



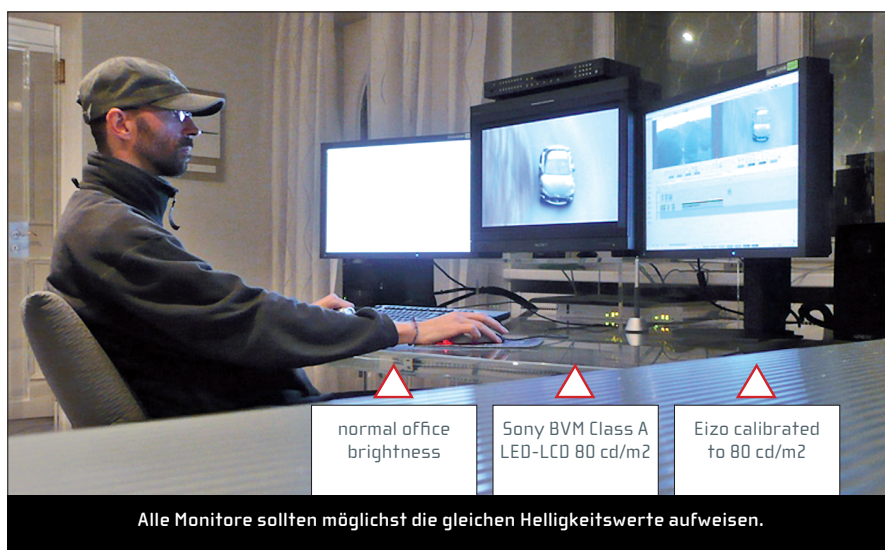
What you see
is not what you get:
Kein Gerät hier kostete unter
5.000 Euro! Dennoch gleicht
keines dem anderen (Monitorvergleich
HandsOnHD-Workshop 2007 in Hannover)

Monitoring for Color Grading

Color Grading stellt hohe Anforderungen an die Monitore, da nicht nur objektive Messwerte, sondern die subjektive Wahrnehmung des Bildes am Monitor ein wichtiges Entscheidungskriterium für Color-Grading-Maßnahmen ist. Auch müssen die Rahmenbedingungen wie Umgebungslicht-Helligkeit stimmen, damit die Wahrnehmung richtig funktioniert, sonst macht der Einsatz gar keinen Sinn. Daher ist Grundlagen-Know-how eine wichtige Voraussetzung für eine sinnvolle Kaufentscheidung.

von Michael Radeck

Color Grading als Arbeitsschritt, meist am Ende der Produktionskette, ist mehr als nur eine „Korrektur der Farben“. Es umfasst eine umfassende Bildaufbereitung mit Optimierung der Bildqualität oder der Schaffung besonderer Bildeigenschaften. Häufig erfolgt eine Lichtgestaltung mit Spots oder Vignettierungen, oder bei Raw-Formaten eine Farbproduktion im „digitalen Labor“. Dafür stehen Werkzeuge wie Denoiser, Degrainer, Blurs und Sharpener sowie VFX-Plug-ins wie Glows, Deinterlacer etc. zur Verfügung.



Klasse-1- oder auch Referenz-Monitore, im Englischen „class A“ genannt. Die Definition für die Klassen hat in Europa die European Broadcast Union (EBU) vorgegeben. Danach sind die Klasse-1-Monitore als Messgeräte für die kritische Qualitätsbeurteilung vorgesehen. Mit anderen Worten: Klasse-1-Monitore sollen als präzises Mess-

Monitorklassen

Je nach Anforderungen werden Monitore bestimmten Klassen zugeteilt. In diesem Artikel soll es um die höchste Klasse gehen: die

gerät die anspruchsvolle Leistung „What you see is what you get“ erbringen. Mit dem Aussterben der Röhrenmonitore, insbesondere der BVM-D-Serie von Sony, die als Klasse-1-Röhren anerkannt und weit verbreitet waren,

kam aber nicht gleich eine neue gleichwertige Technik auf den Markt. Tatsächlich ist trotz des enormen technologischen Fortschritts die Frage dieser Klasse-1-Messgeräte bis heute nicht wirklich zufriedenstellend gelöst. Denn auch wenn es inzwischen neue und qualitativ hochwertige Monitor-Technologien gibt – die Anforderungen an diese sind mit den neuen Möglichkeiten der Bildbearbeitung ebenfalls drastisch gestiegen. Kaum ein Monitor vermag alle Anforderungen zu erfüllen. Mit hinreichend Grundlagen- oder Anwendungs-Know-how ist es jedoch möglich, den richtigen Monitor für sich zu entdecken.

Die Anforderungen

Welche Anforderungen sollte ein Monitor für Color Grading erfüllen? Nehmen wir die wichtigsten aus der Liste der EBU-Norm:

1. Luminance ranges – Luminanzbereich
2. Black level – Schwarzwert
3. Contrast ratio – Kontrast
4. Gamma characteristics – Gammawerte
5. Grey scale reproduction – Graustufungen
6. Colour gamut and colour reproduction – Farbraum und Farbproduktion bzw. Farbtiefe
7. Colour temperature – Farbtemperatur in Kelvin
8. Viewing-angle dependency – Blickwinkelstabilität
9. Motion artefacts – Bewegungsartefakte – Bewegungsauflösung
10. Screen resolution – Bildschirmauflösung
11. Image scaling, de-interlacing and overscan – Bildskalierung und Vollbild-darstellung
12. Delay time – Bildverarbeitungsaufwand und Lippensynchronität
13. Screen size – Bildgröße, Bildabstandsregeln
14. Uniformity – Gleichmäßigkeit der Bildausleuchtung
15. Streaking – Ausstrahlung in benachbarte Bereiche

Klasse-1-Monitore berücksichtigen noch eine weitere wesentliche Anforderung: Es sollten keine Artefakte maskiert oder neue hinzugefügt werden. Damit scheidet praktisch alle Technologien aus, die heutzutage in Consumer-TV-Geräten verbaut sind: „Intelligent Frame Creation“ (Bildratenerhöhungen wie 100 Hz oder gar 600 Hz), „Denoiser“ oder „Ditherer“. Diese Funktionen beseitigen Mängel wie Bildruckeln besonders bei 24p oder 25 p, erzeugen aber teilweise neue Artefakte. Einige dieser Funktionen kann man abschalten. Da die überwiegende Mehrheit der Zuschauer fließende Bilder – im Gegensatz zum Bildruckeln bzw. „Filmlook“ – als angenehmer und schärfer empfindet, werden

