:** Ja.

**Simon:** Das geht nur, wenn du die Auflösung hast. Also genau, wenn du Full-HD deliverst und 4K drehst, kannst das ohne Probleme machen, bzw. es wird nicht mehr so schön aussehen, aber das sehe auch nur ich und das sieht kein Consumer. Wenn du jetzt das machen möchtest in 4K musst du 6K drehen. Absolut.

**Titus:** Okay. Okay.

**Simon:** Oder acht? Ja.

**Titus:** Okay. Ja, perfekt. Frage beantwortet. Danke Dir.

**Simon:** Genau. Also der Trend geht dann dahin, dass wenn du das tun möchtest, dann sollte man 6K und der Trend wird dahingehen, dass Kameras nen 6K Chip haben, ja.

**Titus:** Okay. Und wären die FX6 oder FX9 beispielsweise, die ja auch sehr gerne verwendet, auch dazu in der Lage, in dieser Auflösung aufzuzeichnen?

**Simon:** Die FX9 hat einen 6K Chip, der deliverst aber nur 4K. Die scalen schon intern runter, also die haben, die haben einen 6K Sensor. Du kannst mit der Kamera gar nicht 6K drehen die scaled schon intern runter. Also die und die FX6 auch nicht. Also das sind beides keine 6K Kameras, aber das sind beides 4K Kameras, genau.

**Titus:** Genau das heißt da werden, da wären dann wieder neue Kamerasysteme von Nöten, sozusagen.

**Simon:** Ähm, genau. Also genau da gäbe es dann zum Beispiel eine ganze Reihe Sachen von RED, die diese Auflösung haben. Wenn du jetzt in den filmischen Bereich gehst und wenn du in diesen EB-Bereich gehst, sage ich mal, dann eigentlich gibt es da nur die FX9. Dann gibt es da von Cannon so ein paar Sachen die interessant sind, die den 6K Chip haben. Aber wenn man jetzt bei Sony bleibt und wir bei der Late Night Berlin, drehen hauptsächlich Sony, dann müsste man da, wenn man das machen möchte, müsste man sich überlegen was da in Zukunft kommt noch.

**Titus:** Okay. Und ja durch die steigende Video Qualität wird ja sicherlich auch der Anspruch an die Objektive steigen, weil man ja dann minderwertige Qualität, nenne ich es jetzt mal, an Glas in den Objektiven schon durchaus erkennen kann. Und was denkst du bzw. denkst du, dass sich die Auswahl an Objektiven da auch nachhaltig verändern wird oder ob man da weitestgehend die gleichen weiterverwenden kann?

**Simon:** Man wird ziemlich sicher die gleichen Objektive benutzen, weil, also zum einen (...). Also ich fange nochmal anders an. Ganz alte Objektive oder so Vintage Objektive wurden ja für Kino gebaut, für die Leinwand und physischer Film hat eine viel größere Auflösung. Ich weiß jetzt gar nicht, welcher das ist, das müsstest du mal recherchieren.

**Titus:** Ja.

**Simon:** Aber, aber. Aber eine Leinwand hatte schon immer eine recht große Auflösung und auf 35 Millimeter Stock, hat man eine wahnsinnig größere Auflösung. Das heißt, die Objektive haben schon eigentlich die Abbildungsleistung und so neue Objektive sind eigentlich eher tendenziell zu scharf. Also es sieht schon zu digital aus und was ich dann gerne mache ist, Filter vor die Objektive zu machen, damit sie eben nicht so kristallisch, clean und digital und scharf sind /

**Titus:** Krass!

**Simon:** Sondern um sie so ein bisschen softer und weicher zu machen. Wenn man jetzt aber in den absoluten High-End-Bereich geht und jetzt sagst, du drehst 12K und du brauchst jetzt eine Optik die diese Abbildung schafft, 12K ist tatsächlich ein Bereich da, da gibt es bisher nur eine, von den ich weiß, eine objektive Reihe, und das sind die ARRI Master Primes und die kosten 154.000 € pro Satz. Also wahnsinnig teuer. Teure, ultra scharfe, krasse Objektive. Die können 12K abbilden, viele andere nicht. Vintage Objektive hören bei 4K eigentlich auf. Also so ältere. Aber alles was gerade auf dem Markt ist an Zooms, alles von Zeiss, was irgendwie, irgendwie recht neu ist, also alle modernen Objektive können locker 4K, 6K, auch 8K abbilden.

**Titus:** Okay. Sehr cool. Das ist sehr interessant zu hören. Okay. (...) Dann würde ich mal noch weiter springen zum zweiten Thema. Das heißt Okulare und Referenzmonitore. Okulare weiß ich nicht, hatte ich auch überlegt vielleicht einfach gänzlich aus der

Liste zu streichen, verwendet ihr Okulare überhaupt und ist das überhaupt sinnvoll für die mobilen Drehs, die ihr habt?

**Simon:** Meinst du, du meinst Viewfinder, du meinst also, dass ich quasi durch meinen Viewfinder das Bild sehe, statt auf den Monitor?

**Titus:** Genau.

**Simon:** Ähm naja, das also. Den Unterschied mit bloßem Auge zu sehen zwischen 6K und 4K, das kann keiner. Ich glaube auch 8K und 4K wird keiner sehen, wenn du das auf dem gleichen Monitor abbildest. Und allein was man ja macht ist ja Schärfe beurteilen, Farben beurteilen und das geht easy in Full-HD. Also da braucht man jetzt nicht das Bild als 8K-Bild auf einem Viewfinder, das brauchst du einfach nicht, da reicht alles, was es gerade gibt. Und ich glaube, also ich bin mir gerade unsicher, aber ich glaube es gibt keine 4K Okulare, es gibt nur Full-HD Okulare. Also wenn es jetzt, jetzt digital ist und wenn es, wenn es mit Spiegeln ist, siehst du ja eh durch, also wenn es mit einem richtigen Viewfinder ist, da siehst du ja eh durch. Also von daher. Ich benutze das eigentlich nur wenn es hell ist und ich draußen bin und eine FX9 auf der Schulter habe. Ansonsten benutze ich Okulare nicht. Ich bin da eher auf Monitoren und die haben alle Full-HD-Auflösung.

**Titus:** Okay, damit hast du auch schon zur Hälfte eine andere Frage von mir beantwortet. Weil UHD ist ja ein Großbildformat und auch durch die steigende Sensorgröße, wie du es am Anfang schon gesagt hattest, steigt ja bekanntlich der Effekt der Tiefenunschärfe. Und daher hatte ich die Vermutung, dass man höher aufgelöste bzw. größere Referenz Monitore brauchen würde. Also das siehst du nicht so du denkst Full-HD-Referenz Monitore sind mehr als ausreichend zur Schärf beurteilung?

**Simon:** Also, hast du gerade Tiefenunschärfe gesagt? Das ist etwas ganz anderes. Tiefenunschärfe da gehts ja, da geht es ja gar nicht um Auflösung. Ob das jetzt 6K, 8K, 12K ist.

**Titus:** Genau.

**Simon:** Du kannst ja auch mit nem Handy 12K drehen theoretisch.

**Titus:** Genau, aber mir gings wirklich nur um die Beurteilung des Schärfepunktes und wo er liegt.

**Simon:** Achso.

**Titus:** Ja, genau.

**Simon:** Also es geht nicht so richtig um Schärfe, das ist noch mal was anderes. Es geht ja darum die Sensorgröße nicht darum, wie der Sensor aufgelöst ist. Du kannst ja wie gesagt, du kannst einen ganz kleinen Sensor haben auf dem Handy. Der ist so groß wie ein Fingernagel der Sensor. Mit dem ist alles scharf, wenn du darauf drehst. Also der Sensor ist so klein da, da ist eigentlich alles scharf und die Tiefenunschärfe wird da drauf gerechnet am Ende mit dem Handy. Und wenn du jetzt aber auf einem iMAX 75 Millimeter Film drehst, da hast du halt extrem krasse Tiefenunschärfe und da ist natürlich die Schärf Beurteilung sehr sehr wichtig und viel schwieriger als es bei einem kleinen Sensor. Bei Vollformat zum Beispiel ist es auch schon recht schwer. Super 35 sind ja alle Filmkameras, das ist so das normale, sag ich mal. Aber darum geht es gar nicht, sondern, wenn du so eine hohe, es ist ja nur die Auflösung und das hat nicht so viel mit der Schärfe zu tun. Also wenn du jetzt Fokus pullst, aber mit der Tiefenunschärfe hat es nichts zu tun.

**Titus:** Okay, aber gehen wir jetzt mal davon aus, du hast einen Sensor, der gerade auf UHD aufzeichnet, eine sehr weit geöffnete Blende, dann hast du ja automatisch eine sehr sehr große Tiefenunschärfe. Und um die zu beurteilen, um das jetzt mal runterzubrechen, um die zu beurteilen, wäre es da von Nöten, am Set einen größeren oder höher aufgelösten Monitor zu nehmen oder reicht da der Full-HD Monitor?

**Simon:** Also es ist immer gut natürlich, den besten aufgelösten Monitor am Set zu haben, den es gibt, das ist völlig klar. Aber ich glaube, die neunten Cine 5 und Cine 7 Schärfemonitore sind alle 4K. Ich weiß jetzt gerade nicht, ob die Kameras überhaupt das Signal rausgeben können, wenn du durch nen Teradek gehst oder so, ich glaube, da ist vieles noch auf Full HD, aber wie gesagt, Schärfe ziehen und Schärf Beurteilung auf diesen Monitoren hat absolut nichts mit der Auflösung zu tun. Du kannst ja auch ein unscharfes Bild in 8K drehen oder 12K. Da geht es eher um die Sensorgröße und nicht darum welche Auflösung der Sensor gibt.

**Titus:** Ja genau, aber in die Richtung ging jetzt meine Frage nicht. Es ging halt wirklich ausschließlich nur um die Beurteilung des finalen Bildes, ob man, ob also der Monitor so wie er jetzt ist, wirklich ausreicht, um ausreichend bzw. hinreichend das Bild beurteilen zu können, ob es scharf ist, ob es überbelichtet ist.

**Simon:** Ja. Ja. Voll. Absolut. Da reicht ein Full-HD Monitor, wenn du einen Schärfesistenten hast oder einen Kunden hast, dem es sehr wichtig ist, dass er das Bild so final wie möglich sieht, dann stellt man dem immer ein besserer Monitor dort hin. Ich überlege gerade, ob das geht (...). Du musst halt auch die entsprechende Kamera haben, die natürlich auch am Set schon das Bild da durchschleifen kann, dass du nicht nur Full-HD Output hast, sondern dass du 4K Output hast. Da bin ich mir gerade nicht ganz sicher ob das alle können. BNC, also mit SDI auf jeden Fall. Mit HDMI weiß ich gerade gar nicht. Also ich glaube nicht, dass so eine ähm, du drehst jetzt da mit einer

Canon EOS whatever, ich kenne den Namen gerade nicht, aber mit irgendeiner von diesen 6 oder 8K Kameras. Ich glaube - also wir sind in dem Consumerbereich - Ich glaube nicht, dass die ein 6K Bild rausgeben bei HDMI und 4K weiß ich auch nicht. Ich weiß auf jeden Fall, die Alpha A7 S3, die gibt zum Beispiel auch nur Full-HD durch ein HDMI. (...) Ah ne die kann auch 4K. Du kannst da nen Recorder anschließen. Ich glaube 4K ist maximal, ist momentan das Limit, glaube 6K geht noch nicht. Aber das ist gerade mal Halbwissen, was ich dir da sage.

**Titus:** Okay, gut /

**Simon:** Also um die Frage zu beantworten, also ja, also Full-HD, meiner Meinung nach, reicht völlig aus um das Bild am Set beurteilen zu können. 4K ist besser, ist geiler, aber Full-HD würde ausreichen.

**Titus:** Okay, perfekt. Und welche Rolle würdest du hier in dem Fall der Farbechtheit der Monitore für den Dreh zusprechen? Sicherlich, wahrscheinlich auch eine sehr hohe, weil du meinst ja auch bei den Kameras, dass der Look für dich als Kameramann sehr entscheidend ist.

**Simon:** Ähm, ja, man muss immer so Kompromisse machen. Es gibt zum Beispiel, was wir jetzt auch bei Late Night Berlin benutzen, ist der SmallHD 502 bright oder ultra bright und die benutze ich ganz oft, weil die eben sehr sehr hell sind. Das ist der einzige Grund, die Farbtreue ist super beschissen. Die Farben sind überhaupt nicht so, wie sie am Ende in der Post sind. Und ich weiß natürlich, wie sich der Monitor verhält und wie die Farben sind. Und ich weiß auch, in welchem Format ich drehe und ich weiß auch, wenn ich in RAW drehe, dass es jetzt nicht so entscheidend ist, dass mein Gelb schon das perfekte Gelb ist. Aber wenn du jetzt am Set bist und Kunden hast und du drehst irgendeine Werbung und da gibt es irgendwelche Sachen, die in der CI sein müssen, also im exakten Farbton von diesem Produkt zum Beispiel, dann sollte man da schon nen Monitor haben, der das gut abbilden kann.

**Titus:** Okay, also aber für /

**Simon:** Für Regie und für Kunde in der Werbung ist der Monitor entscheidender, finde ich, als für für Kamera on Cam.

**Titus:** Okay, aber um jetzt mal beim Thema Late Night Berlin zu bleiben und einen Strich drunter zu ziehen, ist es eher nicht von Relevanz?

**Simon:** Für uns ist es ähm. (...) Ich würde nicht sagen, nicht von Relevanz. Der Motor sollte schon gut abbilden, aber es ist da bei uns wichtiger, da wir ja so viel dokumentarisch drehen und wir müssen da draußen auch was sehen können und so, für uns ist

es entscheidender, dass der Monitor hell ist, als dass der Monitor die perfekten Farben abbilden kann.

**Titus:** Okay. Perfekt. Gute Antwort. Danke. (...) Zu den Speicherkarten bzw. Speichermedien. Da hatte ich noch eine einzelne Frage. Momentan werden ja hauptsächlich SD-Karten bzw. SSD verwendet, dann auch für die FX9 und FX6, wenn ich das richtig mitbekommen habe. Würde man auch bei anderen Kameras die bisher vorhandenen SD-Karten verwenden können, oder geht es dann auch Trend dahin, dass man SSDs schnellere und größere, mobile ähm Festplatten verwenden muss?

**Simon:** Da geht es eher um die Form der Komprimierung. Du kannst ja das Videosignal was aus der Kamera kommt, wird ja komprimiert auf irgendeine Art oder unkomprimiert gelassen, also zum Beispiel RAW, wobei es auch immer eine ganz minimale Komprimierung drin hat. Aber du hast, also, wenn du zum Beispiel mit einer A7 S3 drehst in Full-HD, ähm in 4K, zeichnet die ja maximal, wenn du nur intern drehst, in der Kamera maximal nen H.265 glaube ich auf, mittlerweile. Oder H.264, also ne MP4 in einem kleinen Codec und dadurch, dass es so klein komprimiert wird, ist es eigentlich, also ist das Material am Ende auch recht klein. Natürlich brauchst du irgendwann größere Speicherkarten, die irgendwie mehr Speicherplatz bieten, weil das Format ist natürlich größer. Also du würdest doppelt so viel aufzeichnen, wenn es im gleichen Codec komprimiert ist, aber am Ende bräuchtest du für 8K auf jeden Fall - was ist das? - das Vierfache oder Achtfache der Speicherkapazität, also eine sehr viel höhere Speicherkapazität auf den Karten und die Kameras, die momentan auf SSD aufzeichnen, ist halt die Black Magic Pocket. Das macht den Workflow sehr leicht für uns, weil du kriegst ja die SSDs in großen Speicherkapazitäten mit einem Terabyte oder sogar zwei Terabyte und da kannst du natürlich stundenlang unkomprimiertes RAW aufzeichnen.

**Titus:** Ja.

**Simon:** Es liegt immer noch ein bisschen an der Komprimierung. Also es ist zum Beispiel so, dass bei der 12K Kamera, bei der Blackmagic URSA 12K, heißt glaube ich, da ist es so, dass es aktuell eigentlich noch nicht die Systeme gibt, um dieses Material schneiden zu können, weil es so, weil es so gigantisch groß ist, also es ist einfach wahnsinnig groß. Um das schneiden zu können, müsstest du Computer haben, die gibt es so eigentlich noch nicht so richtig auf dem Markt. Und auch da braucht es da natürlich viele, viele, viele Speicherplatz, also SSDs, um das speichern zu können. Da wird sich auf jeden Fall was verändern. Also es wird bei euch SD-Karten, wenn es jetzt weiterhin mit SD-Karten gemacht wird, SD-Karten geben mit einem Terabyte Speicherplatz oder so, das wird bestimmt kommen.

