

Farbmessung bei digitalen Kinoprojektionen

Thomas Morgenstern, Steffen Görlich, JETI GmbH, Tatzendpromenade 2, 07745 Jena

1 Problemstellung

Unter digitalem Kino versteht man, dass sowohl Aufnahme als auch Schnitt und weitere Postproduktion sowie die Wiedergabe in digitaler Form erfolgen. Damit gelingt gegenüber dem analogen Verfahren eine entscheidende Verbesserung der Qualität. Es entstehen geringere Kosten bei der Filmvervielfältigung und beim Verleih, dem stehen jedoch hohe Anschaffungskosten gegenüber.

Das Projektionssystem ist ein entscheidender Teil des digitalen Kinosystems. Es wandelt die digitalen Bilddaten in das Bild auf der Leinwand um. Beim klassischen Analogkino wird der Farbeindruck für den Betrachter durch eine Kombination der Spektralverteilung der Lichtquelle, der Transmission des Films, dem Reflexionsgrad der Leinwand und dem Restlicht im Saal bestimmt und ist deshalb nicht gezielt veränderbar. Im Unterschied dazu ist es bei digitalen Projektoren möglich, die Helligkeit und die Farbe durch Einstellungen am Lichtventil des Projektors zu variieren. Damit können exakt gleiche Farbeindrücke eines Films in verschiedenen Kinos erzielt werden.

Das Ziel ist es, dass der Farb- und Helligkeitseindruck des projizierten Bildes mit dem während der Herstellung erzielten Eindruck übereinstimmt. Aus diesem Grunde muss das Projektionssystem kalibriert und auf die bestehenden Verhältnisse im Saal angepasst werden. Dazu sind Lichtmessgeräte erforderlich, die die Leuchtdichte und die Farbwerte auf der Leinwand messen.

2 Normen und Gerätevoraussetzungen

Für das Analogkino gibt es seit Jahren Normen und Empfehlungen zu den lichttechnischen Werten. Dazu gehören die SMPTE-Schrift 98-1995 /1/ und der SMPTE-Standard 196M-2003 /2/. Darin werden die Anforderungen an die Projektoreinstellungen und die Messgeräte festgelegt. Für die Messung der Leuchtdichte soll ein Spot-Photometer mit $v(\lambda)$ -Anpassung und einem Messwinkel von $\leq 2^\circ$ eingesetzt werden. Es muss über Bildwiederholfrequenzen von 24 ... 72 Hz mitteln.

Bei Projektion ohne Film sollen im Zentrum der Leinwand 55 cd/m^2 zu messen sein, die Anforderungen an die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung sind definiert und es darf keine hot spots geben. Die Farbtemperatur soll $5400 \text{ K} (+600 \text{ K} - 200 \text{ K})$ betragen. Zusätzlich gibt es für Bearbeitungsräume Angaben zu den x y Farborten.

Für das Digitalkino wurden diese Vorgaben überarbeitet und in SMPTE Standard 431-1-2006 /3/ definiert. Dort sind fast identische Anforderungen an das Leuchtdichtemessgerät wie in den beiden erstgenannten Schriften angegeben. Zusätzlich wird eine Genauigkeit von $\pm 0,5 \text{ cd/m}^2$ gefordert. Für die Farbmessungen wird ein Spektroradiometer mit einem Messwinkel von ebenfalls $\leq 2^\circ$ und einer maximalen Unsicherheit der x y Messung von $\pm 0,002$ verlangt. Dieses Gerät kann gleichzeitig für die Leuchtdichtemessung verwendet werden, wenn es die entsprechenden Anforderungen erfüllt.

Die in /3/ angegebenen Werte beziehen sich auf das 100 %- Weiss-Signal, das ist der Digitalcode, der das hellste farbneutrale Weiss-Niveau ergibt. Es werden die Nominalwerte 48 cd/m^2 und $x = 0.314$ sowie $y = 0.351$ vorgegeben und Angaben zur Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung gemacht.

Im Jahre 2002 wurde die DCI (Digital Cinema Initiative) von mehreren großen Filmstudios gegründet. DCI entwickelte einen Standard für das digitale Kino, um die Kompatibilität

zwischen den einzelnen Systemen zu gewährleisten. Im entsprechenden Dokument /4/ sind in Kapitel 8 Angaben zum Projektionssystem enthalten. Es wird ebenfalls festgelegt, die maximale Weiss-Leuchtdichte auf 48 cd/m^2 zu justieren. Gleichzeitig soll der Randabfall bei Messung in einem 3×3 Gitter (entsprechend ANSI-Im-Norm) maximal 25 % betragen. Zusätzlich sind Angaben zum Farbort des Weisspunktes, dessen Gleichmässigkeit, zum Kontrast und die schwarz-weiss Graustufenskala (Konstanz der Farbwerte sowie Einhaltung der entsprechenden Leuchtdichte der einzelnen Graustufen) enthalten.