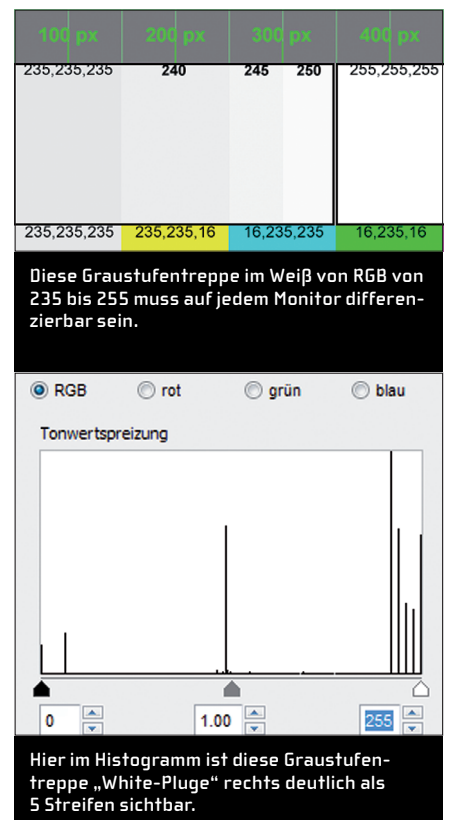
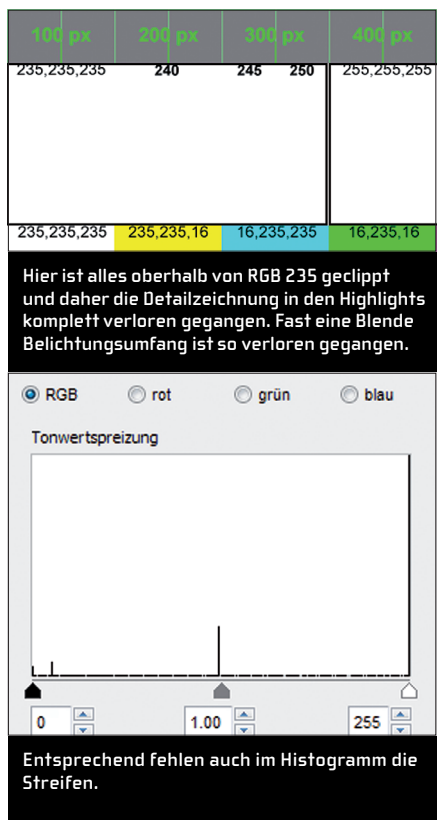
Monitoring: 13 Qualitäts-Faktoren - Technologiewandel ist nicht immer ein Vorteil: mehr „xxx“ bedeutet Probleme.	Röhre	Flachbildschirm
Auflösung: Punkte pro Linie bzw. Zeile (FullHD, 720p50, DCI/Kino/35mm)	X	XX
Farbtemperatur: Asien – 9000 Kelvin	X	XXX
Farbraum: EBU, SRGB, 709, Wide Gamut	X	XXXX
Farbtiefe: 4,6,8-Bit-Bandings, Dither-Rauschen		XXX
Bildhelligkeit, Kontrast & Umgebungslicht	X	XX
Blickwinkelqualität		XXX
Alterung: Auflösungsverlust, Farbverlust, Einbrennen	XX	XX
Bildfrequenz: 25i/60p – 60/100/120 Hz – Ruckeln		XX
Bewegungsauflösung: scharfe Wahrnehmung		XXXX
Judder + Shutter + Flimmern – Felddominanz		XX
Over/Underscan => Skalingartefakte/Randfehler	X	XXX
Bildgröße	X	XX
Lippensynchronität: Bildprocessingzeit, Dolby E		XXX

Consumergeräte mit dem Merkmal 200 Hz, 600 Hz oder mehr beworben. Die Artefakte, die diese „Frame Creator“ erzeugen, sehen übrigens ähnlich aus, wie sie bei digitalen Bildübertragungsaussetzern auftreten, aber auch bei Highend-Framerate-Konvertern entstehen. Wenn man beim Color Grading derartige Artefakte erkennen und differenzieren muss, darf man keine Monitore einsetzen, die solche Artefakte selbst erzeugen.

Der Luminanzbereich

Ein 100 % Videopegel oder der digitale Bitwert 940 (10 bit) sollte eine Bildhelligkeit von

beispielsweise 80 cd/m2 aufweisen. Allerdings sollte dann auch noch der sogenannte „Superwhite“-Bereich von 100–110 % differenzierbar, also sichtbar sein (bis Bitwert 1019). Da stoßen wir schon auf das erste Problem: Selbst die teuersten sogenannten „Klasse 1“-Geräte schneiden bzw. „clippen“ das Signal bei 100 % ab. Möglicherweise wurde bei der Entwicklung die SMPTE oder EBU-Norm bezüglich des „Broadcast-Levels“ falsch verstanden und man war der Ansicht, die Geräte müssten nur Signale bis 100 % verarbeiten. Eine Röhre ging jedenfalls immer bis 110% Video-Level. Ich hatte dieses Problem mit namhaften Herstellern disku-





Von Schwarzwert kann hier wohl keine Rede mehr sein ...

tiert und schließlich ein Testchart entwickelt, das genau dieses Problem sichtbar macht, nämlich die Anzeige der Werte über 235 bis 255, also bis 110 % Videopegel.

HDMI-Schnittstellen clippen auch einfach bei 100 %, so die Avid-eigene Hardware Mojo DX und Nitris DX. Der HD-SDI-Formatwandler lässt bis 110 % heraus, aber der HDMI-Out clippt das gleiche Signal bei 100 %. Es kann also mitunter schwierig sein, herauszufinden, an welcher Stelle der Signalverlust auftritt, der im Ergebnis beispielsweise die Detailzeichnung in den Wolken einfach verschwinden lässt. Das Phänomen des Clipping dürfte für so manche Enttäuschung von Anwendern über den scheinbar mangelhaften Belichtungsumfang der neuen Kamera verantwortlich sein.