**Titus:** Das ist heftig. Okay.

**Simon:** Also muss, muss kommen. Aber oder, was aber auch sein kann, ist, dass die Komprimierung besser wird. Dass du für 12K Material, dass du dafür dann einfach

nicht das Achtfache oder das Zwölfache an Speicher brauchst, weil die Komprimierung besser ist. Das kann auch sein.

**Titus:** Das wäre auf jeden Fall eine sehr interessante Entwicklung. Mit Hinblick auf die Zeit und Zoom hat mir auch gerade gemeldet, dass in siebeneinhalb Minuten das Meeting hier beendet wird, weil ich kein Pro Account habe. Zur aller letzten Frage. Die hat tatsächlich, glaube ich, mit keiner dieser vorherigen Fragen was zu tun. Drehen lieber mit LUT oder doch lieber flach? Und welche Vor- und Nachteile gibt es für beide Aspekte in deinen Augen?

**Simon:** Ähm. Ich drehe lieber RAW. Ähm. Ich glaube jeder Kameramann dreht lieber RAW, also die unkomprimierteste Form, die es überhaupt gibt, das ist ähm. Okay. Ich muss kurz überlegen. (...) Du meinst, ob man flach dreht? Also flach drehen ist ja, ist ja nur ein Trick, quasi um quasi mehr Informationen zu bekommen im Bild, ohne aber eine größere Bit depth zu haben.

**Titus:** Genau, durch Anpassung der Gamma Kurve.

**Simon:** Genau. Und du passt dann Gamma ja an, bei Sony ist S-Log bei ARRI ist es C-Log, bei Cannon ist es auch C-Log, bei DJI ist es D-Log oder was auch immer. Das zieht ja nur die Kurve so runter und dadurch hast du natürlich ein flaches Bild, also du hast weniger Kontrast, weniger Schärfe, weniger Saturation. Das machst du alles, um der Post optimalerweise, also das Optimum an Information zu geben, was du aus dieser Kamera rausholen kannst. Und der nächste Step wäre direkt RAW zu drehen, also die RAW Informationen von dem Bild aufzuzeichnen.

**Titus:** Okay, aber um bei der Frage zu bleiben - mir geht es tatsächlich wirklich nur um den flachen Dreh, nicht um den RAW-Dreh, also was wäre in deinen Augen sinnvoller bzw. was würdest du bevorzugen? LUT- oder Flach-Dreh?

**Simon:** Das da kommt total drauf an. Haben wir die Möglichkeit in der Post das Bild zu graden oder nicht. Also gibt es eine Farbkorrektur oder nicht. Wenn es keine Farbkorrektur gibt, dann würde ich versuchen eigentlich schon in Camera das Bild so zu machen, dass du es einfach nur noch senden musst und vielleicht ein bisschen hier und da noch mal was zur Farbanpassung zu machen. Also wenn es ein Grading gibt, dann flach drehen. Wenn es kein Grading gibt, dann in Rec.709 direkt so drehen. Es gibt aber auch, und das mache ich ganz oft jetzt bei beim Duell, es gibt bei der FX9 jetzt dieses diesen S-Cine-Tone, der hat so eine etwas verbesserte Gamma Kurve, sieht so ein bisschen besser aus, ist nicht flach und es ist jetzt schon so eine Art Mittelding. So das drehe ich jetzt immer, aber ansonsten, um es kurz zu beantworten, bei Grading auf jeden Fall flach drehen und wenn es kein Grading gibt, dann Rec.709 drehen.

**Titus:** Okay, perfekt. Dann danke ich dir. Du hast mir gerade alle meine Fragen beantwortet, die ich hatte. Ich wünsche dir noch einen wunderschönen Urlaub und einen schönen Tag.

**Simon:** Merci. Ich hoffe, dass das dir irgendwie hilft.

**Titus:** Ja auf jeden Fall! Also danke dir, Simon, dass du teilgenommen hast. Ich beende jetzt auch die Aufnahme.

## Anhang 2.2: Interview - Studiotechnik

**Titus:** Also meine erste Frage wäre erstmal gelesen, welchen Bildmischer ihr hier verwendet und ob der UHD-fähig ist. Worauf muss man achten, dass der UHD fähig sein könnte bzw. kann?

**Martin:** Also wir haben hier in beiden Regien, also beide Regien können Late Night machen, beide Regien haben einen Grass Valley K-Frame drin. Die S-Serie, das ist eine Sport Serie sozusagen. Da gibt es verschiedene Serien, die einfach nur bedingen wie viel Keyer eine ME haben kann, wie groß das Frame ist, wie viele ME-Boards reinpassen usw. Beide Regien sind gleich aufgebaut. Beide Regien haben fünf Mischebenen mit jeweils vier Keyern. Im Moment haben beide Regien - Das ist so aufgebaut: Du hast eine Hardware und du kannst Software einkaufen, Lizenzen kaufen. Wir haben im Moment nur eine HD-Lizenz. Wir könnten eine UHD Lizenz kaufen. Kostet halt ein bisschen Geld. Dann kann der Mischer auch UHD machen, also vier Mal 3G pro Eingang. Die Inputs bei diesem Frames sind relativ begrenzt. Du hast nur 64 Inputs, maximal. Dementsprechend, wenn du das durch Vier teilst, kommst du auf die UHD Signale, die die dann mal verarbeiten könntest.

**Titus:** Ja.

**Martin:** Je nachdem wie groß deine Produktion ist, reicht oder reicht eben nicht.

**Titus:** Und bei Late Night wären das ja drei Studiokameras, von dem her würde es reichen?

**Martin:** Nein. Das sind sechs Kameras, insgesamt. Drei Studiokameras, zwei kleine Pumpen und ein Kran. Und trotzdem, es sind ja nicht nur die Kameras. Du musst ja auch Zuspüler berücksichtigen, du musst SG berücksichtigen und du musst so ne Gimmicks berücksichtigen wie Apple TV, was wir ja öfter benutzen. Skype schalten benutzen wir öfter. Ähm Bilder, also einen dritten Kanal vom SG, Bilder einspielen zum Beispiel. Also es würde reichen für Late Night, ja. Jetzt mal überschlagen, aber der Mischer ist auch mit das Einzige, was UHD die fähig ist.

**Titus:** Okay, okay. Also liegt es tatsächlich wirklich nur an der Lizenz, die ja fehlt? Also die Software-Lizenz?

**Martin:** Also in diesem Fall, ja.

**Titus:** Okay. Okay. Und du hast es ja schon fast so halb beantwortet, was die Video-kreuzschiene angeht. Welche verwendet ihr da und ist die vorher schon vor dem Wechsel UHD fähig gewesen?

**Martin:** Naja, der Wechsel ist was anderes. Wir haben im Prinzip drei Produktionseinheit. Wir haben den Schaltraum, da ist die neue Kreuzschiene drin. Wir haben die Regie eins und wir haben die Regie zwei. Jeder hat seine eigene Kreuzschiene. Das ist erst mal sozusagen um es autark zu behalten und auch mit der wachsenden Infrastruktur hat man nicht irgendwann gesagt, man baut eine riesige ein, sondern wir konnten ja nicht eine Regie stilllegen, während wir eine neue bauen, genauso wie den Schaltraum. Dementsprechend die Schaltraumkreuzschiene, von der ich erzählt habe, die ist erst mal außen vor. Wichtig ist jetzt die Kreuzschiene von der und von der anderen Regie. Die sind beide ähm. (...) Das hier ist eine. (...) Lass mich kurz überlegen. (...) Auch aus dem Grass Valley Haus eine N Vision, glaube ich, heißt die. Und drüben ist ein älteres Modell. Die heißt glaube ich auch N Vision, wurde aber später von Grass Valley aufgekauft. Müsste ich nachgucken, weiß ich jetzt aus dem Kopf nicht. Beide Kreuzschienen sind 3G fähig. Dementsprechend könntest du theoretisch auch UHD übertragen, wenn du viermal 3G benutzt, müsste es halt nur über das Steuersystem immer Ein- und Ausgänge verkoppeln. Also über VSM zum Beispiel. Würde funktionieren. Allerdings ist die Kreuzschiene in der Regie soweit relativ voll, dass wir jetzt, wenn wir jetzt sagen würden, wir würden alle Signale, die wir jetzt für Late Night beispielsweise brauchen, also die sechs Kameras, den SG, die Zuspelgeräte, die müssten wir ja alle pro Gerät noch mal drei Kabel zusätzlich in die Kreuzschiene reinkriegen. Und dafür gibt es die Kapazitäten nicht. Wir könnten noch Boards reinschieben, aber auch da - Out of Service - gibt es nicht mehr zu kaufen so einfach.

**Titus:** Okay, das heißt, würde man dann alles auf UHD umstellen, dann würden auch die Inputs für den Bild Mischer überhaupt gar nicht mehr ausreichen. Oder verstehe ich das jetzt falsch?

**Martin:** Der Bild Mischer wiederum ist ja schon relativ gut verkabelt, aber jetzt ist jede Kamera quasi mit einem Eingang in der Kreuzschiene drin. Wenn du eine UHD-Kamera brauchst, brauchst du ja noch drei Ausgänge aus der Kamera in die Kreuzschiene dazu, damit du die vier Mal 3G Signale in der Kreuzschiene hast. Und die Leitungen liegen nicht, die müsste man kaufen und die Inputs sind nicht vorhanden. Also müsste man, wenn man jetzt sagen würde, wir wollen jetzt Late Night in UHD machen, müsste man entweder noch Inputboards nachbesorgen, die es wahrscheinlich nicht mehr gibt oder vielleicht nur gebraucht oder so, oder aber man müsste andere Inputs aus der Kreuzschiene abkabeln, die man nicht braucht für Late Night und müsste die so verkabeln, was eigentlich nicht machbar ist. Wenn du am Montag, wenn die Regie voll ausgelastet ist, hat die Montag Produktion, Dienstag Produktion, Mittwoch Produktion und da Kabel um- und anzustecken, so ne Push-Pull-Stecker da, ist nicht sonderlich förderlich.

**Titus:** Okay, das heißt, mehr wäre in dem Fall die Devise. Also eine Kreuzschiene besorgen, bzw. /

**Martin:** Entweder eine andere Kreuzschiene, oder halt wirklich noch mal Inputboards zu kaufen. Wobei, da ist immer die Frage: Kosten-Nutzen-Faktor. So ein Input Board, wenn du das noch kriegst, ist relativ preisgünstig.

**Titus:** Sprich?

**Martin:** 3.000 €.

**Titus:** Und wie viel, wie viel mehr würde dann so ein Ding dann geben?

**Martin:** Ähm die sind nicht symmetrisch. Ich glaube es sind immer neun Inputs pro Karte und 18 Outputs pro Karte. Also es sind verschiedene Karten und dementsprechend, ich glaube es sind immer neun Inputs und 18 Outputs. Heißt, kannst ja hochrechnen, wenn man jetzt von den sechs Kameras, ich sag mal zwei Zuspüler mit Fill und Key sind nochmal vier Signale, der SG mit zwei Signalen, sind wir bei sechs, bei zehn, (...) bei 12. Was fehlt noch? Ja, so was wie Apple TV und so. Da ist auch immer die Frage, kann man es upskalieren im Mischer zum Beispiel. Braucht man es überhaupt als UHD Quelle oder kann der Mischer das upskalieren? Das ist ja auch eine Frage, die man beantworten muss im Vorfeld. Was möchte der Kunde?

**Titus:** Ja.

**Martin:** Da musst du dir selber ausrechnen, wie viele Karten du dann bräuchtest dazu. Und Ausgänge bräuchtest du wahrscheinlich nicht nachzukaufen, weil die Ausgänge, letztendlich geben wir ja(...). Doch, wir müssten noch Ausgänge nachkaufen. Da geht es ja schon weiter, wenn wir jetzt ein bisschen springen. Du musst ja auch die UHD, die UHD-Signale irgendwie rausgeben. Im Studio sind halt diverse Arbeitsplätze, die ja dann UHD gucken müssen. Gerade beim Licht, der Producerplatz bräuchte wahrscheinlich noch ein UHD-Signal. Alle anderen, so ein Klaas-Auftritt, die müssen ja nicht UHD sein, die könnten ja weiter HD bleiben. Also müsstest du auch da wahrscheinlich ein bisschen was an Outputsignalen dazukaufen. Jetzt pauschal gesagt bestimmt, wenn es wirklich 18 Ausgänge waren, dann eine Karte noch mehr, um halt die kritischen Arbeitsplätze mit UHD-Signalen auszustatten. Aber dann geht es auch schon wieder weiter. Die Stage Box jetzt da steht gerade. Die könnte ja auch bei dieser Regie zumindest UHD. Dann kann sie aber nur statt zwölf HD-Signalen kann sie nur vier, nein drei UHD-Signale. Es ist eine MICRON, eine MICRON Strecke von Riedel. Du könntest hier 3 UHD-Signale reingeben und könntest 3 UHD-Signale rausholen, hast dann aber nichts mehr HD, müsstest also eine zweite Strecke dazu bauen, um alle anderen Arbeitsplätze zu bedienen. Du hättest dann beim Licht einen Programmmonitor und einen denen sie per Kreuzschiene schalten können. Und der Producerplatz, das wären die 3 UHD-Signale in meiner Welt. Und alle anderen Plätze wie Beschallung, drahtlos Ton, Klaas-Auftritt, die ganzen Monitore, die im Set verbaut sind, müssten ja wahrscheinlich auch UHD Signale bekommen.

**Titus:** Ja.

**Martin:** Das sind ja der Tisch, die sogenannte Heizung, die immer hoch- und runterfährt und gegebenenfalls Spielemonitore müsste man ja auch da berücksichtigen. Das sind ja auch 2 bis 5, je nachdem. Die denken sich ja ganz gerne mal neue Spiele aus.

**Titus:** Ja, das stimmt.

**Martin:** Also würde die eine Stagebox auch schon mal nicht reichen. Man müsste also eine Stagebox dazu bauen und die andere Regie könnte das gar nicht. Die hat keine MICRON-Strecke, das heißt, da müsste man auch erst mal ein neues Stagebox System bauen.

**Titus:** Okay, okay.

**Martin:** Weil wir können ja nicht sagen, also wir versuchen es zwar immer mit der gleichen Regie oder mit dem gleichen Produktionsmittel eine Sendung zu machen, aber manchmal ist es einfach, aufgrund von anderen Produktionen, nicht möglich. Wenn du jetzt zum Beispiel, weil du auch Florida bist, wenn wir "Wer stiehlt mir die Show" machen, haben wir das in der Regie gemacht aufgrund von Überschneidungen, was völlig in Ordnung ist, aber da musste Late Night natürlich da rüber ziehen in die andere Richtung und so was wäre dann nicht mehr möglich so einfach.

**Titus:** Okay, das heißt, Late Night würde eine feste Regie bekommen, wo das dann auch möglich wäre.

**Martin:** Jap.

**Titus:** Okay, ja, krass, das war schon mal sehr viel Input. (lacht) Da habe ich noch eine Frage zu den Monitoren, welche ihr hier verbaut habt, ob die alle UHD fähig sind oder an welchem Plätzen? Wie zum Beispiel dachte ich an OCP, dass es da gerade sinnvoll ist bspw. für die Einschätzung der Belichtung.

**Martin:** Also hier sind verbaut Postium OBM-R210 Monitore, das sind 3G-Monitore, die können zwar HDR, können aber kein UHD. Frag mich nicht nach den genauen Spezifikationen. Habe ich nicht im Kopf. Ich denke auch, also für ein 3G-HDR würde es reichen, gehe ich von aus, aber UHD wie gesagt können die gar nicht darstellen. Müsste man also auch anfassen. Auf unserem neuen UHD-Auto haben wir so eine OBM-X310 glaube ich. Das sind 32 Zoll Monitore, die natürlich so um den Kostenfaktor 30.000 € kosten. Und das sind unsere Messmonitore da. Sowas müsste man mindestens einmal hier haben für den Mess-, also für den Bildingenieur. Auch da die Kameravorschau und die könnten 3G oder HD bleiben. (zeigt auf Miltiviewer) Da geht es ja nur darum, dass

er sieht was passiert, aber den eigentlichen Messvorgang mit dem Auge macht der ja quasi nur auf einem Monitor und auf dem Messgerät. Die Messgeräte können auch kein UHD, die müsste man auch ersetzen.