3 Messung

Das Spektrometer specbos 1201 /5/ kann in Verbindung mit einem Laptop oder einem Pocket PC für die genannten Messungen bei Digitalprojektionen verwendet werden.

Die Messung erfolgt aus der Mitte des Zuschauerraumes in Richtung der Leinwand. Ein roter Pilotlaserkreis zeigt die aktuelle Messfläche an. Es wird eine gerichtete Messung an verschiedenen Positionen auf der Leinwand vorgenommen, beispielsweise in der jeweiligen Mitte von 3×3 gleich großen Rechtecken. Daraus kann ein besserer Eindruck von der Homogenität der Projektion ermittelt werden als bei einer Einzelmessung.

Das folgende Diagramm zeigt die Spektren einer weiß, blau, grün und rot belichteten Leinwand. Es handelt sich um einen Projektor mit DLP-Lichtventil und Xenon-Lampe.

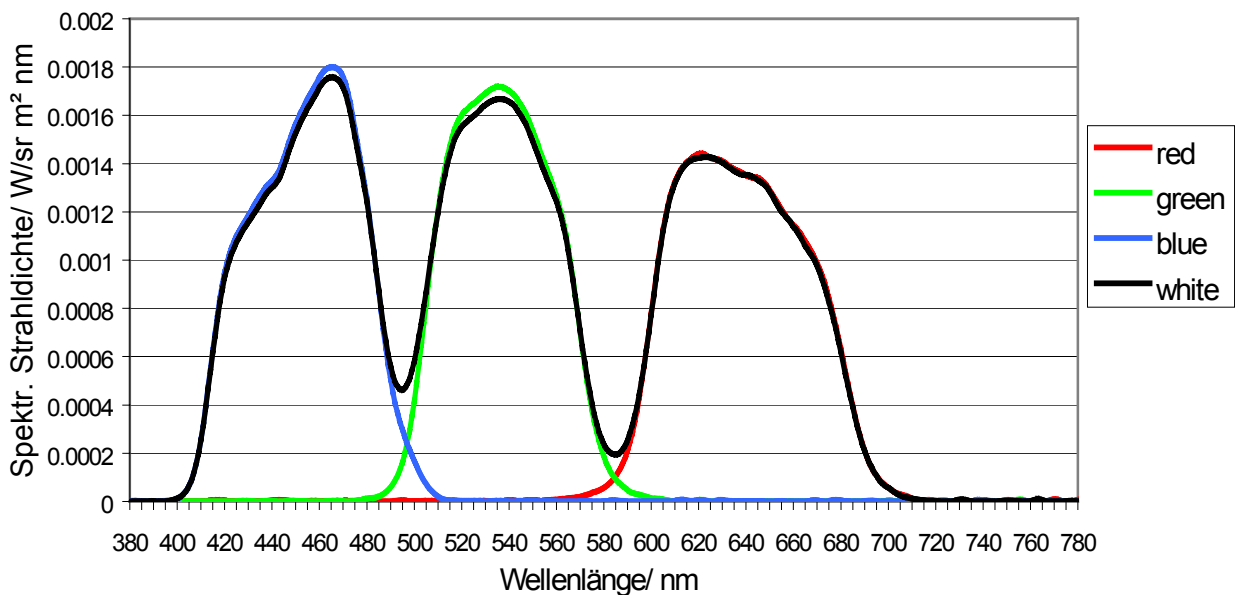


Abb. 1: Blau, grün, rot und weißes Spektrum eines Digitalprojektors

Specbos 1201 liefert neben dem Spektrum alle licht- und farbmess technischen Größen, die zur Justage des Projektors notwendig sind. Es ist möglich, sich die interessierenden Angaben in einer Großanzeige darstellen zu lassen (Abb. 2).