Mir hat kürzlich ein Kunde berichtet, dass seine Kamera viel mehr Belichtungsumfang hat, als er bisher dachte, denn seine Schnittsoftware hat beim Import einfach bei 100 % geclippt. Erst als er eine externe Software zum Umwandeln einsetzte, kam plötzlich Detailzeichnung in den Highlights zum Vorschein.

Ein häufiges Problem gerade mit DSLR-Kamera-Aufnahmen. Grundsätzlich können derartige vermeidbare Verluste beim Belichtungsumfang jedoch nur dann überhaupt bemerkt werden, wenn der Monitor den Luminanz-Bereich korrekt darstellt. Auf die Problematik des Clipping, das beim Import und Export von Daten häufig auftritt, werde ich in einem nachfolgenden Artikel zum Thema Colormanagement bzw. Colorrange-Workflows noch einmal eingehen.

Der Schwarzwert

Auch hier tritt durch Import- oder Exportfehler in den Workflows häufig ein Fehler auf, bei dem es meist zu einer Schwarzwert-Anhebung kommt. Preiswertere Geräte haben häufig keinen so guten, sprich tiefen, Schwarzwert und geben noch Licht ab, auch wenn wir einen 0%-Videopegel vorliegen haben. Ein derartiger Exportfehler ist visuell kaum wahrnehmbar, erst recht nicht, wenn es im Raum zu hell ist und Reflexionen von der Rückwand der Monitor-Glasscheibe den Schwarzwert weiter negativ beeinflussen. Aus diesem Grund sollte ein Monitor keine

völlig glatte Oberfläche besitzen. Klasse-1-Monitore sollten 0,05 cd/m² bei 0 % Videopegel haben – deutlich besser sind zurzeit aber nur OLEDs. Hier stößt man aber an die Grenzen der meisten Monitor-Kalibrierungsmessgeräte, die so tief gar nicht mehr messen können. Klasse-2-Geräte sollten besser als 0,4 cd/m² sein, womit sie mehr als Klasse-1-Röhren zu leisten vermögen. Ein höherer Schwarzwert gilt laut EBU als tolerabel. Ich rate jedoch davon ab, derart knackig dunkle Monitore wie OLEDs im Grading einzusetzen. Die Mehrheit der Endkunden verfügt nicht über ähnlich kontrastreiche Fernseher, so dass im Ergebnis die auf kontrastreichen Monitoren gegradeten Bilder beim Fernsehzuschauer zu kontrastarm daherkommen, was zudem zu mehr Sichtbarkeit von Kompressionsartefakten oder Bildrauschen führt.

Auch können beim Fernsehzuschauer Farbfehler in Schattenbereichen sichtbar werden, die zuvor beim Grading schlichtweg nicht aufgefallen sind. Ein Weg, derartige Probleme zu vermeiden, könnte sein, im Grading ein Consumergerät parallel einzusetzen, welches natürlich entsprechend justiert sein müsste, um typische Schwächen aufzudecken. Unabhängig vom Schwarzwert sollten Klasse-1-Geräte in gedimmter Umgebungslichtatmosphäre eingesetzt werden. Die Raumlichthelligkeit sollte 12 cd/m² nicht überschreiten. Für Kinograding gilt: so dunkel wie möglich. Daher sollten die Wände in einen Raum für Color Grading nicht weiß sein. Neutralgrau oder Schwarz sind je nach primärem Zielformat, TV oder Kino, zu empfehlen. Intensive Wandfarben wie beispielsweise Orange sollten im Postprodukti-

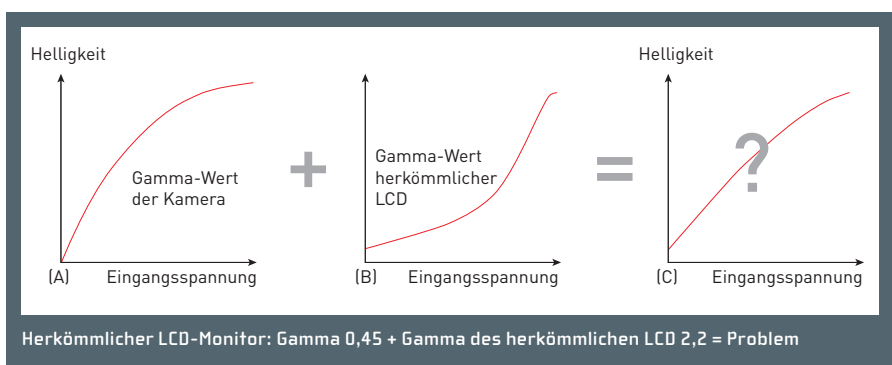
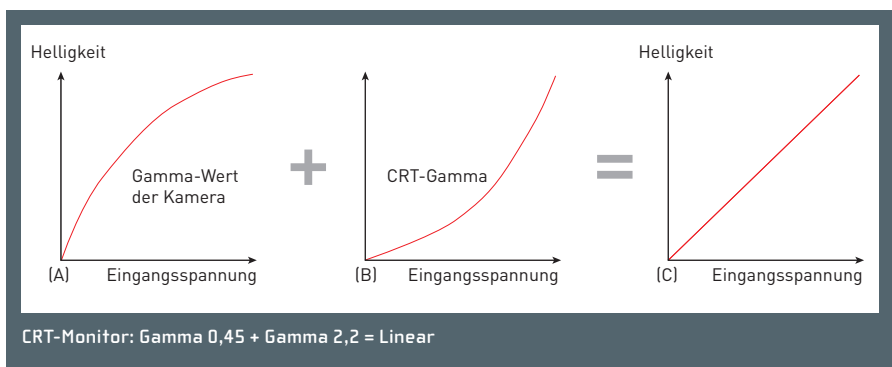
onsraum Tabu sein, da dies den automatischen Weißabgleich unserer Farbwahrnehmung empfindlich stören würde. Auch könnten wir die Farben auf dem Monitor nicht mehr korrekt beurteilen.