**Titus:** Achso? Okay!

**Martin:** Die Messgeräte sind auch nur 3G. Könnten zwar auch HDR, aber kein UHD. Ist also der nächste Schritt. Der Produktionsingenieur, also mein Arbeitsplatz, ich würde auch gerne gucken wie das UHD aussieht, also bräuchte man da mindestens zwei Monitore. Und ich sage mal so, das ist jetzt 21 Zoll. Wenn du dir vorstellst, die 32 Zoller - du hast den Abstand nach hinten, wird schon schwer und wo willst du die hinbauen? (zeigt auf OCP-Platz) Also müsstest du eigentlich um es jetzt ordentlich zu machen, einen neuen Tisch bauen oder halt die Technik auslagern. Irgendwo anders hin, weil dann musst du ja wieder auf Beleuchtung achten usw. Und Arbeitsplatz technisch jetzt unabhängig von Corona sind ja immer auch viele Leute da. Die haben jetzt schon aufgrund von Corona den SG und die SG-Redaktion und die Regieassistenz aus der Regie rausgeschickt und die sitzen hinten in der Schleuse. Da habe ich sechs Arbeitsplätze gebaut, aber da könntest du aufgrund der Beleuchtung nicht gut nen Bildtechniker hinbauen, wenn der noch UHD und HDR beurteilen sollte.

**Titus:** Und für den Multi Viewer würdest du da sagen, dass da trotz eines UHD Betriebs Full-HD-Monitore reichen würden, um auf den ersten Blick beurteilen zu können?

**Martin:** Ja ja! Ich sag mal, das ist ja, die Multi Viewer sind ja erst mal nur, ich nenne es mal, einfach gesagt, Bewegungsmelder. Also er oder der Kollege an der Regi und Bimi und auch der Kollege an der Bildtechnik. Die müssen ja nur sehen, was zeigt die Kamera gerade, die müssen ja da kein UHD HDR beurteilen, die müssen nur sehen: Okay, der zeigt gerade was Sinnvolles oder der zeigt eben, was nicht Sinnvolles. Und der Kollege am Bildtechnik Platz der muss sehen: Oh, die ist ja viel zu hell. Dann klicke ich mir die, guckt sie mir groß an, okay, ist nur ein Fehler in dem Monitor oder der hat sich schon wieder eingekriegt. Da würde einfach auch um Ressourcen zu sparen, das kostet alles Geld, in meiner Welt 3G reichen. Von mir aus auch HD. Dass man einfach sieht okay, da passiert was. Die ganzen Splitter, die hier verbaut sind (...) anders, der Großteil der Splitter die hier verbaut sind können nur HD, sind erweiterbar mit einer Software Lizenz auf 3G, aber UHD können die alle nicht. Die die hier verbaut sind, die können jetzt schon 3G. Die im Ton verbaut sind auch 3G ist ja erstmal irrelevant hast du ja gesagt. So eine Software Lizenz für die Splitter in der Regie und auch für draußen, dass die 3G könnten, waren glaube ich für alle Karten die verbaut sind, waren glaube ich 20.000 €. Mal zwischendurch gesagt, wir planen gerade oder wir sind gerade am brainstormen für eine dritte Regie, eine ganz kleine, die nur Handball remote machen soll, erst mal. Und wir dachten auch, was soll das kosten und so? Jetzt haben wir gestern mal, oder die letzten Tage, immer mal zusammengeschrieben. Allein bei den Monitoren biste schon bei 15.000€, 20.000 €. Da sind zwar die Wandler und die Monitore dabei, da ist aber noch kein Ständer dabei. Da sind noch keine Tische bei. Dann haben wir angefragt, einen

kleinen Mischer usw. auch mal eben 50.000 € weg. Da habe ich gedacht: "Na gut, dann benutzen wir einen vorhandenen Mischer und rüsten den so weit auf.". Also wir haben hier in der Regie zwei Mischer, einen Hauptmischer und einen Sekundärmischer und der Sekundärmischer hätte noch Platz da ist. Man würde in der Theorie ein paar Karten reinschieben, ein paar Software Lizenzen aktivieren. Bei Grass Valley gibt so ein cooles System, das nennt sich Suiten. Du kannst den Mischer also in verschiedene Suiten teilen, kannst den dann sozusagen völlig autark voneinander benutzen. Da stört auch keiner jemand anders, weil du wirklich die Hardware-Ressourcen einer Suite zuweist und die andere das nicht sehen. Was die natürlich nicht verdoppeln sind die Inputs und Outputs. Die bleiben so. Das heißt du müsstest dir vorher überlegen, sag ich mal stumpf, ein Input Board für die und ein Input Board für die. Nur die Softwarelizenzen die wir bräuchten sind schon wieder 12.000 €. Da ist noch kein Board dabei. Die Boards habe ich noch nicht, weil die gerade nicht vorrätig sind. Deswegen weiß ich die Preise noch nicht.

**Titus:** Ja.

**Martin:** Dann habe ich mir Angebote geholt, um jetzt mal auch ein bisschen vom Thema abzugreifen. Für diese Schaltraumkreuzschiene, wenn wir die mitbenutzen würden für die nächste Regie, weil die einfach noch Kapazitäten hat, um Geld zu sparen. In- und Output Boards, vier Stück, also vier Input-, zwei Output Boards und die entsprechenden back planes. 27.000.

**Titus:** Hm krass.

**Martin:** Und das sind einfach Summen und dann kriegst du vom vom Chef zu hören "Naja, ich dachte mir so 150.000 für die Regie." Wenn wir 150.000 € wirklich ausgeben wollen. Wenn man allein schon das Kabel berücksichtigt. Du brauchst ja zwei drei Kilometer Kabel, auch wenn es immer keine Entfernung sind, aber die Masse macht's. Du brauchst Stecker. Jedes Kabel hat zwei Stecker. Ein Stecker kostet 3 €. Ein Kilometer Kabel 800 € und dann Tische. Also die beiden Tische, so wie sie hier stehen. 25.000, ne 20.000 €. Du brauchst ja auch irgendwelche Beine zur Kabeldurchführung und du brauchst Gestelle und brauchst Fräsungen und was weiß ich was.

**Titus:** Das läppert sich schnell.

**Martin:** Das läppert sich!

**Titus:** Ja, nicht schlecht. Ich weiß nicht, dass ist jetzt noch mal einen kleinen Schritt zurück. Ob ich die Frage schon gestellt hatte, ich bin mir gar nicht sicher, ich glaube nicht. Diese Softwarelizenz von dem Bildmischer, Wenn der jetzt UHD fähig sein soll, wo wäre denn da der Kostenfaktor? Hast du da so eine ungefähre Orientierung?

**Martin:** Also ich sag mal so alles was (...). Also so ne ME-Lizenz zum Beispiel kostet 10.000 €. Für eine ME. Also vermute ich mal, dass es, ich habe jetzt meinen Computer nicht dabei, ich vermute mal, dass es sich im ähnlichen Segment befindet. Vielleicht ein bisschen mehr. Die Zahl kann ich dir nachschicken. Ich habe eine grobe Zahl zumindest. Ich habe so einen Preiskatalog von Grass Valley, allerdings von 2019. Die Preise werden sich nicht so doll geändert haben, aber sowas, ich schreib es mir gleich mal auf. Das schick ich dir hinterher dann.

**Titus:** Okay. Ja perfekt, dann haben wir das Thema schon mal abgehakt. Ähm (...). Genau dann die Studiokameras die ihr verwendet. Sind die bisher schon UHD fähig?

**Martin:** Jein, muss ich jetzt dazu sagen, wir haben jetzt hier in diesem Gebäude, also generell im Unternehmen haben wir Grass Valley Kameras. Die LDX Serie.

**Titus:** Und jetzt hier in dem Studio, wo es um Late Night Berlin geht?

**Martin:** Genau und hier in dem Gebäude haben wir komplett LDX-Triax-Kameras. Die Triax-Kameras bedingen, deswegen weil wir hier eine Triax-Kabel Infrastruktur schon hatten, haben wir gesagt bei den Entfernungen, wir brauchen keine Glaskameras, also mit LWL Adapter. Die Triaxkameras können aber keine UHD. Die können nur maximal 3G. Das heißt du müsstest dann wiederum andere Kameraadapter kaufen. Also die Kamera selber besteht ja aus dem Kopf und dem Transmission-Adapter sozusagen. Der ist entweder fiber oder triax. Wir haben wie gesagt die Triaxadapter, die müsstest du wegmachen, müsstest dafür den Fiber-Adapter ran schrauben, den halt unsere ganzen Ü-Wagen hätten. Das könnte man innerhäusig, sage ich mal, vielleicht sogar tauschen. Für diese eine Produktion. Bedingt aber wir müssten die Basisstation auch austauschen, weil haben halt einen Triaxadapter dran, einen Triaxanschluss dran und kein fiber. Müssten wir also auch mit dem Ü-Wagen tauschen. Und dann, und das ist der Knackpunkt, müssen wir natürlich Fiber-Kabel ziehen, die sechs Kabel in die Richtung ist kein großer, aber ist auch ein Kostenfaktor. 6 so ne Kabel müssten ja auch dauerhaft drinbleiben. Du kannst nicht einfach hier aus dem Geräteraum irgendwie durch die Fenster.

**Titus:** Ja. (lacht)

**Martin:** Das heißt du müsstest dann sieben Kabel kaufen, eins Reserve, sieben Kabel kaufen und die dann wirklich hier lang ziehen, die 150 Meter muss man berücksichtigen. Also es ist nicht schnell gemacht, aber es gibt nicht ein Kabelweg, der da, du musst wirklich hier runter. Du musst in das Studio, durch die ganzen Studios, durch die Kabeltrassen, durch Bohrungen, eventuell Bohrungen erweitern.

**Titus:** Also das wäre schon ein krasser Mehraufwand.

**Martin:** Ja. Also der ist dann einmalig. Und dann musst du halt sehen, dass immer die sechs oder sieben, wenn du eine Reserve haben willst, die sechs Kameras frei sind. Oder du müsstest halt für dieses Projekt dann neue Kameras anschaffen.

**Titus:** Komplett neu.

**Martin:** Ja, komplett neu. Sind aber auch Summen, der -

**Titus:** Ja kann ich mir ja vorstellen. Und ja gut, dann erübrigt sich die nächste Frage, die ich hatte. Das waren dann nämlich die Optiken, ob die ausreichen würden?

**Martin:** Wir haben inzwischen eine ganze Reihe an UHD-Objektiven. Also gerade die, die wir bei Late Night verwenden, sind ja bei den großen Studio Kamera 27-fach Objektiv. Die sind durch Zufall, weil wir die mal preiswert geschossen haben, haben wir insgesamt 5 UHD Objektiv von diesem Typ. Drei sind eigentlich fest hier im S 1, es sei denn es ist eine Produktion irgendwo. Einfach weil die so neu sind haben wir gesagt, hier ist keine Witterung, hier ist alles schön klimatisiert. Die bleiben erst mal hier. Das heißt, die hätten wir sogar. Bei den Weitwinkel haben wir inzwischen auch eine Reihe, ich glaube 6 UHD vier-dreier-Objektive. Und zwei oder drei vier-fünfer-Objektive, also 4,5 Millimeter Weitwinkel. Auch die sind relativ fest hier im S 1, es sei denn, es sind irgendwo UHD-Produktion. Deswegen, das wäre gar nicht so kritisch, die hätten wir sogar.

**Titus:** Ja Top. Das ist schon mal /

**Martin:** Also ganz vorne, wo das Licht reinkommt, das haben wir. Alles andere dahinter wird dann schwer. (lacht)

**Titus:** (lacht) Okay, okay. Genau. Zu den Signalwegen, das hattest du ja auch schon so halb beantwortet, da liegt halt überall 3G-SDI aus?

**Martin:** Also im Moment ist es HD, aber 3G wäre kein Problem.

**Titus:** Ja okay. Und hinsichtlich der UHD-Produktion, das ist ja auch von der ITU schon festgelegt, dass da die 10 Bit UHD quasi der Standard wäre, also 10 Bit UHD in 25p. Da würde ja theoretisch 6G-SDI ausreichen, wäre da auch eine Dual Link Verbindung denkbar, weil das würde ja dann ähm. Ach so, und noch gekoppelt mit der nächsten Frage, du meinst ja 150 Meter ungefähr leg ihr hier Kabel. Die 6G-Verbindung wäre auf 100 Meter ungefähr dann bei optimalen Bedingungen begrenzt. Also weiter geht ja nicht.

**Martin:** Aber das ist dann Kupfer.

**Titus:** Das ist Kupfer. Genau.

**Martin:** Ja, gut. Wir sprechen jetzt von Glasfaser, also Glasverbindungen. Also alles, was in das Studio geht ist ja per Glas angeschlossen. Da steht eine Stage Box, von dort gehen dann die BNC-Kabel erst ab. Deswegen also über Kupfer dahin zu gehen würde ich mit HD schon nicht machen.

**Titus:** Ja.

**Martin:** Also allein die Kabel die da liegen sind wahrscheinlich noch aus der Vorkriegszeit. Also dementsprechend, wenn überhaupt, FBAS. Und deswegen alles was, selbst SD, glaube ich, würde schon nicht mehr richtig spielen da hinten. Gerade weil du auch keine direkte Verbindung hast. Es geht über irgendwelche Anschlussfelder, Steckbrücken usw., also ich glaube, dass 6G nicht weniger Aufwand ist als ein 4K, sag ich mal zwölf. Ich mein 12G.

**Titus:** Okay. Aber es wäre denkbar?

**Martin:** Denkbar ja, aber ich denke, dass es, also kostenmäßig nicht sich wirklich viel nimmt, ehrlich gesagt.

**Titus:** Okay, das wäre schon mal gut. Ähm. Ja, das sind dann auch schon eigentlich alle Fragen, die ich aufgeschrieben habe. Ich habe halt echt das Problem, dass ich seitentechnisch nicht mehr so viel schreiben kann. Deshalb versuche ich das auch alles so kompakt wie möglich zu halten. Aber an dem Fahrplan meiner Fragen haben wir uns schon lang gehandelt, deshalb schon mal Dankeschön.

**Martin:** Ja, kein Problem. Gern.

## Anhang 2.3: Interview – Lichtdesign

**Titus:** Dann läuft jetzt die Aufnahme und dann würde ich sagen Let's go! Auch noch eine andere Frage vorab. Wenn ich das richtig verstanden habe, was Torsten mir gesagt hat, dann hast du dich ja selber auch schon mit der Thematik "UHD" auseinandergesetzt. Das heißt, es ist nichts Neues. Das heißt, ich kann auch direkt in die Materie gehen mit meinen Fragen.

**Arkin:** Ja, ich bitte darum.

**Titus:** Okay, perfekt, perfekt. Da wäre nämlich meine allererste Frage, sie ist wahrscheinlich ein bisschen weitläufiger die Frage, aber welche Veränderungen sind denn im Bereich der Lichttechnik und des Lichtdesigns beim Umstieg auf UHD, vor allem hinsichtlich des erweiterten Farbraums Rec.2020 bzw. Wide Color Gamut zu erwarten?

**Arkin:** Also vor UHD war es so, dass man eigentlich jede beliebige Lampe benutzen konnte, um eine Person hell zu machen. Weil es einfach, auch wenn es die Colour Rendering Index maximale ist oder auch schlecht war, man hat es im deutschen Fernsehen eigentlich nicht registriert, was der Unterschied ist. Also ich habe mit Lampen, die überhaupt nicht für Personenlicht geeignet sind, schon Personenlicht gemacht und man sieht wirklich gar keinen Unterschied. Bei UHD ist das wiederum anders, weil man jetzt, vor allen Dingen mit dieser neuen Generation von LED-Lampen, die ja (...) Es gibt ja verschiedene Versionen. Es gibt LED-Lampen, die haben 6 bis 8 verschiedene Farblichtquellen die zusammengefasst ein Weiß ergeben sollen. Es gibt aber auch welche, die haben einfach nur eine Phosphorschicht die dann weiß emittiert, dass das aussieht wie ein Personenlicht-Weiß. Und jetzt kann das tatsächlich mal passieren, dass wenn man einer Frau, sagen wir mal ein Model schminkt, mit einer bestimmten Farbe unter den Augen, ein Grün. Wenn die Lampe das nicht wiedergibt, dann ist das weg, dann sieht man das nicht mehr. Und das hat sich in Full HD aber immer ein bisschen verspielt, weil der Farbraum halt auch so unfassbar klein ist, den wir benutzen.

**Titus:** Ja.

**Arkin:** Und jetzt bei UHD merkst du halt schon, dass du durch Licht viel mehr, dass das Make-up pushen kannst, kann es aber auch komplette Sachen aus dem Gesicht löschen, wenn du willst. Nicht absichtlich. Du weißt, was ich meine.