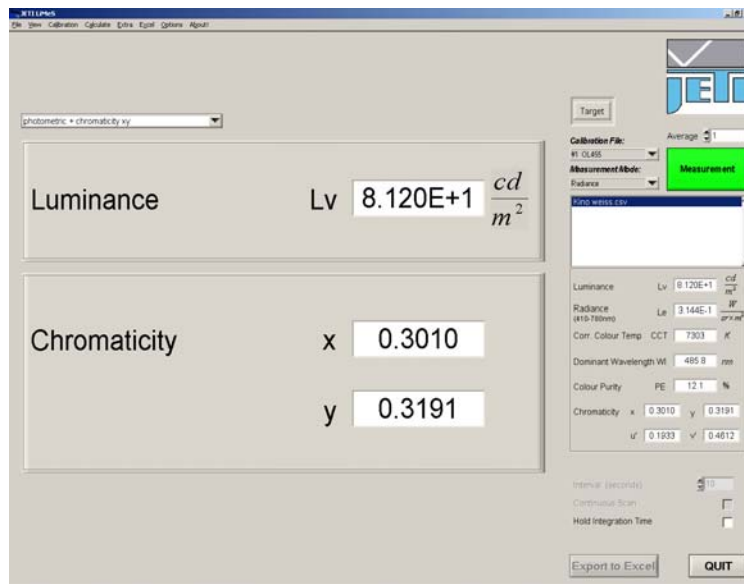


Abb. 2: Screenshot mit xy Lv- Großdarstellung bei Projektorvermessung

Die gemessenen farbmetrischen Werte können zum Projektionsraum (z.B. über WLAN) gesendet werden und der Projektor korrigiert automatisch die Farbeinstellung in Bezug auf die voreingestellten Werte. Anschließend werden die neuen erzielten Werte gemessen. Dieses Verfahren wird solange wiederholt, bis die gewünschte Leuchtdichte und Farbkoordinaten erreicht sind.

Die folgende Abbildung zeigt das specbos 1201 in einem digitalen 3D-Kino in Weimar. Das Kino ist mit zwei Digital-Projektoren für die Erzeugung von 3D-Effekten ausgerüstet. Der rote Kreis auf der Leinwand zeigt die Messfläche an.

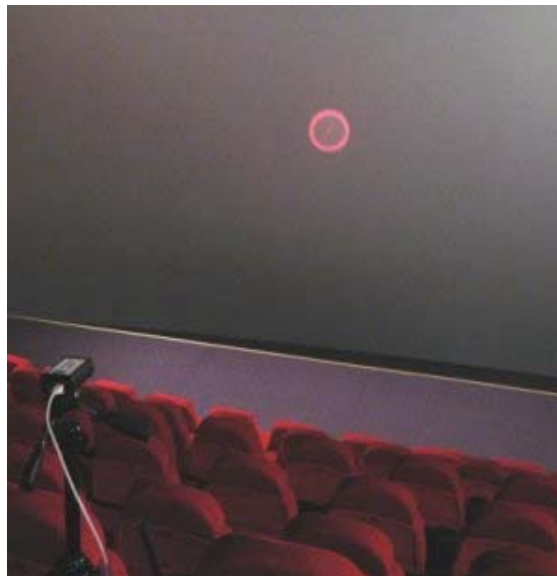


Abb. 3: Messgerät im Projektionsaal mit Markierung der Messfläche

Insbesondere bei der 3D-Projektion mit zwei Projektoren muss ein Farbgleich zwischen beiden Geräten vorgenommen werden. Es wirken sich die Farbtoleranzen beider Projektoren, der Farbräder, der Portabdeckungsgläser sowie der Leinwand auf den erzielten Farbeindruck aus.



Abb. 4: Spektorradiometer specbos 1201 /5/

Das specbos 1201 ist aufgrund seiner geringen Größe sehr gut für die Vermessung von Digitalprojektoren in Kinos geeignet. Es bietet die erforderliche Genauigkeit und liefert alle notwendigen Messwerte, so dass auf ein zusätzliches Photometer zur Leuchtdichtebestimmung verzichtet werden kann. Das Gerät kann entweder mit einem Laptop oder mit einem PDA betrieben werden. Es ist damit mobil und lässt sich flexibel einsetzen.

4 Zusammenfassung

Das Poster stellt die Normen und Empfehlungen für die lichttechnischen Aspekte der Digitalprojektion in Kinos sowie die Messmöglichkeit mit einem kleinen, spektral auflösendem Lichtmessgerät vor.

5 Literaturverzeichnis

- /1/ SMPTE Recommended Practice RP 98-1995: Measurement of Screen Luminance in Theatres
- /2/ SMPTE Standard 196M-2003: Indoor Theater and Review Room Projection – Screen Luminance and Viewing Conditions
- /3/ SMPTE Standard 431-1-2006: Screen Luminance Level, chromaticity and Uniformity
- /4/ DCI Digital Cinema System Spec v 1.2 (March 07, 2008), S. 79 ff.
- /5/ Datenblatt specbos 1201. <http://www.jeti.com/down/pdf/scb1201.pdf>