Der Kontrast

Der Kontrast hängt von der eingestellten Ziel-Luminanz bei 100 % Videopegel ab und von den verwendeten Testpattern. Da die Hersteller nicht angeben, nach welchem Maßstab/Pattern sie ihre Kontrastangaben ermittelt haben, sind solche Angaben jedoch meist unbrauchbar. Pauschal kann man sagen, dass die meisten Geräte die Mindestanforderungen hinreichend erfüllen. Wir reden hier von Kontrastbereichen von 200:1 bis 2000:1. Bei Consumer-Geräten wird mit Angaben geworben, die nur mit vielen Tricks beim Image Processing und beim Ausrechnen erzielt werden: 1.000.000 zu 1 oder mehr. Wenn man den Kontrast-Regler am Monitor justiert, wird der Weißwert einjustiert und damit der maximale Luminanzwert. Dabei kann man den Monitor jedoch so verstellen, dass das Signal in den Highlights wieder geclippt wird. Aber bei Klasse-1-Geräten gilt ohnehin: Der Benutzer sollte gar nichts mehr verstellen respektive es auch nicht (können). Die aktive Lock-Funktion sollte dies verhindern.

Der Gammawert

Hier ist nach meiner Erfahrung der Irrglaube weit verbreitet, es wäre der Wert 2,2. Die meisten Bildschirm-Geräte haben tatsächlich diesen Gammawert. Allerdings gilt dieser



Wert für Umgebungslichtbedingungen wie im Büro, weshalb die normalen Büro-Computermonitore auch dieses Gamma aufweisen. Eine Ausnahme stellten lange Zeit die in der Post weit verbreiteten Apple-Monitore dar, die aus der Zeit der Verbreitung im Printbereich ein dafür passenderes Gamma von 1.8 aufwiesen. Das ist für die Post jedoch viel zu hell. Immerhin konnte man den Gamma-Wert im MAC-OS anpassen, was jedoch häufig unterlassen wurde. Dennoch wurden derartige Apple-Monitore mittels HD-SDI 2 DVI-Wandler als HD-Monitore unter anderem auch für Gradingzwecke eingesetzt. Einen schlimmeren Fehler konnte man kaum begehen.

Der eigentliche Gammawert für Klasse-1-Geräte für TV-Auswertung beträgt 2.35 bei einer Umgebungslichthelligkeit von 12 cd/m². Für Kino ist das Gamma noch dunkler: 2.6. Der Grund für diese unterschiedlichen Gammawerte liegt darin, dass sich unsere Differenzierungsfähigkeit von Helligkeitsverläufen bei unterschiedlichem Umgebungslicht stark ändert.

Bei hellem Umgebungslicht können wir nur weniger Unterschiede in den Schattenbereichen, also beispielsweise weniger Rauschen, wahrnehmen, als tatsächlich da ist. Daher setzt man bei hellem Umgebungslicht einen niedrigen Gammawert ein, so dass die dunkleren Bereiche heller erscheinen und damit wieder besser differenzierbar werden. Das Bild also als Ganzes wieder ähnlich wahrgenommen werden kann, wie abends in einem dunklen Wohnzimmer.

Diese Regel war jedoch nur solange korrekt, solange es Röhren in den Wohnzimmern gab, die ein Gamma von 2.4 bis 2.6 hatten und mit denen die meisten Zuschauer auch nur abends TV schauten. Heutzutage verfügen die TV-Consumergeräte über ein Gamma von 2.2 und sind damit eigentlich für Tageslicht und nicht für das übliche gedimmte Licht abends justiert. Consumergeräte-Hersteller bauen daher teilweise schon Lichtsensoren in die Fernseher ein, um das Gamma dem sich ändernden Umgebungslicht anzupassen. Dies ist aber noch nicht die Regel.

Daher ist das Gamma für das wichtige 20-Uhr-Programmschema zu hoch. Im Ergebnis bekommen die Fernsehzuschauer dann die Fehler zu sehen, die am Klasse-1-Monitor beim Grading sichtbar geworden wären, hätte man mit dem korrekten 2.35er-Gamma gearbeitet. Aber auch hier gilt: Nicht das Gamma im Referenzmonitor verstellen, sondern ein Consumer-Gerät daneben stellen und die dort sichtbaren Fehler wie Rauschen (Denoise) und Kompressionsartefakte korrigieren. Und den Postworkflow mit Renderfehlern/Generationsverlusten nicht vergessen.

Eine weitere Anforderung an das Gamma ist: Es sollte im Bereich von 0 bis 90 % Video-

pegel nicht mehr als 0.01 von der 2.35 Kennlinie abweichen und damit 877 verschiedene Graustufen in 10 bit differenzierbar machen. Das Gamma bezieht sich auch auf alle drei RGB-Farben. Falls es zu Abweichungen des Gammaverlaufes in den jeweiligen Farbkanälen kommt, können diese in Form von Farbstreifen in einem Grauverlaufs-Testchart gesehen werden. Besonders diese Anforderung wird durch Kalibrierung hergestellt.

Grauverlaufsgenauigkeit

Der Luminanz-Verlauf von 0% bis 110% Videopegel bzw. von 1 cd/m² bis 100 cd/m² sollte nicht mehr als 1 cd/m² Abweichung aufweisen. Das bewältigt in der Regel jedes eingemessene Klasse-1-Gerät. Auch diese Anforderung wird durch Kalibrierung hergestellt.

Farbraumabdeckung und Farbproduktion

Die Farbgenauigkeit ist natürlich die Königsdisziplin eines Klasse-1-„Messgeräts“. Gerade darin sind die ersten LCD-Geräte – trotz klingvoller Namen und hoher Preise – gescheitert. Dank technischen Fortschritts wurde inzwischen vieles verbessert. Allerdings stehen noch etliche dieser vermeintlichen Klasse-1-LCD-Geräte in Grading-Suiten. Sie sehen auch den Klasse-1-Röhrengeräten relativ ähnlich, die an gleicher Stelle davor dort standen oder jetzt noch daneben stehen.

Wie hätten sich wohl die Kunden auch verhalten, wenn sie für so viel Geld ein neues Klasse-1-Gerät kaufen, das dann die Farben sichtbar anders als die alten Röhren darstellt? Dann hätte ja eines von beiden die Farben falsch dargestellt. Nun tatsächlich waren die Klasse-1-Röhren nicht so farbgenau, wie das die heutigen Kalibrierungsmessgeräte nachmessen und justieren könnten. Daher hatte man mit dieser ersten Generation von Klasse-1-LCDs den Kompromiss eingehen müssen, die Farben weniger akkurat darzustellen, also im Grunde leicht falsch, damit sie genau wie auf den alten Röhren aussehen. Man hat schlicht eine 3D-Lookuptable durch Ausmessen etlicher Klasse-1-Röhren erzeugt und in die LCD-Serie geladen. Zugleich hatten diese Geräte noch etliche andere Probleme: mangelnde Uniformität der Ausleuchtung, keine Kalibrierung ab Werk. So erreichten sie eigentlich kaum Klasse 2, wenn sie ausgepackt wurden.