**Titus:** Ja ja, verstehe.

**Arkin:** Also jetzt wird die Qualität der Lampen wichtig. Früher dachte man immer, dass man bei UHD heller sein muss. Das stimmt nicht wirklich. Du musst ein bisschen mehr Leistung geben, weil der Sensor ja viel mehr braucht, weil ja der Raum, der viel größer

ist, den er abstecken kann. Das ist aber nicht doppelt so viel Licht in der Helligkeit, sondern es ist qualitativ besseres Licht. Sagen wir mal so.

**Titus:** Okay.

**Arkin:** Bin ich abgeschweift oder bin ich noch in der Frage drin?

**Titus:** Du bist noch in der Frage drin und ich werde da auch gleich noch mal nachhaken, weil ich habe dazu auch noch eine andere Frage, aber sprich gern weiter.

**Arkin:** Ja, ich glaube der Unterschied ist, dass man tatsächlich in seinen Ausschreibungen und wenn die Produktionsfirmen sagen "Es wird UHD, HDR oder nur UHD", dann frage ich immer nach "Wird es denn nur UHD aufgezeichnet und wir senden Full-HD und UHD wird niemals das Tageslicht sehen irgendwo?", ist budgetär ein großer Unterschied. Beim Bereich Licht und natürlich auch Storage von dem Material.

**Titus:** Ja, absolut.

**Arkin:** Wenn man es nur in Full-HD ablegen muss, ist es natürlich entspannter mit einer kleinen Festplatte. In UHD HDR sieht das Leben schon anders aus.

**Titus:** Okay, ja und jetzt hinsichtlich des Lichtdesigns? Also ihr bei Late Night ihr erzeugt ja bzw. habt das Ziel einen speziellen Look zu erzeugen. Der geht ja sicherlich durch - Ich nehme an, dass sich dann auch Farben verschieben werden, so ein kleines Stückchen - Da geht ja der Look dadurch verloren und müsste dementsprechend noch mal nachjustiert werden. Wie umfangreich wären denn diese Farbverschiebungen und welche Farben könnten davon besonders stark betroffen sein? Oder sind alle gleich stark betroffen?

**Arkin:** Na da tatsächlich nicht so, aber das was du dann merkst bei Late Night Berlin speziell, es ist ja ein warm, also kalt weiß, warm weiß Mischlicht. Also eigentlich ist das gar nicht so bunt. Es ist halt von, ich sag mal 10.000 Kelvin im Hintergrund bis 1800 Kelvin, so beleuchten wir das Holz, damit es schön warm aussieht. Da hat der Sender und der Setdesigner haben da verschiedene Ansichten, wie das sein sollte, aber das sei mal dahingestellt. Ist ein langes Thema. Machen wir bei deiner Masterarbeit dann, pass auf.

**Titus:** (lacht) Okay, ja!

**Arkin:** Das was sich ändert ist, ich muss das immer anders sagen. Sagen wir mal, du hast so eine Holzwand mit den Lamellen, die kennst du ja, bei LNB da am Auftrittstunnel?

**Titus:** Ja.

**Arkin:** Da unten stehen LED-Bars, die sind 1 Meter lang, die haben zehn Pixel. Die haben Rot, RGB, W und Amber glaube ich. Und UV, aber es braucht kein Mensch, ist auch noch drin. Jetzt mische ich mit den LEDs einen warm weißen Lichtton. Jetzt stelle ich daneben eine andere Lampe, die jetzt in der Full-HD-Welt die gleiche Farbe erzeugt. Anderer Hersteller andere LEDs, aber ich kann sie einem Lichtpunkt so ein bisschen so mischen, dann sieht sie der schon, sagen wir mal zu 90 % ähnlich. Sobald ich jetzt aber UHD habe, sehe ich sofort, dass es eine andere Lampe ist. Ich kriege die Farbe gar nicht gemischt. Es ist technisch nicht möglich, weil die geht ja auch gar nicht, weil die RGB, die einzelnen Wellenlängen sind halt nicht dieselben wie die der anderen Lampe. Das fiel halt in Full-HD nie auf. Jetzt fällt's auf. Und das ist ja das, was man, das muss ich dir ja nicht sagen. Die fragen natürlich. Der Torsten ist ja einer, der ruft halt an und fragt tatsächlich "Was bedeutet das, wenn wir das tun mit dem Licht?". Es gibt aber auch viele, die fragen gar nicht. Und dann machst du so eine Staffel. (...) Keine Ahnung, wir machen „Masked Singer“. Wenn die jetzt auf einmal kommen und sagen, wir machen das Ding in UHD. Da musst du einfach mal 80 % Budget drauflegen, damit das überhaupt machbar ist.

**Titus:** Okay, und die 80 % ergeben sich aus den Kosten, die entstehen für neue Scheinwerfer oder auch für die Aufwandskosten, die da erbracht werden müssen?

**Arkin:** Im Prinzip, also ich müsste am Design eigentlich gar nicht so viel ändern. Ich müsste in der Ausschreibung was ändern. Welche Lampentypen es sind. Ich kann zum Beispiel, wenn du ähm (...). Du machst ne Talkshow und ich male zwölf Personenlichtlampen ein und dann sag mir der Dienstleister oder die Produktionsfirma sagt "Das ist zu teuer.". Dann ruf ich den Dienstleister an und sagt "Was hast du denn für Lampen?". Da sagt er "Ich kann dir acht davon geben und vier davon.". So, jetzt habe ich zwölf Lampen zwar um eine Person hell zu machen, also vier von einer Version und acht von der anderen Version. Am Ende ist es immer noch ein Personenlicht, aber es sieht halt anders aus, das Licht. Und das macht sich in UHD sofort bemerkbar.

**Titus:** Weil man gezielter bzw. auch deutlich differenzierter Nuancen darstellt und auch sehen kann?

**Arkin:** Ja, also zumindest wir reden immer davon, wie das ist, auf meinem Klasse 1 Monitor, wo ich mir die Sendung angucke, während wir sie produzieren. Ich muss dir jetzt nicht sagen, dass das Sende Bild deutlich komprimierter bei den Leuten zu Hause ankommt.

**Titus:** Ja, absolut.

**Arkin:** Also erschreckend. Ich weiß gar nicht, warum wir es überhaupt machen gerade, weil da bleibt ja nichts von über, wenn die mal fertig sind damit. Also ich verstehe die Idee dahinter und mein Problem bei der UHD-Diskussion ist, dass egal bei wem ich zu Hause bin - Ich habe Freunde, die gucken sehr viel Kino und sehr viel Fernsehen - Und dann guckst du dir diesen Samsung Fernseher an, der auf dynamischen Kontrast steht und er sagt "Guck mal 4k!". Und ich sage "Ja, guck mal, sieht aus wie Southpark, der Indiana Jones." (lacht) Die wissen ja alle gar nicht, was das. (...) Also die denken immer, das ist alles nur Auflösung, aber es ist halt noch so viel mehr als nur Auflösung.

**Titus:** Ja, ja, das stimmt. Aber um noch mal kurz auf die Frage zurückzukommen, was die Verschiebung der einzelnen Farben angeht. Weißt du, ob davon einzelne Farben mehr betroffen sind als andere, beispielsweise grüne oder magenta Töne?

**Arkin:** Nein. Das ist es tatsächlich nicht. Also, die Verschiebung ist ja. (...) Nein, ich muss es anders sagen. Der Bild Sensor hat natürlich in Full-HD ganz bestimmte Wellenlängen natürlich gepusht dargestellt und die Lampen haben meistens auch diese Wellenlängen, aber die Effektlampen. Bei dem Personenlichtlampen ist es halt nicht so. Diese Verschiebung bezieht sich ja nicht auf ähm. (...) Die war ja schon immer da. Dass das die Lampen nicht gleich aussehen. Aber die Full-HD-Kamera durch den beschränkten Farbraum hat es halt nicht gezeigt. Also das Problem haben wir eigentlich schon seit 20 Jahren. Nur ist die Kamera natürlich so dankbar, dass man es einfach nicht merkt und das Sendebild sowieso noch hinten raus.

**Titus:** Also ja ja, aber ich weiß nicht, ob ich das jetzt falsch verstehe, aber mir ging es ja wie gesagt wirklich um den konkreten Umstieg jetzt von HD auf UHD. Ob es da dann noch mal sichtbare Farbverschiebungen gibt?

**Arkin:** Äh, ja, also Farbtöne sehen tatsächlich anders aus. Da ist ein leichter Shift drin, aber über den gesamten Wellenlängenbereich. Also Rottöne sehen tatsächlich etwas anders aus. Grüntöne genauso und die Blautöne auch. Ich würde gar nicht sagen, also ich könnt dir sogar sagen in welche Richtung, weil alles sieht lustigerweise einen Tacken blauer aus, also ins blau geshiftete. Also rot ist nicht Magenta, aber du weißt, dass es rot mit so einem leichten Blaustich eben ist.

**Titus:** Okay.

**Arkin:** Ist aber global über die ganze Wellenlänge. Ist nicht punktuell. Zumindest ist mir nie aufgefallen, dass es punktuell so wäre.

**Titus:** Also gibt es da keine krassen Ausreißer?

**Arkin:** Wir stellen ja an den Kameras immer irgendeine Matrix, eine Farbmatrix ein, also die Übersetzung von dem am Ende vom Licht zu dem Bild, was dann entsteht. Ich habe natürlich Favoriten, aber ich probiere es natürlich immer wieder aus, was am Ende in so einer Show besser aussieht. Und bisher komme ich mit UHD eigentlich ganz gut klar. Mit dem, wie ich es bisher gemacht habe, aber sehe, dass man sehr oft zum Beispiel ein Magenta, also ein Bild, wo man im Hintergrund sehr viel magentafarbenes Licht hat, wenn man sich das in UHD HDR angucken würde, würde ich den Blauanteil im Licht reduzieren, weil der so stark ist dadurch. Das halt ist aber auch, weil diese neuen Scheinwerfer, die haben halt diese Peak-Wellenlängen. Die ballern natürlich in einer Wellenlänge so massiv raus. Das sieht halt in nem Full-HD-Bild durch das Spektrum halt nicht so schlimm aus. Aber das, was man halt kennt, ist dieses Dunkelblau, was in der Kamera immer matscht - das ist in Full HD - das ist in UHD tatsächlich gar nicht mehr so schlimm.

**Titus:** Ja.

**Arkin:** Und in Full HD ist es aber tatsächlich. Das sieht eher aus, als hättest du mit so einem Pinsel über deinen Fernseher so einen Strich gemacht. Und das franzt an allen Ecken aus. Und das ist halt, weil die ganze Farbinformation, die eigentlich da wäre, also diese Tiefe auf ganz kleine, dünne Platte drückt im Full-HD, ne? UHD, dadurch, dass diese Nuancen alle da sind, sehe ich halt, das brennt gar nicht, sondern das ist halt schönes Blau. Sagen wir es mal so.

**Titus:** Ja, ja. Okay. Ja, absolut. Und um noch mal kurz zurück zu den Scheinwerfern zu kommen. Unterm Strich braucht man sozusagen Scheinwerfer, die in der Lage sind, gezielter Nuancen darzustellen, also feinere Farbabstufungen abzubilden, um auch eben den deutlich mehr sichtbaren Farbnuancen ein bisschen entgegensteuern zu können, weil die gerade sichtbar werden. Und kannst du mir da vielleicht mal so ein, zwei Beispiele nennen? Also was ihr jetzt bei Late Night zum Beispiel für Personen Lichter beispielsweise verwendet. Ob die da rausfallen würden, welche wären dann neue, die in Frage kommen würden?

**Arkin:** Bei Late Night haben wir das Glück, dass wir da komplett auf Kunstlicht noch sind. Also Halogen. Da würde im Personenlicht gar nicht so viel wegfallen, weil Halogen natürlich das volle Spektrum bietet. Das ist ja quasi Sonnenlicht, mehr oder weniger. Da hast du natürlich diese große Beule im roten Bereich. Deswegen ist das ja immer so schön warm da drin. Also vom Bild her, natürlich auch vom Gefühl her, aber ich meine jetzt mal Bilder.

**Titus:** Okay.

**Arkin:** Da müsstest du, wenn du jetzt mit UHD arbeitest, musst du die Lampen eigentlich ein bisschen filtern, weil, eine Kamera, die gleichst du ja über weiß ab. Also machst du diesen Standard-Weißabgleich. Wenn du jetzt mit einer UHD-HDR-Kamera auf so

eine Graukarte zielst mit der Halogenlampe, dann ist die im Bild eigentlich im Prinzip so rot, dass du dann das Rot so weit raus drehst, dass es halt ein weiß, ein UHD weiß, ergibt. Was dafür aber sorgt, dass du halt, wenn du eine rote LED-Lampe im Showlichtbereich an machst, dass die fast aus ist. Weil du diese Beule rein generiert hast, damit das weiß neutral ist. Deswegen wäre der günstigste Workaround ist immer, man nimmt halt die Halogenlampen und filtert die ein Stückchen kälter mit Folie. Das hält aber nur so drei, vier Shows, weil die Lampen werden natürlich heiß.

**Titus:** Ja.

**Arkin:** Deswegen müsste man eigentlich das komplette Personenlicht mit einer Marke von Lampe tauschen in eine LED-Version.

**Titus:** Okay, und das klingt ja jetzt, als wäre das Effektlicht dann doch eher mehr davon betroffen.

**Arkin:** Ja, ja, klar. Immer. Es ist halt wie gesagt, der Unterschied ist wirklich, dass es halt vorher nicht aufgefallen ist, weil wenn du, ich nenne es mal eine Lampe, die wirklich ein ganz schlechtes weiß erzeugt. Das versuchst du natürlich im Kamerabild durch, also über die CCU oder die Einstellung der Kamera so zu drehen, dass das, ich sag mal grünstichige Licht - Das kennst du ja auch an den an den Parkhäusern, wenn so eine Natriumdampflampe da rumhängt /

**Titus:** Ja.

**Arkin:** Orange noch besser. Die kennst du ja. Die an der Straßenlaterne.

**Titus:** Ja, das stimmt.

**Arkin:** Wenn du jetzt darauf den Weißabgleich machen würdest -.

**Titus:** Dann sieht das /

**Arkin:** Das weißt ist, ne?

**Titus:** Ja.

**Arkin:** Dann weißt du ja genau wie beim Equalizer, das Ding sieht dann aus, die Stelle, wo Natrium, das Orange ist, ist halt auf null. Damit es nicht so hell ist und alles andere ist hochgepusht. Dann stehst du da drunter und dein Gesicht ist neutral weiß im Bild.

Und ich sage "Och das sieht aber schön aus jetzt.", und jetzt mache ich hinter dir eine orangene Lampe an. (...) Die ist halt aus. Die gibt's nicht mehr.

**Titus:** (lacht)

**Arkin:** Weil du es halt weggenommen hast. Und das ist dieser, dieser Mittelgrad. Und das Komplizierte, wenn du Produktionsfirmen oder Dienstleister erklären möchtest. Natürlich spielt die Qualität der Lampe eine Rolle, aber nicht, also ab einer gewissen Stufe nicht mehr so eine große Rolle. Die sollte natürlich so ein gewisses Grad an Weiß erzeugen können, dass du halt einer Kamera nicht mehr so viel weg- oder dazutun musst bis es ein Weiß ergibt. Aber das hat Auswirkung immer auf das Effektlicht. Und das wäre in dem Fall von Late Night Berlin, wo wir relativ schwache Effektlichtlampen haben. Wenn du jetzt auch noch schlechte Weißlichtlampen hast und gleichst darauf ab, sind die schlechten Showlichtlampen noch dunkler, wenn du weißt was ich meine.

**Titus:** Ja, ja, ja, kann ich, kann ich verstehen.

**Arkin:** Ja.

**Titus:** Krass. Das ist echt interessant.

**Arkin:** Ein Teufelskreis.

**Titus:** Wie bitte?

**Arkin:** Ein Teufelskreis ist das.

**Titus:** Teufelskreis. Du sagst. (...) Ähm, Du bist vorhin auch schon mal ganz kurz drauf eingegangen, was deinen Referenz-, deinen Klasse 1 Monitor angeht. Hast du denn an deinem Arbeitsplatz schon einen Monitor, der dazu in der Lage wäre, dass du bzw. dass er dir die Möglichkeit gibt, das Licht auch auf UHD zu beurteilen? Also hat er die Auflösung? Hatte er die Farbtreue?

**Arkin:** Nein aktuell nicht. Also bei Late Night Berlin ist alles in Full-HD und das ist auch schon lange kein Klasse 1 Monitor mehr da.

**Titus:** Ach echt nicht?

**Arkin:** Nein das ist. (...) Also die sagen immer der wäre Klasse 1, aber ich glaube das letzte Mal das er geeicht wurde war vor 20 Jahren gefühlt.

**Titus:** Aha. (lacht)

**Arkin:** Das machen wir meistens selber. Dann legst du dir hier diese Farbtafel drauf und versuchst ein bisschen in die Richtung zu pushen, wo es hin soll. Und ganz oft ist auch, was die Jungs, die im Studio sitzen, oft machen, ist, dass die ein kurzes Ding mitschneiden auf dem Rechner und dann zu Hause gucken auf den Fernseher, den sie kennen. Das ist halt immer wichtig. Und dann siehst du ja den Unterschied zwischen dem Bild, das er quasi erzeugt hat und dem, was gesendet wurde. Und immer wieder stellen wir fest, dass es fast nicht vergleichbar ist, weil wir wissen nicht, was die Sendeleitung noch macht. Aber gefühlt wird aus, ich nenne es mal ein Gigabyte, ein Kilobit.

**Titus:** Also wir, wir in der Postproduktion wir drücken dann am Ende bevor wir das fertige Video ausliefern ja auch noch mal die Farben zusammen. Da wird ja dann der Legaliser drübergelegt, der oben und unten einstampft.

**Arkin:** Ja.

**Titus:** Ich glaube, der ist da auch nicht ganz ohne.

**Arkin:** Da wird dann ne MP3 draus gemacht, ne? Aus der Vinyl, aus der schönen Vinyl. (lacht)

**Titus:** (lacht) Ja, genau. (...) Aber sozusagen würdest du, würdest du dann da mitgehen, wenn ich sage, für UHD wäre es ein absolutes No-Go, keinen Zugriff auf einen UHD Klasse 1 Monitor oder einen ähnlichen Monitor zu haben?

**Arkin:** Ja ja! Ja, du musst. Du musst tatsächlich. Weil du, Ähm. (...) Als Beispiel: Schlag den Raab, das Studio. Wenn du das mit dem Auge siehst, da sagst du, da musst du die Deko ja komplett neu bauen. Da sind Spax-Schrauben drin, Kleber kommt aus den Ecken raus. Es ist wirklich unfassbar hässlich. Fugen. (...) So und dann war irgendwann hatten wir mal einen Kameratest da drin gemacht. Ich mach das nicht, das Design, das macht ein Kollege von mir. Da bin ich, bin ich raus. Ich mag den nur so gerne und geh ab und zu mal vorbei. Ja und da hatten wir eine ARRI Filmkamera bzw., entschuldige, eine ARRI Studiokamera die sie etablieren wollten, haben es aber nicht geschafft. Die haben wir vor fünf Jahren mal ausprobiert.

**Titus:** Okay.

**Arkin:** Und dann hast du auf dieses Pult, wo der Stefan dann immer mit seinem Gegner stand, mal drauf gezielt und du hast jeden Scheiß gesehen, jede Fuge, alles was an Furnier abgeblättert ist, jeden Kratzer, Spaxschrauben. Die haben geleuchtet wie so ein Sternchen. Also du, da war jedem klar, das wird niemals in UHD gesendet. Es ist gar nicht bezahlbar. Aber wie gesagt, UHD ist nicht nur beim Licht ist es technisch erfassbar, aber die Kollegen, die Dekobau machen, die haben ein richtiges Problem bei UHD.

**Titus:** Okay.

**Arkin:** Weil du jede Fuge siehst. Du siehst halt alles. So ein Schrank, der nicht richtig zusammengebaut ist und wo auch nur der Spalt oben zwei Millimeter breiter ist, das siehst du einfach.

**Titus:** Ja, das ist interessant, dass du jetzt in die Richtung ausschweifst, weil das ist eigentlich auch ein Interview, was ich noch geplant hatte, aber bisher leider keine Rückmeldung bekommen habe. Finde ich ganz cool, dass du das jetzt auch so ausführst, weil es sind auch Punkte, die ich dann in die Arbeit theoretisch mit einfließen lassen könnte.

**Arkin:** Wenn du ähm, wen suchst du denn? Suchst du die Designer oder eher die Setbauer?

**Titus:** Es waren die Setbauer, die angeschrieben hatte.

**Arkin:** Also in Studio Berlin ähm ne, wer war das? Wen hast du denn angeschrieben, weißt du das noch?

**Titus:** Da müsste ich kurz schauen. Es sind super viele Namen, die jetzt neu für mich sind.

**Arkin:** Musste nicht jetzt machen. Schick es mir einfach. Ich kann da immer ein bisschen Druck machen.

**Titus:** Ja super gerne. (lacht)

**Arkin:** Wer dein Favorit ist, und dann pöbele ich die an dann.

**Titus:** Okay. Okay. Perfekt. Ja, genau. So viel zu den, zu den Monitoren. Dann hatte ich noch eine Frage, jetzt muss ich nur mal ganz kurz überlegen, wie ich sie formuliere, damit es verständlich ist. Das ist ein Ausblick auf HDR. Wie wir schon jetzt festgestellt

hatten, ähm, dann wird ja die Helligkeit angehoben, die maximale Helligkeit und die minimale Dunkelheit, also die Shadows werden ja weiter abgesenkt. Und (...) muss man dann noch mal mit einem Umdenken im Lichtdesign bzw. dem Einleuchten rechnen? Muss man heller oder dunkler einleuchten?

**Arkin:** Ja, ich weiß, was du meinst. Äh, ja. Jetzt kommt es darauf an, jetzt ist wichtig, was man eigentlich genau macht. Beispiel: TV Total habe ich jetzt, als der Puff aufkam, aktuell neu designt. Da ist klassisch Follow von vorne, von links und rechts, zwei Lampen. Er kriegt ein Hinterlicht. Er steht da, hat hier einen Schatten (zeigt auf sein Kinn), natürlich durch den Follow. Das wollen die aber, weil es halt so aussieht wie früher. Jetzt, Late Night Berlin ist eigentlich so ähnlich, auch dieses klassische Late Night Prinzip, aber Böhmermann ist zum Beispiel anders. Und jetzt kommt auch das, was du meinst, wenn du sagst HDR. Wenn ich jetzt zum Beispiel eine Person beleuchte mit einer drei Punkt Beleuchtung, wie man es ja normalerweise, also vier Punkt, wenn du das Gegenlicht noch nimmst, klassisch gerade von vorne, links, rechts ein bisschen aufhellen, damit das hier nicht zu schwarz wird und von hinten eine schöne Krone aufsetzen, damit ich mich trenne vom Hintergrund.

**Titus:** Ja.

**Arkin:** Da kann ich sowohl in Full-HD als auch in UHD ohne HDR, kann ich der Lampe von vorne 90 % der Grundhelligkeit fürs Gesicht machen und den Rest nur ein bisschen auffüttern. Dass das Dreidimensionale im Gesicht entsteht, dass nicht alles so platt hell ist. Sobald du HDR an machst, musst du diese Lampen, die von der Seite kommen, alle deutlich heller machen. Das bisschen reicht nicht mehr auf einmal, ne? Also das bisschen, um das hell zu machen. Und bei HDR sind auch Schatten viel brutaler als ohne HDR, weil die ja, normalerweise sind die ja so, manchmal überlagern die sich ein bisschen. Du machst halt, versuchst ein Schatten mit einer anderen Lampe ja wegzukriegen. In einer Greenbox gibts das ja auch ganz oft, ne, ein Schatten weg machen mit einer anderen Lampe, dann noch eine Lampe und irgendwann hast du keine Schatten mehr.

**Titus:** Ja.

**Arkin:** Das wird bei HDR immer brutal. Das wird so aufwendig werden, wenn wir das machen, weil du kannst das, was eine Sehgewohnheiten ist nicht nachmachen wieder mit HDR. Es sei denn, du hängst halt 600 zusätzlich auf, bis das so ist, wie es ist. Aber das funktioniert ja nicht. Das heißt, sobald man in HDR produziert, sage ich allen auch immer, das klassische Bild existiert dann nicht mehr. Ihr müsst dann mitgehen in ein cineastisches Bild, was halt viel mehr macht als vorher. Also da haben halt Sender zum Beispiel Angst vor, klassische Fernsehsender. Öffentlich-rechtlich sowieso. Die wissen bis heute nicht, wie ich Böhmermann beleuchtet habe. Die waren jetzt viermal in dem Studio. Dreimal war ich dabei, weil ich denen erklären sollte, wie das geht, weil die das auf ihre Nachrichten machen wollen. Ja, und dann gucken sie an die Decke

und verstehen es einfach nicht. Aber dann erklärst du denen das und es ist wirklich nicht kompliziert, ne? Du kennst ja mit Licht anscheinend aus, sonst würden wir ja nicht drüber sprechen. Zumindest grundlegend wahrscheinlich.

**Titus:** Grundlegend. Ja. Also, ich habe mich mit Scheinwerfern auseinandergesetzt. Ich kenn die Grandma 2, die wir sie immer liebevoll nennen.

**Arkin:** Ja.

**Titus:** Also, was heißt kennen? Ist vielleicht auch übertrieben. Ich stand mal dran, hab eine Einweisung bekommen, das wars. (lacht)

**Arkin:** Aber für dich ist ja klar, dass wenn du mit nem Spot, mit einer Punkt Lichtquelle arbeitest, hast du einen harten Schatten und mit einer großen Chimera hast du halt einen weichen oder gar keinen Schatten.

**Titus:** Ja.

**Arkin:** Und das ist ähm, bei Böhmermann sind LED Bars an der Decke, quasi wie eine lineare Chimera sind. Dadurch, dass da 40 Lichtpunkte über einen Meter sind, hast du auch 40 Schatten die sich aufheben. Und indem ich das Ding im Halbkreis um ihn herumgeballert hab, kannst du den halt komplett schatten. Und kriegst ihn halt zehn Jahre jünger erst mal, weil du hast keine Falten mehr. Das Mag er ja besonders. Aber du hast halt dieses, das ist so eine Mischung aus, ich nenne es mal Filmoberbeleuchter zu TV-Oberbeleuchter. So eine Mischung aus beidem.

**Titus:** Okay.

**Arkin:** Das hätte der Klaas auch gerne. Und dann habe ich den das mal ausgerechnet, wie viele Lampen man zusätzlich hängen müsste und welche. Und dann (...)

**Titus:** Wollte er es nicht mehr?

**Arkin:** Du kannst nur noch seinen Tisch beleuchten. Der Rest war schwarz gewesen.

**Titus:** (lacht) Okay, okay.

**Arkin:** Hätte ja auch gereicht. Eigentlich. (lacht)

**Titus:** Okay, also unterm Strich, es wäre einfach nur extrem teuer. Man bräuchte viel mehr Technik und der Aufwand ist wahrscheinlich auch nicht zu unterschätzen, weil mehr Lampen heißt ja auch automatisch mehr einleuchten.

**Arkin:** Ja genau, also du machst ja, du nimmst ja, ähm. (...) Also in der Post würdest du HDR aus einem bestimmten Bildeindruck nutzen wollen, ne? Klassische Regenwald-Dokumentation. Viele, viele Farben, Gräser durch den Himmel, also dunkler Boden gegen die Sonne, macht HDR einfach. Da sagst du sofort, jeder wird sagen "Ja klar machst du HDR", aber so eine Fernsehshow, wo du in einem schwarzen Kasten mit schwarzen Molton irgendwas gebaut hast, macht HDR eigentlich überhaupt keinen Sinn, weil was willst du denn da? Also, was willst du denn mehr rausholen? Und die Sender wollen halt HDR, weil das im Trend ist einfach. Weil die Fernseher können HDR. Filme sind in HDR, also Kinofilme sind ja, zumindest nicht alle, aber die meisten sind HDR und der Fernsehmann möchte aber auch, dass er HDR auf Pro7 sendet.

**Titus:** Okay.

**Arkin:** Vergisst aber, was das bedeutet. Das ist halt nicht nur einen Knopf drücken und dann ist HDR und alles ist geil, sondern das ist halt einfach echt Aufwand. Du gehst halt. Du fängst halt mit Kinofilmen an, da nehmen die halt nicht nur eine Lampe, da hängt ja, da hängt ein Kran, da hängen 600 SkyPanel drüber, um ein kleines Auto in der Mitte zu beleuchten, damit das ein bisschen aussieht wie Mondlicht. Und das ist halt. Du brauchst nicht die Helligkeit, aber du musst halt viel mehr abdecken. Dadurch, dass dieser Raum so groß geworden ist. Jede Nuance ist (...) sie muss nicht sehr hell sein, aber du musst viele von denen haben, damit du sie halt darstellen kann.

**Titus:** Ja logo. Okay, das war ein sehr interessanter und kenntnisreicher Ausblick, wie ich finde.

**Arkin:** Ja, ich glaube, das, was sich der Regisseur eines Kinofilms oder auch der die Post nutzt, oder den Schnitt gemacht hat oder das Colour Grading. Der würde sich wünschen, dass wenn ich Netflix anmache und drücke auf John Wick, das automatisch dieses Farbpreset aktiv ist, was die benutzen haben, was ja theoretisch geht. Also die neuen Fernseher, die haben das noch nicht drin, die ganz neu und haben es drin, ich glaube LG hat schon, nennt sich Cinema Look. Das ist der vom Hersteller empfohlene. Für die Einstellung von einem LG, das ist halt sehr nah an dem, was der Regisseur gesehen hat, ne?

**Titus:** Ja.

**Arkin:** Das darf du aber in Deutschland gar nicht, weil es Datenschutz gibt. Netflix darf nicht abfragen, was für einen Fernseher es ist und ob man das Farbprofil hat.

**Titus:** Ja, crazy.

**Arkin:** Deswegen wird das nie kommen. Wird nie passieren. Und ich brauche dir ja nicht sagen, dass der 0815 Samsung Fernseher-Typ - also ich sage immer Samsung so abwegig - Ich habe auch zwei Samsung Fernseher zu Hause, aber ich sehe halt immer, dass (...) du guckst dir das an, ich glaube bei irgendeinem war ich vor einer Woche zu Hause, der hat "Der Preis ist heiß" geguckt, was jetzt auch wieder aktuell läuft, und das Bild war eingestellt, ich habe wirklich gedacht, da läuft Simpsons oder Southpark, ne? Das war so krass Überkontrast, war einfach nur noch so, Haut mit zwei Augen drin. (lacht)

**Titus:** (lacht) Ja.

**Arkin:** Und wenn wir eine Show machen, stehen meistens zwei Multiviewer, aber einen benutze ich immer als Programmbild, weil es halt diese 400€ LG Samsung Haya, keine Ahnung, irgendwas Monitore, ne? Xiaomi hatte ich letztens, war gar nicht so scheiße tatsächlich. Aber ist egal.

**Titus:** Okay.

**Arkin:** Und da kannst du dann wirklich, du siehst halt ein Klasse 1 Bild und dann siehst du diesen Fernseher vor dir sagst "Warum gebe ich mir eigentlich so viel Mühe? Das kannst du eigentlich ja auch weglassen. Das macht der Fernseher schon!" und dann fragen die: "Soll ich hier rot rein machen?", dann sag ich immer nur so: " Nö ist doch egal, guck doch (lacht), das sieht doch gut aus!". Ja, das ist, wir spielen da mit vergebener Liebesmühe. Es gibt 5 %, die das zu schätzen wissen, wenn wir das machen würden, vor allem Late Night Berlin, aber es würde nicht 1 % mehr Quote ergeben. Also würde es einfach nicht. Brauchen wir nicht drüber reden. Auch nicht mehr Showlicht. Würde auch nicht, es würde alles nichts ändern. Du kannst Late Night Berlin im Deckenlicht machen. Es wäre exakt die gleiche Quote. Es ist einfach manchmal, also, ich habe es schon lange festgestellt. Eigentlich machen wir es immer eher mehr für uns. Man möchte das abgeben, man ist dann auf das Bild stolz. Das erkennt natürlich keiner an, deswegen sage ich ja immer, dieser Aufwand den wir betreiben mit UHD und jedes Studio Berlin, ne CROSSCAST hat ein UHD HDR Ü-Wagen gebaut vor einem Jahr. Oder zwei? Weiß ich gar nicht. Mit dem haben die Let's Dance gemacht, weil RTL wollte unbedingt UHD HDR. Dann ist denen irgendwann aufgefallen, dass die Monitore mit denen, die das gucken wollten, gar kein HDR können.

**Titus:** Perfektó.

**Arkin:** Dann haben die ganz schnell nach drei Tagen für richtig teuer Geld HDR Klasse 1 Monitore und Programmmonitore hingestellt und dann hat der Lichtdesigner festgestellt, dass das ja ohne HDR und mit HDR kriegst du fast gar nicht zusammen. Du kriegst diesen Mittelweg fast gar nicht hin.