Da man inzwischen TV-Dokus auch gelegentlich in das digitale Kino bringen möchte, kann die Anforderung an den Farbraum von TV = Rec 709 auf DCI = P3 steigen, was auch vereinfacht als „Wide-Gamut“ bezeichnet wird. Man kann aber auch Rec 709 nach P3 wandeln, ohne den erweiterten Farbbereich zu nutzen. Etliche Geräte im Computermo-

Monitor-Liste

Liste mit Monitoren bis 5k Euro, die mit Setup sowie Kalibration und Schnittstellenergänzungen Reference-Nähe erzielen können

- ▷ Eizo CG223W-BK (734 Euro) benötigt BlackMagic HD-Link (DVI-Version!) und ist mit Kalibrierung ziemlich gut
- ▷ Eizo CG243WFS-BK (1.350 Euro) benötigt BlackMagic HD-Link (DVI-Version!) und ist mit Kalibrierung gut
- ▷ Eizo Foris FX2431-BK (ca. 1.000 Euro) hat sogar HDMI – es würde ein einfacher HD-SDI2HDMI-Konverter genügen, und ist mit Kalibrierung per HD-Link noch optimierbar
- ▷ NEC PA271W-BK-SV plus BlackMagic HD-Link
- ▷ HP dreamcolor lp2480zx Monitor plus BlackMagic HD-Link (ein in den USA an DaVinci-Systemen weit verbreiteter Monitor)
- ▷ Panasonic Viera TX-P55VT50E Ein Consumer-Plasmafernseher mit ISF-zertifizierten Kalibrierungsfunktionen
- ▷ Panasonic TH-50BT300U Ein Profi-Plasma mit Farbraum, Farbtemperatur und Gamma-Einstellfunktionen

Klasse-1-Monitore zwischen 5.000 und 25.000 Euro

- ▷ Eizo CG 232w
- ▷ TV-Logic XVM-175W
- ▷ Penta PD 24W
- ▷ Flandersscientific CM240
- ▷ Sony BVMF250
- ▷ Dolby PRM-4200

nitorenbereich wie alle aktuellen Apple-Geräte arbeiten grundsätzlich im Wide-Gamut. Das führt jedoch, wenn man TV-Material damit bearbeitet, zu deutlich übersättigter Farbanzeige. Da häufig am Set Laptops zum Einsatz kommen, erfolgen First-Light-Gradings manchmal auf der Grundlage von Fehlinterpretationen des angezeigten Bildmaterials, das wegen Übersättigung suggeriert: Ist alles schön bunt hier. Oder man dreht mit Kameras wie einige DSLRs, die bereits im Wide-Gamut arbeiten und damit in REC 709 geschnitten viel „bunter“ sind als gewöhnliche TV-Kameras.

Aus dem Gesagten wird deutlich: Es ist wichtig, einen Monitor zu haben, dessen Farbraum-Anzeigefähigkeit (Farbraumpreset) auf den jeweils aufgenommenen oder nutzbaren Farbraum wie s-RGB, EBU und DCI umstellbar ist. S-RGB kann häufig eine andere Gammakennlinie haben also EBU, aber ist farblich gleich zu EBU, was dem REC709



Ditherrauschen (hier ein Plasma)

entspricht, das mit einem Gamma von 2.35 angezeigt werden sollte. DCI ist der erweiterte Kinofarbraum mit dem 2.6er-Gamma in Kombination. Der Farbraum ACES spielt hier zumindest noch keine Rolle, da dieser „Full-Range“-Farbraum weit jenseits aller Möglichkeiten heutiger Monitortechnologien liegt. Man könnte das auch als Super-Wide-Gamut bezeichnen, der gar den sichtbaren Bereich unserer Wahrnehmung mathematisch überschreitet.

Er ist dennoch sinnvoll, da man damit weniger Rechen- und Generationsverluste in der Post oder beim Grading hat. An dieser Stelle möchte ich auf den ACES-Artikel von Uli Plank in dieser Ausgabe verweisen siehe Seite 20.

Farbtiefe

Im TV-Bereich sind 8 bit Farbtiefe mit circa 220 nutzbaren Graustufen pro Farbkanal sehr weit verbreitet. Ein Grading-Monitor sollte jedoch mindestens 10 bit nativ darstellen können, also 300 % mehr Farbdetails. Das ist nicht immer der Fall. Einige Hersteller benutzen 8 bit Panels bzw. Paneldriver in Kombination mit Dithering, um Bandingartefakte zu kaschieren, und rendern nur in 10 Bit. Dithering addiert allerdings ein künstliches Rauschen hinzu.

Ob dies der Fall ist, lässt sich leicht prüfen: Ein Schwarz-Weiß-Verlauf quer in 10 Bit erstellt sollte keine Bandings respektive stufenartige Helligkeitssprünge aufweisen und ohne jedes Noise-Muster sein. Ein Klasse-1-Gerät hat nicht nur echte 10-bit-Farbtiefe, sondern verwendet auch 16 bit als Rendertiefe für die Umrechnung des Signales mittels 3D-Lut. Alles unter 16 bit Rendertiefe ist nicht Klasse-1-tauglich.

Dabei werden sämtliche Farben, die das Panel ab Werk anders darstellen würde, als sie aussehen sollten, dahin verschoben, wo sie hingehören. Das ist eine komplexe diskrete Farbverschiebung einzelner Farben im 3D-Farbraum. Bei Eizo beispielsweise kommt jedes Gerät individuell eingemessen ab Werk mit Prüfbescheinigung fertig kalibriert daher. Das ist nicht bei jedem Klasse-1-Gerät der Fall.