**Titus:** Mittelweg heißt?

**Arkin:** Also, wenn du das als Designer machst, muss das ja, wie ich es dir gerade gesagt habe, für alles funktionieren. Wenn du UHD HDR produzierst, muss aber auch UHD funktionieren, Full-HD, HDR und Full-HD und eigentlich auch SD.

**Titus:** Okay.

**Arkin:** Auf manchen Handys tatsächlich sogar SD. Und das was du als Lichtdesigner machst muss halt auf allem funktionieren, weil die können ja immer runtergehen. Wir können ja im Streaming oder auf YouTube können die das ja, wenn ein Computermonitor kein HDR hat, dann wird ja bei YouTube auch kein HDR angezeigt. Das heißt, da kommt das normale UHD Signal dann an, ne?

**Titus:** Das ist ein interessanter Punkt, den du da gerade ansprichst. Wie würde sich das denn verhalten, wenn du jetzt auf UHD jetzt erst mal weg von HDR, wenn du auf UHD die einleuchtest und dann am Ende der Consumer zu Hause sitzt, sich das auf Full-HD wieder anschaut, dann werden ja die Farben wieder gequetscht. Wie wirkt sich das dann aus?

**Arkin:** Genau da musst du halt, genau in dem Moment muss man ein bisschen aufpassen. Das ist tatsächlich nur noch Intensität, ne? Da ist dieser Farbschift durch das Komprimieren gar nicht so schlimm, wenn du rückwärtsgehst, nur wenn du vorwärts gehst. Das, was du merkst, ist zum Beispiel das, was ich vorhin gesagt habe, diese Kongo-farbene dunkelblaue Beam Lampe, die eigentlich im UHD total geil noch um sich so eine Aura zieht und die macht da so du denkst, die schneidet wie ein Laser gerade den Raum. Ist in Full HD ein Block blau, der einfach durch den Bildschirm geschoben wird.

**Titus:** Okay.

**Arkin:** Deswegen ist tatsächlich auch am Licht FOH, du musst immer Downgrade-Geräte da haben. Du musst das sehen. Und dann, wenn du merkst, das ist in UHD geil, in Full HD könnte ich das niemals senden, dann musst du halt regeln. Muss halt nach Regeln. Das ist aber sehr oft nur Intensität, nicht Farbe.

**Titus:** Ja, okay. Womit wir wieder bei den Nuancen wären.

**Arkin:** Genau. Und sobald HDR ins Spiel kommt, ist das sehr sehr schwer noch zu deckeln. Ja. (...)Ich finde das Thema super. Es ist leider von den falschen Menschen überbewertet. Die Sender, weil sie es nicht verstehen, was das bedeutet. Das ist nicht für ihr Produkt gemacht. Das, was du machen möchtest. Also was HDR wäre. Aber der eine Naturfilmer, dieser eine Typ, der da einfach nur liegt und diese Kamera hält und nicht wackelt. (lacht)

**Titus:** Für den ist es geschaffen.

**Arkin:** Der weiß ganz genau, warum jetzt HDR an ist bei ihm. Er weiß es ganz genau und das ist auch gut so, weil wir sonst nichts erkennen würden auf seinem Bild.

**Titus:** Das stimmt. Nein, aber mega cool. Du hast mir jetzt tatsächlich all meine Fragen beantworten können. Da bin ich Dir sehr dankbar für, dass Du dir auch mal die Zeit genommen hast, einfach mal ein bisschen auszuschweifen.

**Arkin:** Ja, na klar.

**Titus:** Nun mal am Rande, ich würde jetzt auch mal die Aufnahme nebenbei schon beenden. Danke dir erst mal für Deine Zeit und /

**Arkin:** Ja sehr gerne.

**Titus:** ...dass du das Interview mit mir gemacht hast.

## Anhang 2.4: Interview – Kostümbild

**Titus:** Gut, dann läuft jetzt die Aufnahme und ich danke dir jetzt noch mal, dass du dich bereiterklärt hast, mich bei meiner Forschung zu unterstützen. (...) Ja, meine allererste Frage wäre gewesen, aber die hat sich auch tatsächlich durch die Nachricht, die ich dir geschrieben hatte, schon beantwortet. Dir ist ja bekannt, was UHD ist.

**Franziska:** Ja.

**Titus:** Und du weißt sozusagen auch, wie sich das dann auf das finale Fernsehbild, wie das dann ausgestrahlt wird, auswirkt. Sag ich mal, das ist ganz, ganz grob gesagt.

**Franziska:** Äh, ja. Ja, ja, schon. Also, ich weiß, worauf du hinauswillst. Ja. Ja, klar sehe ich einen Unterschied. Es ist bei mir einfach nur so, dass ich ja niemals das dann so im. (...) Na ja, doch, am Anfang schon. Das Ding ist, ich habe noch, ich muss ehrlich sagen, noch nicht so viel in UHD gemacht. Ich glaube eine Sache, deswegen kann ich dir echt wirklich ganz wenig nur dazu sagen, aber ich glaube, dass natürlich sehe ich einen Unterschied. Wenn ich, also wenn ich was sehe, wenn ich das jetzt in, keine Ahnung, SD oder HD oder dann Ultra HD sehe, sehe ich den Unterschied. Allerdings kann ich es, sehe ich jetzt ja nur als Verbraucher den Unterschied und kann dir jetzt nicht sagen: "Cool, das sah im Einkauf da das Teil was sie anhat bestimmt so aus. Und jetzt dadurch, dass sie das gemacht haben. Ähm." Das kann ich natürlich nicht sagen, weil ich da nicht im Entwicklungsprozess mit dabei war.

**Titus:** Also sozusagen, ganz kurz, ist der erhöhte Detailreichtum des finalen Bildes ist dir sozusagen geläufig.

**Franziska:** Ja.

**Titus:** Grob gesagt. Okay. Und dann quasi schon zur ersten richtigen Frage. Die wäre, welche folgen, dir aus dieser stark erhöhten Auflösung bekannt sind für dein Gewerk, des Kostümbildes?

**Franziska:** Ja, das ist dadurch, dass ich das ja jetzt wirklich nur einmal gemacht habe, wo ich das wirklich mitbekommen habe. Es ist einfach so, dass ich in einerseits total viel mehr Freiheiten habe, dass ich jetzt nicht darauf achten muss, dass irgendwie ein Anzug den irgendwen anziehen soll oder eine Krawatte zu fein gemustert ist und dass dann dieses klassische Moiré geben soll. So, da kriege ich dann immer, wenn ich dann Rücksprache mit dem Regisseur halte, die Antwort: "Ähm ja klar, ne, wir drehen jetzt mit so hochauflösenden Kameras, da hast du freie Hand, was die Muster angeht." Das Ding ist aber auch, da habe ich dann auch mal, als du gefragt hast, angefangen drüber nachzudenken, was da dann so auch passiert. So, weil ich benutze dann gerne immer irgendwie solche Sachen wie ja, das verspielt sich dann schon, weil es nicht so genau

und detailreich oder dann nimmt man sich irgendwie nen schönes Oberteil mit nem ganz filigranen Muster drin und dann fällt es überhaupt nicht auf. Und bei diesem Ultra HD würde - sieht man es dann und das versuppt dann nicht. Allerdings ist es dann auch natürlich eine blöde Sache, dass diese Kamera verzeiht einem auch nichts in dem Sinne, dass wenn du dann jetzt zum Beispiel in der Mittagspause warst und der Typ sich da irgendwo so einen kleinen Fleck auf die Hose gemacht hat und ich eigentlich früher davon ausgegangen wäre oder auch alle anderen Leute, die mit am Set sind. So, da gehen wir mit einem Feuchti drüber und dann war's das und dann, dann wird sich das schon verspielen. Und da ist es dann einfach so, dass es sich dann leider nicht mehr so gut verspielt und man schon sieht. So Hmmm. Okay! Ich hoffe das sieht man wirklich nur, wenn man es weiß, dass da ein Fleck ist. Aber es ist dann schon, dass man dann da so hinguckt. Und sich denkt "Oh fuck ey!". Und da hätte ich gesagt, ja, das hätte sich früher auf jeden Fall definitiv verspielt, also mehr verspielt. Jetzt ist es so okay, es ist da.

**Titus:** Okay, okay. Das heißt, höre ich das jetzt richtig raus oder habe ich das falsch verstanden, dass Moiré tatsächlich jetzt wieder eher weniger ein Problem ist, bei den Kleidern bzw. bei den Kostümen, die ihr dann bereitstellt?

**Franziska:** Ja eigentlich schon. Also ich habe natürlich das Projekt für das, was ich da gearbeitet habe wo der Regisseur mir gesagt hat: "Nee, nee, wir drehen mit ultra auflösenden Kameras. Ist egal, was du nimmst." Ich habe mir das Projekt dann am Ende nicht angeguckt. Aber ich muss schon sagen, dass da keine Beschwerden dann am Ende bei rumkamen, wenn irgendwie irgendwer eine gemusterte Krawatte anhatte.

**Titus:** Okay.

**Franziska:** Und ja, also ja, Ultra HD, da habe ich mehr Freiheiten bei feinen, lustigen Sachen, weil es nicht moirisiert. Moiré gibt.

**Titus:** Ja, das ist schon mal ein gutes Fazit. Das heißt, ihr seid auch nicht gezwungen, irgendwie anders gewebte Stoffe zu verwenden, weil beispielsweise Moiré entsteht ja dadurch, dass man Strukturen in der Kleidung hat und das mit den Rastern bzw. mit der Struktur des Kamerasensors interferiert. Das heißt ihr müsst da jetzt nicht wirklich drauf achten. Ja, der Stoff ist jetzt waben förmig gewebt oder kreuz förmig oder so, das ist dann wirklich irrelevant?

**Franziska:** Eigentlich schon. Also sollte es.

**Titus:** Okay!

**Franziska:** Also geht dann natürlich. Ich weiß natürlich nicht, ähm. Es kann natürlich dann sein. Es ist. Ja. Es tut mir total leid. Ich habe es jetzt einmal gemacht und da ist es natürlich nicht so häufig vorgekommen, aber, ähm, ich würde jetzt nicht beschreiben, wenn es nicht in die, in die kleine detaillierte Form geht, dass es da dann wieder auftauchen könnte. Aber ich meine, wenn ich jetzt so einen Salt and Pepper Anzug oder diese klassischen Klaas-Anzüge, die er halt trägt, so, ähm, wo es ein bisschen gröber ist und nicht so fein detailliert gemustert. Da würde ich sagen: "Ist okay cool war früher ein Problem, gab Moiré, jetzt gibt es kein Problem mehr, aber je kleiner und feiner du wirst in der Struktur, kann es natürlich trotzdem sein, dass es das gibt. Soweit bin ich noch nie in die Thematik mit Ultra HD eingetaucht."

**Titus:** Das ist jetzt nämlich genau das Entgegengesetzte, was ich vermutet hatte, denn ich dachte, dass gerade mit steigender Auflösung noch feiner gearbeitet werden muss bzw. noch feinere Stoff verwendet werden muss, dass dieser Effekt nicht auftritt. Aber scheinbar ist es ja dann genau umgekehrt.

**Franziska:** Ja, das weiß ich halt nicht.

**Titus:** Okay. Also du kannst mir jetzt sozusagen nur von deiner Erfahrung berichten.

**Franziska:** Ich kann dir, genau, ich kann dir nur von meiner Erfahrung berichten, dass ich ganz, dass ich da dann schon überrascht war, wie viele Freiheiten ich auf einmal beim Stoffkauf hatte. Bei der Krawattenauswahl, bei der Anzugauswahl, bei der Mustrigkeit des Hemdes oder der Webstruktur. Dann konnte das grob gewebt sein und streifen haben das Hemd und es war alles ganz cool. Und das war alles am Ende auch wirklich gestochen scharf. Man hat gesehen, was man da an der alten Klamotte erzählt hat und sich nicht gedacht "Oh, das ist irgendwie komisch, da schwimmt sich was, da ist so man hat, man sieht ja mittlerweile sogar exakt wunderschönen klaren Faltenwurf, dann wo nichts schwimmt und sogar dann auch das ist, dann sieht man Stoffunterschiede von Leinen. Man sieht jetzt dann sogar so die Qualität. Also ich sehe "oh geil, die hat nen teuren Pullover an" oder "Uh, da hätte man vielleicht ein bisschen teureren Pullover nehmen können.". Ich weiß halt nicht, inwiefern wir da weite Freiheiten haben, in die fein gewebte Mustrigkeit zu gehen, aber ich kann mir durchaus vorstellen, dass es eigentlich kein Problem ist, weil wie gesagt, die ganzen Sachen die anderen auffallen, die dann halt geil sind oder geiler als das, was vorher war.

**Titus:** Okay. Dankeschön. Und meine nächste Frage. Die würde daran anknüpfen, was du schon gesagt hattest, dass durch die höhere Bildqualität keine Fehler verziehen werden. Müsste eventuell, also wahrscheinlich schon, es müsste aber wahrscheinlich deutlich genauer gearbeitet werden, oder? Also ich habe mir das so gedacht, wenn man beispielsweise an ein Kleidungsstück einen Knopf anbringt und annäht, dass da nicht irgendwelche Fädchen rausgucken, weil man die halt sehen könnte, denkst du, ihr müsstet in dem Falle, wenn wirklich dieser Umstieg kommen würde, deutlich genauer arbeiten, oder würdest du eure Arbeit schon so einschätzen, dass die Qualität

absolut makellos ist und dass eher nicht in das Gewicht fallen würde? Also in dem Sinne keine Mehrarbeit entstehen würde?

**Franziska:** Ja, gute Frage. Also da ähm das ja zu dem Teil bin ich ähm. Wenn ich jetzt was nähe und was anfertige und da dann so ein Knopf unterm Faden, also vom Knopf annähen oder so, was dann passiert und man das dann sieht so. Also wir arbeiten schon ziemlich präzise und genau. Natürlich schustern wir die Scheiße innendrin einfach derbe zusammen, weil wir immer nur wenig Zeit haben. Und es muss nach außen hin geil aussehen. Und das ist ja dann auch, dass es nur für ein paar Minuten halten muss und dann kann es ja eh wieder ausgezogen werden und verbrannt werden. Aber ja, ich kann mir dann durchaus vorstellen, wenn man da ein bisschen was kostümtechnisch Aufwändigeres macht, also was jetzt nicht nur für so ein Einspieler ist oder so, da glaube ich auf jeden Fall, dass man da auf sehr viel genauer arbeiten sollte. Und dann, wenn wir jetzt zum Beispiel dann sagen "Ach, schieß drauf, wir nähen jetzt hier das Cape zusammen", obwohl grüner Faden drauf ist und das Cape ist schwarz, das hätte früher keinen interessiert. Und wenn man dann jetzt aber eine Halbtotale auf den Menschen machen würde, würde man wahrscheinlich die Naht am Ansatz sehen, dass sie aus grün ist, dass sich da dann einfach, das ist dann ein bisschen undankbarer. Ja, es sind einfach so, ich kann mir vorstellen, dass das passieren könnte. Allerdings, dass es mich jetzt so in dem Bereich, in dem ich tatsächlich tätig bin, gar nicht so tangiert, weil es bei uns ja eher geil ist, dass das Produkt, was die haben wollen, dann da ist zu dem Zeitpunkt, dass sie das dann dahaben wollen und dass dann da eher gesagt wird: "Ja, dann sieht es halt so aus, wie es aussieht, aber. Ja.". Entschuldigung, zu weit ausgeholt, aber ich kann mir vorstellen, dass man auf jeden Fall genauer arbeiten sollte. Also zum Beispiel, es gibt eine Sache, das hat hier überhaupt nichts mit mir zu tun, aber ich habe diese vier Jahreszeiten von den Gilmore Girls auf Netflix gesehen und da gibt es die Szene, wo sie dann da durch so geschnittenes ähm geschnittenen Chiffon fährt. Also auf so einer Leiter geschoben wird. Und die Kanten sind einfach nur abgeschnitten. Und da denke ich mir so, geil, das ist Fernsehen. Aber du hast leider die Schnittkanten so richtig exakt gesehen, die so an ihrem Gesicht vorbeigelaufen sind und das, und da dachte ich mir so: "Okay, wow, das fällt mir schon sehr doll ins Auge.". Also deswegen, aufgrund dessen würde ich sagen, ja, es könnte mehr Aufwand werden. Nicht speziell für mich jetzt. Aber bei Sachen, die angefertigt werden, dass man da dann, ja, die Kamera verzeiht halt nicht so viel.

**Titus:** Ja. Ja. Das heißt, ihr bräuchte halt, um kleinere Fehler, sag ich mal, auszumergen, direkt am Set jetzt, wenn ihr schon im Studio seid, deutlich mehr Arbeitsmittel, feinere Arbeitsmittel?

**Franziska:** Ja, könnte ich mir schon, kann ich mir schon vorstellen, dass das dann auf jeden Fall erst mal uns, also weil es ist ja dann eher in dem Fall ist es ja dann auch eher so was wie ein learning by doing. Also ich habe ja jetzt auch keine Erfahrung damit und ich kenne die Konsequenzen nicht. Also das ist ja, dass man das dann auch einfach im ich lerne dann einfach nur aus den ähm, aus den, aus den Folgen, die ich vorbereitet habe, was dann da am Set passiert. Und ich kann mir dann durchaus vorstellen, dass man dann da mit einer Sache ankommt, die man dann in einer Nacht und

Nebelaktion zusammengeschustert hat und dann einfach merkt so: "Oh ja, fuck! Okay, man sieht krass, dass wir den Saun geklebt haben und nicht da eine anständige Naht ist oder das Versteck zugenäht wurde.". Das kann ich mir sehr gut vorstellen. Und dass man das dann beheben muss und dass man dann da in dem Moment am Set feststellt, okay, wir müssen das mit der Hand festhaften, weil es sonst scheiße aussieht, tut mir leid und dann hassen uns natürlich alle. Aber ja, wie gesagt, also wenn das passieren sollte und wenn das passiert, was ich mir nicht vorstellen kann, ist ähm fast schon ein bisschen ähm, glaube ich, ein Abfuck für uns, dass wir da dann erst mal wieder damit warm werden und dann sehen wir: "Oh Gott, okay, so sah das aus, was wir da gemacht haben. Nächste Mal besser."

**Titus:** Okay.

**Franziska:** Aber es gibt. Es wird wahrscheinlich keine Schulung dazu geben oder vorher nachher Bilder von Kostümen. So, hier haben wir mit SD HD und hier ultra HD gemacht.

**Titus:** Okay, das heißt, ihr seid da wirklich komplett auf euch allein gestellt und müsst euch da quasi selbst den besten Workflow, sag ich mal, erarbeiten, um dann auch alles so Fertigen zu können, dass es halt am besten aussieht?

**Franziska:** Ja, das auf jeden Fall. Es kommt natürlich dann immer auf den Regisseur an, mit dem man zusammenarbeitet, wie viel Erfahrung der damit hat, was für Auswirkungen das dann in der Form hat oder wie aufmerksam er da überhaupt ist. Es sind ja auch immer verschiedene, es kommt ja dann auch mal vom Regisseur ab. Ist es abhängig, dass er dann auch sieht in der Kamera, keine Ahnung. "Oh, der Vorhang da hinten in der Ecke sieht irgendwie hart, billig aus. Was ist das?" Okay, alles klar. Memo an mich selbst. Ich kann, ich sollte - Es sollten keine Kunstfasern mehr benutzt werden. Großflächig. Weil es scheiße aussieht, weil das Licht drauf reflektiert und das nehmen wir einfach zu doll auf. Das ist dann auch natürlich so eine Sache. Das kriege ich dann aber als Kostümbildnerin, die dann nicht mit am Set ist, kriegt dieses Feedback, kommt nicht bei mir an, wobei der Vorhang war jetzt ein blödes Beispiel, damit habe ich nichts zu tun. Aber das Kleid, die Schleppe, der Schleier whatever. Das ist ja dann auch eher so ein ähm. Es sei denn, man hat ein Regisseur, der sich dann denkt: "Oh ja, also das ist dann so, da müssen dann einfach die Gewerke, damit das am Ende geil wird, besser zusammenspielen, wenn es dann, wenn etwas passiert und wenn Meckern gibt, dass man dann irgendwas sagt. Oder dass ich mir dann die ganzen Sachen, die wir dann tatsächlich machen, angucken müssen" und dass ich dann weiß "okay, cool, das sah so aus, im Fernsehen sieht so aus, okay, da muss ich mir jetzt ein bisschen mehr Mühe geben, das nächste Mal."

**Titus:** Okay, das ist jetzt tatsächlich auch schon einer meiner letzten Punkte, den ich ansprechen wollte. Die Absprache zwischen euch bzw. Zwischen den Gewerken Licht und Bild. Wie groß ist denn da die Absprache? Also wie dynamisch funktioniert das Feedback, wie oft bzw. wie gut bekommt ihr Feedback von dem was ihr mal geschaffen habt und das was am Ende zu sehen ist?

**Franziska:** Also es gibt, insofern, gibt es gar keine. Also in der Florida gibt es nicht so eine abgefahrene Feedback-Kultur, weil dafür leider gar keine wirkliche Zeit herrscht. Du hast das eine Projekt fertig und dann hat irgendwer schon wieder drei andere Projekte, die er dir gerne auf den Schreibtisch legen würde, wozu es dann wieder calls gibt und so. Natürlich gibt es Feedback in dem Sinne, dass sie dann beim Dreh oder nach dem Dreh sagen: "Oh ja, sieht alles hammergeil aus, sieht super toll aus wie im Film hier.". Ähm und alle zufrieden. Aber das Ding ist, da kann ich dir dann auch nichts zu sagen, weil da ist die Erfahrung ja dann auch noch gar nicht mit diesem, mit dieser neuen Version da. Also wenn wir MAZen machen, dann machen wir das nicht in, in hochauflösender super fieser nicht verzeihender Kamera, sondern dann ja auch ganz normal. Wenn wir eine aufwendige James Bond MAZ machen, dann machen wir das nicht in Ultra HD. 4K? Ja, es ist 4k, ne? Es ist dieses.

**Titus:** UHD, ja.

**Franziska:** Ähm. Ja, aber ansonsten ähm kann ich mir vorstellen, dass da dann so eine Rücksprache passieren wird, dass wenn irgendwas wirklich krass negativ auffällt, dass dann gesagt wird, so währenddessen das dann passiert, dass man dann meiner Assistenz gesagt wird: "so, also das nächste Mal, wenn ihr ein Brautkleid macht, dann nehmt nicht 100 % Polyester Chiffon, sondern da müssen wir jetzt leider in die Tasche greifen und Seide nehmen, weil es einfach so hart billig nach Karnevalskostüm aussah.". Das kann passieren und ich glaube so ein Feedback würde an mich zurückgetragen werden. Aber ich kann dir nicht sagen, wenn es da so kleine Schönheitsfehler gibt, die, wo dann andere Dinge passieren, die dann wieder größer sind, dass da dann so ein Feedback dann an mich herangetreten wird oder zu mir kommt, überhaupt ankommt, weil es dann schon wieder in Vergessenheit geraten ist, weil andere Dinge dann Priorität haben.

**Titus:** Okay, also insgesamt klingt das so, als hättet ihr doch recht viel Freiheit. Noch. Sage ich jetzt mal so.

**Franziska:** Noch! Ja.

**Titus:** Deshalb jetzt meine abschließende Frage. Also welche Rolle bzw. welche Wichtigkeit würdest du der Farbtreue der Bekleidung zuordnen? Also beispielsweise ihr habt jetzt nen weinrotes Kleid und das sieht am Ende im finalen Bild dann hellrot aus, aber es soll eigentlich so wirken, wie ihr das geschaffen habt. Ist es bei euch ein Thema? Ist das von Relevanz oder sind da auch kleinere Fehler oder Abweichungen verzeihlich?

**Franziska:** Das ist ja, das ist ja überall. Also das ist ja jetzt nicht nur bei Ultra HD, sondern das kommt dann immer drauf an. Du hast dann da eine Klamotte, also zum Beispiel, das ist immer so, wenn Klaas in seiner Stand-Up dann auftritt, dann ziehen wir ihn oben an im Tageslicht mit, also wirklich mit originalem Tageslichte. Also Fenster, in unserem Fall Fenster. Wir haben kein künstliches Licht an, wir ziehen ihn an und dann tritt er auf die Bühne und du denkst dir "Ai, okay, das Oberteil ist oben blass gelb gewesen und hier unten im Studio sieht es Ocker aus. So, das sind dann einfach Sachen. Cool, damit kann ich nicht ähm. Es gibt kein Lichttest und da ist dann eben kein Licht-Kamera-Test gibt für uns, kann ich das dann ähm leider nicht sagen. Also ich kenne das von anderen Projekten, die ich gemacht habe, wo es essenziell wichtig war, dass etwa so aussieht, wie es aussehen soll, weil das essenziell wichtig ist für die Setgestaltung, für also für die Komposition von Farben und dass da dann die Frau die ein Kleid trägt oder der Mann den Anzug anhat, dass es da dann irgendwie alles ein ähm, ein harmonisches Gesamtbild ergeben soll. Dass es da dann wirklich mit verschiedenen Stoffen, mit verschiedenen Klamotten, Licht- und Kameratests gab in dem Set, wo das spielen soll. Das kann ich auch, dass dann da, wenn der Farbton exakt wirklich wahn-sinnig wichtig ist, dass es das gibt. Aber es wäre natürlich super geil, dann ist man auch auf der sicheren Seite, aber dafür ist nie Zeit oder auch kein Geld da. Aber es ist immer irgendwie ein bisschen eine Überraschung, äh, mit der Farbe, der Klamotte, die angezogen ist. Egal mit welcher Kamera du da oder mit welcher Auflösung du da arbeitest, ist mir, kann ich das, kann ich. (...) Es ist immer dann so eine Zusammenspielsache mit Licht, wenn der Licht-Dude dann da ankommt und was er da dann drauf ballert.

**Titus:** Ja, aber unter /

**Franziska:** Und welche Farbe es dann bekommt.

**Titus:** Aber unterm Strich wäre es, sag ich mal, für dich bzw. dein Gewerk sehr wünschenswert diese Möglichkeit zu haben um auch die Gewissheit zu haben: "Ja in der Kamera sieht das Kleid bzw. das Kleidungsstück jetzt genauso aus wie wir uns das gedacht haben?"

**Franziska:** Ja, auf jeden Fall. Es ist dann auch wieder so eine, so eine, so eine. (...) So eine learning Sache, die wir dann da eigentlich erleben müssten, wo man dann auch wirklich leider Gottes dann, wenn dann wirklich der Tag kommen sollte, dass man da dann nur aus Fehlern lernen kann, die dann passieren oder dann halt eben einmal passiert ein Fehler und du denkst: "Okay, wow. Ich ähm. Das nächste Mal, wenn ein grüner Pullover verlangt wird, bringe ich einfach mehrere grüne Pullover mit in verschiedenen Grüntönen, damit wir hier total zufrieden am Set sind, damit alles da ist. Aber bisher ist mir das noch nicht so passiert, dass irgendwer was anhatte und ich mir dann dachte so: "Okay, krass, wow, der Pulli ist jetzt, also das was er anhat, ist jetzt braun und (...) wir haben aber grün genäht. Also, dass ich dann da Abweichungen hatte, oder bei Rot, passiert ja auch ganz oft, dass du dann auf einmal ein Himbeerrot hast oder eigentlich einen Bordeauxrot. Aber das. (...) Ist ähm. (...) Für mich keine Sache, die ich der Auflösung oder den Kameratypen oder was auch immer da, da habe

ich keine Ahnung von. Ob es jetzt HD oder UHD ist. Das ist für mich dann eher eine Sache von Licht.

**Titus:** Ja, ja. Das ist nämlich das Ding. Wenn man jetzt gerade auch in Richtung HDR überlegt. Ist dir das geläufig? HDR?

**Franziska:** Nein.

**Titus:** Das ist. (...) An sich, also die dynamische Reichweite, die die gibt eigentlich nur in der Belichtung den Unterschied zwischen dem dunkelsten und hellsten Farbton an und bei HDR wird diese Reichweite einfach aufgezogen. Das heißt man hat mehr Helligkeitsabstufungen. Und durch diesen Schritt von /

**Franziska:** Ja.

**Titus:** ...von der standard dynamischen Reichweite zu der erweiterten, könnte es eben zu signifikanten Verschiebungen der Farbwirkung kommen.

**Franziska:** Ja, klar, das. Ja. Okay, jetzt wo du das sagst. Ja, klar, das ergibt total viel Sinn, weil du kannst da natürlich halt äh, du musst dann, du kannst dann schwarz anfangen zu layern. Und das ist dann nicht einfach eine suppige graue, schwarze Masse, wo es keine Konturenunterschiede mehr gibt. Oder dass du, wenn du jemanden einfach jetzt zum Beispiel nur schwarze Krawatte, schwarzes Hemd, schwarzer Anzug, das sieht irgendwie lahm aus. Und dann, wenn du aber da diese größere Range hast, dann kannst du dann, dann sieht man ja schon einfach schon an der Materialität einen Unterschied, dass das "Okay, ah, da geht es jetzt mit dem Hemd weiter." Es ist nicht einfach so eine braune Sache und man muss sich nicht diesem Trick bedienen: Dass okay, ich will hier jetzt einen schwarzen Bösewicht in schwarzer, also ich will jetzt schwarze Klamotte am Bösewichten erzählen. Okay, wir nehmen einfach verschiedene Dunkelblau Töne, Leute. Das ist dann einfacher zu erzählen und das versuppt dann nicht alles.

**Titus:** Ja.

**Franziska:** Das natürlich, was das wird, das ist auf jeden Fall eine ähm (...) ja das ist geil, ist eine Freiheit, die dann ein bisschen da mehr Spiel reinbringt, dass man da dann schon einfach farbliche Unterschiede an einem Material auf feststellen kann und nicht nur an der Farbe. Also, dass, weißt du, was ich meine?

**Titus:** Ja! Ich kann es mir gut vorstellen.

**Franziska:** Okay, also, das ist, ähm. Das bin ich. Das ist. Das ist ein. Das erweitert das Feld ein bisschen. Und das macht die Arbeit nicht angenehmer, aber leichter. Tatsächlich. Aber ähm. (...) Ja, das ist dann halt schwarz. Aber die Frage nach dem "Wie wirkt es sich auf Rot aus oder wie ist die Echtheit?" Das kann ich dir nicht sagen.

**Titus:** Okay. Ich hatte jetzt tatsächlich auch schon all meine Fragen, die ich mir aufgeschrieben hatte, beantwortet und sogar schon noch ein Stückchen mehr. Fragen, die mir vorher gar nicht eingefallen sind.

**Franziska:** Geil. Ja, wenn du noch irgendwas wissen willst von Leuten, die da ein bisschen was, also, weil ich kann dir ja wirklich immer nur das, also ich habe nicht so viel Erfahrung und ich bin bei der Florida und da ist das gar nicht so ein (...). Da ist es ja wirklich, weil das da so oft mit der heißen Nadel genäht wird, dass für diese ganzen diffizilen Sachen, wie du jetzt gerade gesagt hast, dass das Kleid die Farbe hat und dann am Ende anders aussieht, dann ist das am Ende halt einfach so und wenn du möchtest, kann ich eine Freundin fragen, die gerade Netflix-Serien gemacht hat, wo das natürlich ein bisschen, ich will es nicht bewerten, mit Professionalität vorgeht. Aber das ist natürlich eine ganz andere Herangehensweise und Range, die da erfüllt werden muss. Also wenn du möchtest, kann ich die mal fragen, ob die mit dir reden möchte //

**Titus:** Ja, also //

**Franziska:** ...zu dem Thema.

**Titus:** ...sehr gerne! Du kannst ihr gern meine Kontaktdaten zukommen lassen und dann kann ich auch gerne noch mal mit ihr reden. Wenn das kein keine Umstände für sie macht. Aber ich denke, du hast mir auf jeden Fall schon mal mehr als genug beantwortet.

**Franziska:** Okay cool!

**Titus:** Es wäre halt nochmal ein guter Vergleich, denke ich mal, Fernsehen gegen Film, sag ich mal, das ist ja dann wahrscheinlich eher die filmische Richtung.

**Franziska:** Genau. Und bei ihr ist auch das Geile, sie hat auch Assistenz gemacht und war aber auch immer mit am Set. Also die war in den Vorbereitungen dabei. Das ist ja dann auch das Blöde, dass das immer so gespalten ist. Du bereitest alles vor und dann geht das irgendwo hin und du bist in 50 % der Fälle gar nicht mit dabei, wenn es benutzt wird.

**Titus:** Ja.

**Franziska:** Aber bei ihr halt schon. Sie war halt da und sie konnte das dann halt sehen und hätte das eventuell dann direkt mitbekommen.

**Titus:** Also wenn sie, wenn sie die Zeit sich nehmen würde, dann wäre ich natürlich auch sehr dankbar, ihre Erfahrungswerte noch mit aufnehmen zu können. Aber ansonsten bin ich dir auf jeden Fall schon mal super dankbar, dass du dir die Zeit genommen hast und die Mühe gemacht hast.