Das Verarbeiten der 3D-Lut erfordert einiges an Rechenleistung und Farbtiefe, um hinreichend genau zu sein. Die Abweichung der Genauigkeit aller Farborte muss so gering sein, dass sie mit bloßem Auge bei direktem Vergleich nicht sichtbar ist. Wenn man zwei Klasse-1-Geräte nebeneinander stellen würde, sollte auf beiden das Bild identisch sein. Bei Klasse-2-Geräten kann selbst bei gleichem Typ die Abweichung schon so groß sein, dass zwei gleiche Geräte schon nicht mehr völlig identische Bilder zeigen (können).

Die mögliche Fähigkeit, 3D-Luts laden zu können, um zum Beispiel Looks zu etablieren, ist allerdings kein klares Indiz für Klasse-1-Tauglichkeit; in Kombination mit einem entsprechend leistungsfähigen Messgerät käme man den Anforderungen von Klasse 1 allerdings schon näher. Es muss jedoch gesagt werden: Alle Messgeräte bis etwa 10.000 Euro, insbesondere sogenannte Kolorimeter, sind dafür absolut ungeeignet. Für die Beurteilung der Frage, ob ein Messgerät den Anforderungen gerecht werden kann, ist die Angabe der Farbtiefe vom Paneldriver als auch die Rendertiefe für die 3D-Lut ein wichtiges Indiz.

Farbtemperatur

In Europa ist die Fernseh-Norm für die Farbtemperatur auf 6500 Kelvin festgelegt (auch als D65 bezeichnet). Das ist ein leichtwarmes Grau und entspricht der Sonnenlichtfarbe am frühen Mittag auf kontinentalem Gelände (also weder Küste noch Fluss noch Berge)

99 % aller Monitore kommen jedoch aus Asien und dort liegt die Fernseh-Norm bei 9300 Kelvin (D93). Solche Geräte zeigen die Farben viel zu blau. Die Farbtemperatur ist also bei vielen Laptop-/Computermonitoren und Consumer-TV-Geräten im Standard-Preset auf asiatische Verhältnisse eingestellt – und häufig nicht umstellbar. Das kann fatale

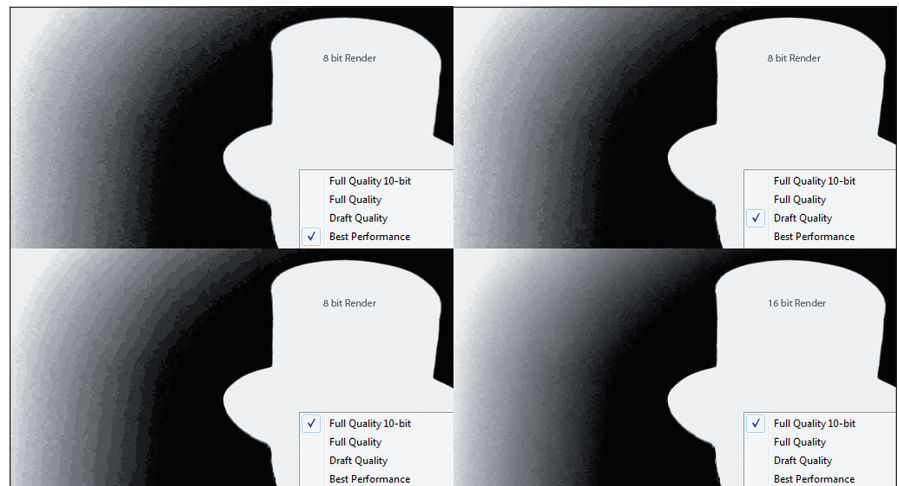


Gelbe Wandfarbe geht gar nicht und die Computermonitore haben die falsche Farbtemperatur (9000 Kelvin), unter solchen Bedingungen kann man sich ein Klasse-1-Gerät sparen ...

Folgen haben. Stehen zum Beispiel zwei auf „asiatische Verhältnisse“ eingestellte Computermonitore rechts und links von einem Klasse-1-Gerät, nimmt man dessen Bild mit einem Grünstich wahr, weil unser automatischer Weißabgleich im Hirn gestört wird. Schaltet man die beiden äußeren Monitore ab, nimmt man das Bild des Klasse-1-Gerätes wieder so wahr, wie es aussehen muss. Daher sollte auch dafür gesorgt werden, dass alle Bedingungen, die Einfluss auf die Farbtemperatur im Raum haben, so angepasst werden, dass das Raumlicht immer 6500 Kelvin hat.

Fenster zu einem Innenhof beispielsweise dürften in der Regel viel zu blaues Licht in den Raum hineinlassen – sie müssten komplett abgedunkelt werden. Auch Kunstlicht im Raum sollte 6500 Kelvin abstrahlen. Andernfalls wird dadurch unsere visuelle Wahrnehmung gestört. Optimal wären eine matschwarze Wand im Rücken und eine neutralgraue Wand im Blickfeld.

Die digitale Kinonorm (DCI mit P3-Farbraum) liegt bei 6300 Kelvin für digitale Projektion, für Ausbelichtung beziehungsweise analoge Filmprojektion etwa bei 5400 Kelvin im Ergebnis (wenn die Lampen noch wenig benutzt wurden).



Einfluss von Rendertiefen und Displayfarbtiefen in Kombination (und auch Dithertechnik simuliert im Avid Mediacomposer)

Blickwinkelstabilität

Ein großer Schwachpunkt nicht weniger sogenannter Klasse-1-Geräte ist die bisweilen mangelhafte Blickwinkelstabilität. Gerade die neueste Monitortechnologie OLED zeigt hier Schwächen. Die Anforderung hier lautet: Im Bereich ± 45 Grad horizontal und ± 20 Grad vertikal darf die Farbe sich nicht sichtbar für den Betrachter ändern. Der Kontrast darf sich dabei bis ± 30 Grad horizontal und ± 15 Grad vertikal nicht erkennbar ändern. Gute LCD-Geräte leisten oft mehr. Es gibt leider Geräte, bei denen der Kunde unmittelbar über die Schulter des Graders blicken müsste, um das gleiche Bild wahrzunehmen.

Bewegungsauflösung

Röhren zeigen die Bilder immer in Halbbildern, auch Spielfilme. Dazwischen muss der Röhrenstrahl zurückgeführt werden, um anschließend das nächste Halbbild zu zeichnen. Bei diesem Rücklauf wird der Screen abgeschaltet, damit man nicht die diagonale Linie des Elektronenstrahles sieht.