**Franziska:** Sehr gerne.

**Titus:** Genau. Und ja, dann würde ich jetzt auch die Aufnahme beenden und das Interview als beendet erklären.

**Franziska:** Okay, cool!

## Anhang 2.5: Interview – Monitore

**Titus:** Es geht einfach um den Umstieg von Full-HD auf UHD am praktischen Beispiel von Late Night Berlin. Und dabei möchte ich auf jegliche Konsequenzen eingehen von Postproduktion über die Studioproduktion, da nicht nur im technischen Detail, sondern auch Gewerke Dekobau und Kostüm zum Beispiel. Mit den hatte ich auch schon gequatscht.

**Carmen:** Oh krass.

**Titus:** Da gibt es auch tatsächlich viele Auswirkungen und in der Postproduktion, da ist der letzte Punkt, den ich jetzt noch offen habe, die Monitore. Und da habe ich ja bei dir schon so ein bisschen raushören können, dass du hier ja eigentlich voll drinsteckst, was zumindest das Technische angeht. Von daher habe ich mir da große Hoffnung gemacht, dass du mir da meine Fragen beantworten kannst.

**Carmen:** Ich hoffe, ich hoffe es.

**Titus:** Auch, wenn du jetzt nicht am cutten bist, aber du weißt ja was so ein Monitor kann und nicht kann.

**Carmen:** Ja, ich hoffe. Danke ich doch.

**Titus:** Genau. So. Also von daher, die erste Frage ist erstmal für dich, welche Ansprüche du an einen Monitor, also du persönlich an den Monitor stellen würdest, wenn es jetzt wirklich erst einmal nur um die Beurteilung der Brauchbarkeit von Bildmaterial geht, also bezüglich der Schärfe und Belichtung? Was sollte der Monitor können? Ganz kurz gesagt.

**Carmen:** Oha. Was sollte der können? Ja, es sollte halt farbecht und lichtecht sein. Er sollte also im besten Fall auch. Ja. Ja vom Gefühl her ähm (...). Also es sind am besten OLEDs die sich selbst die Dinger beleuchten. Also dann kann ich mich auch auf den Kontrastumfang voll verlassen von dem Schwarzwert etc. pp. Also sollte es ja. (..) Aber ich weiß gar nicht, wie man das jetzt technisch am schlausten sagt.

**Titus:** Ich habe mir, vielleicht hilft das ein bisschen weiter, die Frage zum Thema Rohschnitt erstmal aufgeschrieben, denn das ist ja auch so ein bisschen der Bereich, den ich jetzt persönlich mitbekomme. Also sprich Material einladen, Material anlegen, Rohschnitt in Führungsstrichen, wo es dann wirklich nur darum geht: Ja, ich sehe jetzt das Material so, wie es angeliefert wurde, kann ich das Bild verwenden oder nicht? Ich habe, soweit ich weiß, noch ein Full-HD-, wenn überhaupt 2K-Monitor bei mir stehen. Ich bin mir gar nicht sicher. Ich glaube 2K.

**Carmen:** Was hast du denn für, ja was hast du für welche? Deine Computer Monitore meinst du?

**Titus:** Genau.

**Carmen:** Das sind wahrscheinlich noch 2K, weil du hast welche von den alten, ne?

**Titus:** Ja.

**Carmen:** Also die 4K-Monitore haben eigentlich, sind eigentlich nur im Schnitt. Oder ich glaube unser zweiter Grafiker hat jetzt, die zwei die bei ihm standen, waren auch 4K. Das waren auch neuere EIZOs. Genauso, also beim Einladen da ist halt der Anspruch dann: ist es brauchbar, das Material. Es ist aber auch so ein bisschen schwierig, wenn es halt flach gedreht ist, dann kannst du das ja auch nicht, weißt du, dann siehst du, dass es flach ist und ob das jetzt irgendwie ausgebrannt ist oder sonst was. Das siehst du ja nicht, aber ja.

**Titus:** Von daher würdest du da bei den OLED bleiben. Sollen die 4K bzw. UHD oder 2K, würde das reichen? Was würdest du da sagen?

**Carmen:** Also ich glaube, so wie wir im Schnitt aufgestellt sind mit diesen 4K OLEDs so ist es ganz gut. Ja, das ist gut, weil je kleiner ein Monitor wird, desto vermeintlich schärfer sieht es ja auch aus. Kennt ja jeder, also wenn du das Bild kleiner skalierst, wird es immer schärfer. Da kommt der Kameramann zurück und sagt: "Bei mir eine Kamera sah es aber scharf aus."

**Titus:** Okay. Ja, ja, okay. (lacht)

**Carmen:** Also ich glaube das war halt auch hauptsächlich eins der größten Probleme von HD auf UHD umzusteigen. Auch die Monitorgröße selber, weil du halt früher kleinere Monitore hattest und dann sah das alles erst mal scharf aus. [Verbindung bricht ab]

**Titus:** Hey, da bin ich wieder.

**Carmen:** Hi!

**Titus:** Ich hatte gerade scheinbar nen Internetaussetzer. Mein LAN hat mir gezeigt, dass ich rausgeflogen bin.

**Carmen:** Achso okay. Ja, weil irgendwie wusste ich jetzt nicht, ob es an mir liegt, aber dann konnte ich gleich eine Nachricht schreiben und dann dachte ich so hmm. (lacht)

**Titus:** Ich habe dich noch gehört, aber das Bild stand. Aber ist ja nicht so schlimm. Ja, wir waren ja jetzt bei den UHD-Monitoren. Also denkst du das dann auch beim Feinschnitt wirklich ein UHD- oder 4K-Monitor zwangsläufig notwendig ist, auch wenn jetzt davon ausgegangen wird, dass wir weitestgehend auf Proxys schneiden?

**Carmen:** Ja, weil ich muss ja das ähm, trotzdem das Endprodukt sehen können, sonst schneide ich ja blind rum.

**Titus:** Ja.

**Carmen:** Ich kanns ja da nie endgültig sagen, ob das jetzt scharf ist oder sogar, gerade die Probleme gibt es ja oft bei UHD und so, dass Sachen dann unscharf sind. Und wenn du es dann nur auf Proxy und HD siehst, sieht es vermeintlich schärfer aus. Ist es aber gar nicht. Und so was muss ich schon sehen können.

**Titus:** Okay. Und denkst du, dass es auch sinnvoll ist, hier Geräte zu wählen, die sowohl interlaced als auch progressiv wiedergeben können, weil der kommende UHD-Standard für das Fernsehen sagt, dass man nur noch progressiv ausstrahlen darf? Und dass nur noch progressiv produziert werden darf, um frühzeitig im Schnitt zu erkennen, falls man beispielsweise eine falsche Timeline-Einstellung oder sowas gewählt hat, um ausschließen zu können, dass man dann interlaced produziert?

**Carmen:** Nein, ich glaube dann wirst du ja auch progressiv produzieren. Also kannst ja, also ich glaube Late Night der Regisseur, der will ja auch versuchen, dass Late Night jetzt dann schon bald sowieso in 25 P produziert wird. Das heißt, du hast es da eigentlich gar nicht mehr drin. Und sehen, ob der Monitor das kann, puh. Naja eigentlich ähm. (...) Das ist eine schwierige Frage. Aber ich würde eigentlich sagen nicht, weil jetzt können Sie es darstellen. Die Leute sehen es trotzdem nicht. (lacht) Also man kann ja das interlaced und progressiv kann man auch, also kann man ja auch auf einen normalen Computermonitor sehen, wenn man weiß, nach was man guckt, ne?

**Titus:** Ja.

**Carmen:** Also ich glaube, wenn man da das technische Know-how hat, nach was man gucken muss, dann sieht man das auch.

**Titus:** Das heißt, die Monitore, wie sie jetzt dastehen, die erfüllen auch diese Anforderungen, beides darstellen zu können?

**Carmen:** Nein, ich glaube, ich finde nicht. (lacht) Ja, ich bin da immer irgendwie so ein bisschen mutiger. Andere sagen wahrscheinlich "Ja, brauch's.". Aber es ist ja mittlerweile auch in vielen Regien oder so, dass einfach nur noch normale OLEDs da hängen und dass da gar nicht mehr auf diese Klasse A Monitore gegangen wird.

**Titus:** Das ist in der Regie bei Late Night tatsächlich auch so, da war ich ja letzte Woche und habe mich mal mit dem Studioleiter unterhalten, da hängen auch nur noch Fernsehgeräte. Da war ich auch ein bisschen überrascht.

**Carmen:** Ja, ja, ist so. Ich glaube, auch in der Fernsehwerft haben sie das schon vor, vor fast zehn Jahren haben sie da alle, also hat nur noch vor der Kamera ähm Bimi quasi, also äh ne der Bildingenieur, der die Kameras macht und so was, der hat noch ein Klasse A Dings, weil die Kameras, die da verbaut sind, es so produzieren. Weil du es dafür brauchst. Aber ne, eigentlich, eigentlich nicht. Wenn man weiß, was man tut, braucht man es eigentlich nicht. (lacht)

**Titus:** Okay, okay. Und das ist jetzt schon eher die Thematik vom Colorgrading bzw. dann vom Mastering. Die Frage aller Fragen aktuell auch. Wie beurteilst du denn die Verwendung von Klasse 1 Monitoren? Machte der Sprung über das Komponentensignal einen Unterschied und ist der dann überhaupt sichtbar? Bzw. Wie macht er sich ersichtlich?

**Carmen:** Das ist ähm. (...) Oh da müsste ich, ne da müsste ich jetzt auch nochmal, ne das kann ich jetzt gar nicht so super genau sagen. Wenn du ins Colorgrading gehst, dann würde ich schon sagen, dass du einen speziellen Monitor brauchst, der dann natürlich auch ganz anders eingemessen wird, weil du da ja auch mittlerweile, wenn es Richtung UHD und so was geht, auf HDR gehst und Nits und alles. Und das kannst du an einem, könntest du einem OLED jetzt so nicht hundertprozentig beurteilen. Aber im Falle von LNB und wie LNB produziert wird ähm. (...) Also wir arbeiten nicht HDR. Da müssen wir halt gucken, wo es, wo es hingehet, also was man will und wo man hingehet. Aber ja, ich glaube an unseren Grading-Plätzen steht immer ein Klasse A Monitor, aber es steht auch immer ein OLED. Also die gucken das immer auf beidem an. Und ich glaube jetzt wie das jetzt da so krass ist, da würde ich tatsächlich mal so einen professionellen Grader eher fragen, was der dazu sagt, weil der bestimmt auch noch genauere Sachen dazu sagen kann. Ich meine, unsere Räume sind auch nicht fürs Grading irgendwie ausgelegt.

**Titus:** Genau das ist nämlich der Punkt, auf den ich hinauswollte, denn wir produzieren ja Fernsehen und kein Kino. Und Kino hat da ja sicher noch mal komplett andere Ansprüche. Deshalb hätte ich halt gedacht, dass für das Grading für die Beurteilung klar ein Klasse 1 Monitor im Vorteil ist, weil der halt noch deutlich nuancierter das ganze darstellen kann, aber ein OLED ja eher dem entspricht, was dann der Consumer zu

Hause sieht und der so gesehen für die Beurteilung des Fernsehbildes ja eigentlich, so denke ich, die Ansprüche erfüllen könnte.

**Carmen:** Genau, also sehe ich auch so, weil ich glaube, dass sich halt auch so die Sehgewohnheiten und alles halt verändert hat, dass dieses Fernsehen, wie es vor zehn Jahren war, mit diesen Klasse A Monitoren und du brauchst das und das und jenes Gerät noch dazu, das braucht es eigentlich gar nicht mehr. Also, weil selbst die Consumer-Technik ja mittlerweile schon so weit ist, dass es mehr als gut ist. Also ich meine, die Fernsehleute haben ja dann angefangen, sich der Consumer-Technik zu bedienen. Also das hat ja mit der Canon DSLR-Kamera damals angefangen. Also sie haben alle auf EB-Mühlen gedreht und dann hat da auf einmal einer die Idee, auf Spiegelreflexkameras zu drehen und jetzt ähm. Also alles, was ja jetzt gekommen ist an neuen Kameras, basiert ja mit auf dem irgendwie, wie die auch fürs Fernsehen drehen mittlerweile. Früher hat alles ausgesehen wie Nachrichten. (lacht)

**Titus:** (lacht) Ja, das ist ein interessanter Punkt, weil ich hatte auch auf einem Artikel von BenQ gelesen, dass in der Regel die meisten Consumer Geräte schon in der Lage sind den DCI-P3 Farbraum darzustellen, also den Kinofarbraum. Und das ist halt auch so ein bisschen das Maximum fast ist, für die Consumer Geräte.

**Carmen:** Ja.

**Titus:** Daher frage ich mich halt: Ist es denn überhaupt relevant, mit 80- 90-prozentiger Genauigkeit den vollen Rec. 2020 Farbraum beurteilen zu können? Weil den sieht man, den sieht ja am Ende niemand, weil keiner hat zu Hause einen Klasse 1 Monitor stehen.

**Carmen:** Genauso sehe ich es. Sehe ich auch so, aber das ist also das was ähm. (...) Ja, das ist halt, sehe ich, sehe ich genauso. Ist total unnötiger Quatsch. Da wird Geld in irgendwas reingesteckt, was halt nicht notwendig ist und das die Sache am Ende nicht besser macht. Es macht sie nicht besser. Kein Mensch sieht es und keinen interessiert. Es interessiert keinen. (lacht) Die schneiden, die schneiden auch YouTube Clips rein, wenn es im Beitrag und inhaltlich Sinn macht, da interessiert doch keinen, wenn so eine Pixel-Disco dann ist. Also weißt du, es ist immer so wo will ich hin und was will ich machen? Und für unser Ding im Fernsehen brauchst du es nicht. Ich meine selbst Kinos steigen ja mittlerweile auf, oder fast alle sind ja alle digital und pipapo. Also ja, selbst da wird es irgendwann nicht mehr notwendig sein. Wenn die Leute vertraut damit sind. (lacht).

**Titus:** (lacht) Okay cool.

**Carmen:** Ich glaube, das Ding, warum sich das so hält, ist halt einfach, weil man es immer so gemacht hat und die Leute denken, nur so funktioniert es. Aber ich ja, ich glaube in den USA produzieren sie so schon lange nicht mehr. (lacht)

**Titus:** Okay, genau noch mal der letzte Punkt, der jetzt ein bisschen runtergefallen ist, ist das RGB- und Komponente-Signal, weil soweit ich das verstanden habe, geht man ja durch die DeckLink-Karte vom RGB-Signal über in das Komponente-Signal.

**Carmen:** Genau die stellt es, die kann das darstellen, quasi das YUV Ding.

**Titus:** Genau und was macht denn das für das Bild, was jetzt am Ende, also vergleichen wir jetzt ein Bild von dem Klasse 1 Monitor mit einem vergleichbaren Consumer Gerät. Ich weiß, die gibt es nicht, aber jetzt in der Theorie. Wie wirkt sich das auf das Bild aus? Weißt du das? Oder hat das Konsequenzen für den Workflow?

**Carmen:** Ja, warte mal. Da müsste ich müsste ich mich noch mal einlesen. Da kann ich jetzt so aus dem Stehgreif aus gar nix sagen. Ich glaube, dadurch, dass ich immer in der Post war oder so, war das halt nie so ein krasses Thema. Also die Technik war halt auf das ausgelegt und man ist aus dem Computer nur mit einem SDI-Kabel an einen Monitor gekommen. (...) Also der Farbraum ist halt beschränkter, soweit ich weiß.

**Titus:** Der von YUV?

**Carmen:** Ja, ja. Also müssen wir, bevor ich Quatsch erzähle, da müsste ich mich noch mal belesen. Würde ich jetzt so nicht so, dass ich Quatsch erzähle.

**Titus:** Nein, das ist ja nicht schlimm. Auf jeden Fall ein guter Punkt, wo ich dann auch noch mal nachlesen könnte. Ist ja meine Forschung und nicht deine in erster Linie. (lacht) Wenn ich da Ergebnisse habe, kann ich dir die auch noch gerne zukommen lassen, aber ansonsten sind erst mal alle Fragen die ich jetzt hatte, beantwortet.

**Carmen:** Ach cool. Hat es was gebracht?

**Titus:** Ja, absolut. Wie gesagt, ist der aller letzte Punkt, den ich jetzt noch zu bearbeiten hatte. Von daher kann ich da jetzt zumindest halb einen Haken dran machen. Ich meine, ich muss auch noch einarbeiten in meine Arbeit. Gebracht hat es mir auf jeden Fall, was ja.

**Carmen:** Ach krass, so eine Arbeit.

**Titus:** Super. Vielen Dank schon mal!

**Carmen:** Ja, klar. Kein Problem.

## Eigenständigkeitserklärung

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



---

Berlin, 21.08.2022

Titus Rother