Bilder werden also folgendermaßen gezeigt: Halbbild 1 – Schwarzbild – Halbbild 2 – Schwarzbild usw. Bei 25 fps progressiven Bildern oder bei 50 fps interlaced Halbbildern sehen wir immer 100 Bilder pro Sekunde, wenn man Schwarz mitrechnet. Ein Titelscroll mit zwei bis drei Sekunden Durchlaufzeit wirkt auf diese Weise scharf. Zeigt man jedoch die gleiche Bildsequenz auf einem Standard-LCD-Monitor, bekommen wir es mit einem Wahrnehmungsfehler in unserer Bildverarbeitung zu tun: Der Monitor zeichnet Bild 1 und anschließend darüber das Bild 2. Man nennt das „Hold-Type-Display“, da ein konstanter Lichtstrom ohne Unterbrechung alle Bilder nacheinander überzeichnet.

Dabei ist unsere Wahrnehmung so schnell (bis zu 120 fps!!), dass wir mindestens zwei Bilder gleichzeitig wahrnehmen. An der Stelle, wo aufgrund von Fortbewegung im nachfolgenden Bild dieselben Farbpixel plötzlich etwas verlagert werden, sieht, wer genau hinschaut, eine Doppelkante. Für den durchschnittlich aufmerksamen Zuschauer wird diese „Doppelkante“ aber in seiner Wahrnehmung schlicht als unscharfe Kante wahrgenommen. Das Fachwort für diese Wahrnehmung lautet „Kantenverschleifung“. Das Phänomen ist besonders stark bei 24 oder 25 fps und progressiven Inhalten. Die laufenden bewegten Bildinhalte sehen auf einer HD-Röhre brillant aus, auf einem LCD jedoch, je nach Tempo, extrem unscharf.

Klasse-1-Geräte können das Problem nur abmildern, indem sie ein Schwarzbild einfügen und damit ähnlich arbeiten wie Röhren. Der Fachbegriff dafür lautet „Black Frame Insertion“. Ist diese Funktion nicht einge-



So sollte es aussehen und sieht es der Color Grader.



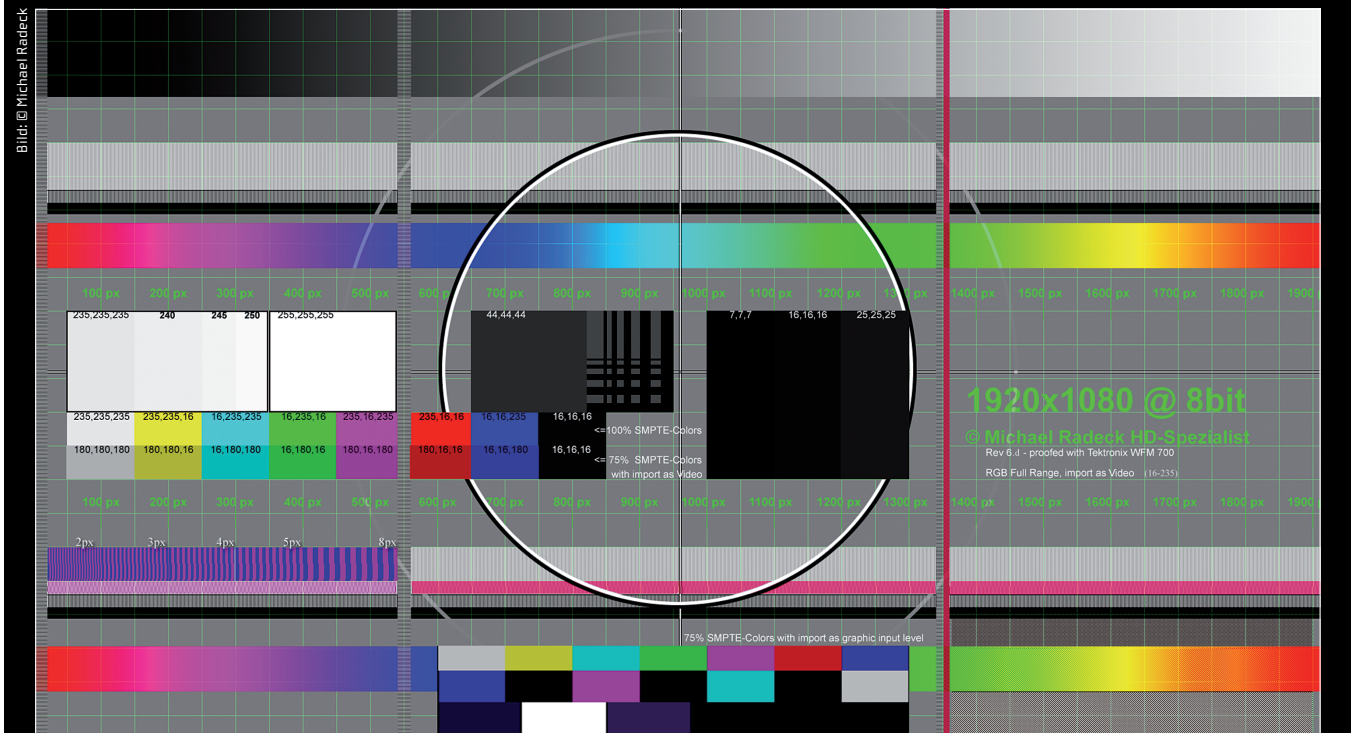
So sieht es der Kunde neben dem Color Grader sitzend aus einer anderen Perspektive mit Artefakten in den Schatten ...



Logo ist zerstört: Ursache ist der Framerate-Konverter. Er produziert 1080i59, gesendet wurde 1080i50. Der Fehler gleicht solchen, die zum Beispiel bei 600-Hz-Consumer-TV-Geräten auftreten.



Die dunklen „Löcher“ im weißen Netz sind Artefakte eines billigen Deinterlacers. Dies kann der Monitor oder Fernseher sein, in dem Fall ging das so über den Sender.



HD-Monitor-Beamer-Auflösungstestbild – auch zum Download auf digitalproduction.com

schaltet, kann die Bildschärfe von laufenden Bildern nicht korrekt beurteilt werden. Consumer-Geräte lösen das Problem mit der 100- bis 600-Hz-Technik, indem sie einfach viel mehr Zwischenbilder berechnen und darstellen, als tatsächlich vorhanden sind – und das in Echtzeit. Also bei 600 Hz 25 echte Bilder mal 12 ergibt 300 plus 300 Schwarzbilder macht 600. Auch Projektor-Hersteller wenden diese Technik seit einiger Zeit an. Da diese Technik aber Ghost-Artefakte erzeugt,

ist sie in Klasse-1-Geräten nicht einsetzbar. Panasonic gibt an, dass erst mit 600 Hz die volle 1080-Zeilen-Auflösung in jeder Bewegungsgeschwindigkeit scharf wahrnehmbar ist. Die 100-Hz- bis 600-Hz-Technik hat übrigens einen Nebeneffekt: Sie bügelt jeden mit viel Mühe zum Beispiel durch „extra deinterlacing“ von 50i erzeugten „Filmlook“ (24 oder 25 p) glatt. Wer gute Qualität zum Kunden liefern möchte, sollte immer im Broadcast-Standard 50p oder in 50i produzieren. 24p

oder 25p wird nur bei entsprechend hochwertigen, mit Filmschwenkregeln angemessen produziertem Content akzeptiert.

Bildschirmauflösung

1920x1080 Full HD pixelnativ ohne Over/Underscan ist zwingend, auch Consumergeräte arbeiten weitestgehend pixelnativ oder sind so einstellbar. Projektoren sind auch überwiegend pixelnativ. Für 4k gibt es noch keine

Klasse-1-Monitore, auch für 3D-Stereo nicht. Insbesondere Polfilterbrillen aber auch Shutterbrillen führen zu erheblichen Farbverfälschungen. Einige Highend-Projektoren sind, „per Hand“ kalibriert, als Klasse-1-Geräte für 4k einsetzbar.

Deinterlacing

Ein gutes Klasse-1-Gerät bietet eine Interlace-Simulation (Deinterlacer aus), die das berühmte Röhrenflimmern simuliert. Bei der Interlace-Simulation werden 50i/60i-Inhalte wie die bei Röhren auftretenden Flimmerartefakte wiedergegeben. Dabei dürfen keine Artefakte auftreten. Schaltet man die Interlace-Simulation ab, fängt der Deinterlacer an zu arbeiten. Titelscreens in 50i sind gutes Testmaterial, um Deinterlace-Artefakte sichtbar zu machen. Hier haben etliche Geräte Schwächen.

Bildprozessingzeit

Zur Bildverarbeitungszeit machen die meisten Hersteller keine Angaben. Sie sollte weniger oder maximal so lange wie ein Frame dauern, da sonst Probleme mit der Lippensynchronität auftreten. Insbesondere Consumer-Geräte haben Delays von bis zu

5 Frames. Plasmas sind schnell und daher gut in Gradingsuiten mit Klasse-1-Geräten kombinierbar. Dennoch kommt man oft um digitale Audio-Delay-Geräte nicht herum, um lippensynchron wiedergeben zu können. Klasse-2-Geräte haben oft eine „Short delay“-Funktion, wo zum Beispiel einfachere Deinterlacer zum Einsatz kommen, welche allerdings Artefakte erzeugen. Daher ist eine solche Funktion in Klasse-1-Geräten nicht zu finden. Aber mit mehr Geld kann man auch schnellere Bildprozessoren verbauen.

Bildgröße

Dreifache Bildhöhe (3H) ist die bekannte Abstandsdefinition bei HD. Diesen Abstand muss man unterschreiten, um alle Bildmängel genügend wahrzunehmen. Ein Zuschauer, der maximale Bildschärfe sehen will, sollte 3H nicht überschreiten. Bei einem 23-Zoll-Klasse-1-Gerät müsste man sozusagen an der Tischkante kleben, um noch genug zu sehen, wenn der Monitor hinter dem Gradingpanel steht ...

Gleichförmigkeit des Bildes

Man stelle ein durchgehend schwarzes, graues oder weißes Bild dar. Darauf sollten

keine Flecken oder „Wolken“ sichtbar sein. Die Bildhelligkeit muss ganz gleichmäßig sein.

Kommentar

Würde ich gefragt, welches Klasse-1-Gerät hättest du gerne in deiner Gradingsuite, wenn das Budget keine Rolle spielt, würde meine Antwort sein: Dolby Professional Reference Monitor PRM-4200. Wenn das Budget eine Rolle spielt, dann mindestens einen Eizo CG 232 W. Leider gibt es kein Gütesiegel. Deswegen kann ich nur raten: Testen und vergleichen, bevor man kauft. Hilfsmittel beim Testen können Testcharts sein, wie jenes, das ich extra dafür entwickelt habe. Dieses können Sie auf digitalproduction.com herunterladen. > ei

Michael Radeck ist seit den 90ern in der Branche tätig – unter anderem als Cutter BFS, Visual-Effect-Artist und Dozent an der Fernseh Akademie Mitteleuropa, der Bayerischen Akademie für Fernsehen, der Filmakademie Baden-Württemberg und in der Adolf Grimme Akademie. Des Weiteren ist er verantwortlicher Avid Certified Support Representative (ACSR Mac & NT & DS) für Avid Postproduktionssysteme im Raum München/Bayern.

Anzeige



Datei basiertes Transcoding

Transcoding Transzendiert

Digital Rapids Transcode Manager® 2.0 verschmilzt Hochvolumige Film-Medien Umwandlung und deren Arbeitsprozesse so nahtlos, dass die Bezeichnung „Transcoding“ eigentlich unfair erscheint. Eröffnen Sie neue Umsatz Möglichkeiten und reduzieren Sie Ihre Kosten mit optimierten und intelligenten Workflows.

- Effizienz Maximierung durch logisch basierte Prozess Automation
- Visuelle Workflows mit Intuitive Designwerkzeugen
- Hervorragende Bildqualität, Flexibilität und Skalierbarkeit
- Die hochleistungsstarke Kayak plattform ermöglicht die Integration von Dritthersteller

Besuchen Sie unsere Webseite um mehr zu erfahren:

www.digitalrapids.com/tm2



digitalrapids.com

+44-1428-751-012

Connecting Content to Opportunity

Encoding • Transcoding • Workflow • Streaming • Broadcast