



Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.

Herausgegeben vom Vorstand der DfwG

Verantwortlich: Dr. Gerhard Rösler

Impressionen von der 35. DfwG Jahrestagung an der BAM in Berlin

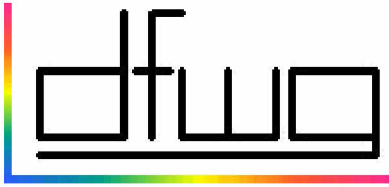


Tagungsraum (die ehemalige Kapelle) bei der BAM



H. Rösler, H. Döring, H. Gabel

Prof. Hill, H. Rochow, H. Gründer, H. Witt



*Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e. V.
im Deutschen Verband Farbe*

Inhaltsverzeichnis Report 01 2009

<i>Impressum</i>	<i>2</i>
<i>Liebe Farbgemeinde,</i>	<i>3</i>
<i>Kassenprüfprotokoll 2008.....</i>	<i>4</i>
<i>Protokoll der Hauptversammlung der DfwG am 07. Oktober 2009 in Berlin.....</i>	<i>6</i>
<i>Kurzfassungen der Vorträge der JT 2009</i>	<i>9</i>
<i>Fotos von der diesjährigen DfwG Jahrestagung vom 6. - 8. Oktober 2009 in Berlin.....</i>	<i>17</i>
<i>Nachruf Dr. Hans G. Völz.....</i>	<i>23</i>
<i>Licht- und spektraloptische Materialeigenschaften in sicherheitsbezogenen Anwendungen</i>	<i>25</i>
<i>Farbkonstanz und Analyse der Lichtquellen für die Lichtindustrie.....</i>	<i>36</i>
<i>ASTM E2539 Standard Practice for Multiangle Color Measurements of Interference Pigments.....</i>	<i>44</i>
<i>Farbstabilisierung eines LED-Scheinwerfers mittels Temperaturkennlinien und / oder Einsatz eines Farbsensors</i>	<i>50</i>
<i>Vorschau DfwG Report 01 2010</i>	<i>56</i>

Impressum

ISSN 1860-2835

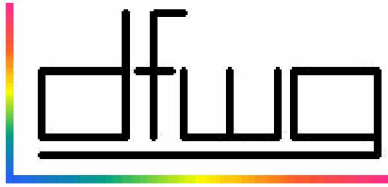
Titel: Fotos von der Jahrestagung (mit freundlicher Genehmigung von Werner Rudolf Cramer)

Verleger und Herausgeber: Deutsche Farbwissenschaftliche Gesellschaft e. V.

Redaktion: Dr. Gerhard Rösler, Dipl.-Ing. Christina Hacker

Einzelheft: 10 Euro + Versandkosten

Der Bezugspreis der Zeitschrift ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.



**Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e. V.
im Deutschen Verband Farbe**

Präsident: Dr. Gerhard Rösler, Tel: 0172 89 44 173, E-Mail: Roesler_Gerhard@t-online.de

Vizepräsident: Prof. Dr. Bernhard Hill, Tel: 0241 802 7703, E-Mail: hill@ite.rwth-aachen.de

Schatzmeister: Dr.-Ing. Carsten Steckert, Tel, Fax: 030 6032554, E-Mail: carsten.steckert@gmx.de

Sekretär: Dipl.-Ing. Frank Rochow, Tel: 030 401 02 618, Fax: 030 401 42 49, E-Mail: offices@rochow-berlin.de

Geschäftsstelle: Gralsburgsteig 35, 13465 Berlin

Bankverbindung: Kto.-Nr.: 206 002 3583, Berliner Sparkasse, BLZ 100 500 00

Arbeitsgruppenleiter:

Farbbildverarbeitung: Prof. Dr. Bernhard Hill; siehe oben

Farbmetrik und Grundlagen: Dr. Wilhelm H. Kettler, Tel.: +49 202 529 2282, +49 173 2825 173
E-Mail: Wilhelm.Kettler@deu.dupont.com

Fluoreszenz: Dr. Claudio Puebla, Tel. 0 76 21 17 47 29, E-Mail: claudio.puebla@axiphos.com

Industrielle Farbtoleranzen: Dr. Gerhard Rösler, siehe oben

Multigeometrie Farbmessung: Dr. Gerhard Rösler, siehe oben

Internet: www.dfwg.de

Dezember 2009

Liebe Farbgemeinde,

als erstes danke ich, auch im Namen meiner ebenfalls wiedergewählten Vorstandskollegen herzlich für Ihr Vertrauen.

Herr Prof. Daum von der BAM hat uns wie vor einigen Jahren wieder die Möglichkeit einer Gemeinschaftsveranstaltung eingeräumt. Daher konnten wir die diesjährige DfwG Jahrestagung an der BAM abzuhalten. Als Hausherr bot er uns ideale Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Tagung an der ehemaligen Wirkungsstätte von Prof. Manfred Richter, Dr. Witt, Dr. Döring, Dr. Klaus Richter, Dr. Czepluch, Dr. Gundlach, Prof. Terstiege um nur einige zu nennen. H. Gründer hält wacker die Stellung und hat uns über seinen Verantwortungsbereich berichtet.

Prof. Hennecke, der Präsident der BAM hat uns mit launigen Worten begrüßt und uns die BAM in neuem Licht vorgestellt. Auf der Teilnehmerliste hat er einen alten Studienkollegen entdeckt - unser Mitglied und Leiter der AG Fluoreszenz, H. Dr. Puebla.

Besonders danken möchte ich unserem Organisationsteam in Berlin, allen voran H.

Rochow, H. Günther (nach längerer Abwesenheit fast wieder in alter Frische) sowie Frau Eggeringhaus.

Wir tagten in der ehemaligen Kapelle, deren pompöser geschnitzter Treppenaufgang so beeindruckend war, dass wir leider kein Foto gemacht haben. Zum Ende der Veranstaltung gab es noch die Möglichkeit eines Besuchs der Lichttechnik von Prof. Völker an der TU Berlin, vielen Dank. Wir freuen uns über die positiven Rückmeldungen der Teilnehmer und hoffen auf rege Teilnahme an der nächsten Tagung, diesmal wieder auf Einladung der TH Darmstadt - Prof. Khanh und Prof. Dörsam.

Also bitte vormerken 5.-7. Oktober 2010 36. DfwG Jahrestagung in Darmstadt.

Ich darf Ihnen schöne Festtage wünschen und ein Jahr 2010 in Gesundheit und Harmonie.

Bis zum nächsten Mal verbleibe ich mit freundlichen Grüßen

Ihr Gerhard Rösler

Kassenprüfprotokoll 2008

*Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.
im Deutschen Verband Farbe*



**Einnahmen - und Ausgabenrechnung
für die Zeit
vom 1.1.2008 bis zum 31.12.2008**

Einnahmen		Ausgaben	
Mitgliedsbeiträge	5.665,00 €	Verwaltungskosten	917,02 €
Tagungseinnahmen	4.900,00 €	Tagungskosten	2.012,87 €
Spenden	800,00 €	Reportkosten	7.010,79 €
		Förderpreis	1.000,00 €
		Sonstige Ausgaben	544,00 €
Summe	11.365,00 €	Summe	11.484,68 €
Verlust	119,68 €		
Kontostände			
Saldo 31.12.2007	8.251,64 €		
Saldo 31.12.2008	8.131,96 €		
Verlust	119,68 €		

Berlin, den 16.09.2009

Steckert

Dr.-Ing. Carsten Steckert
(Schatzmeister)

Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.
im deutschen Verband Farbe



Protokoll der Kassenprüfung für 2008

Am 28. September 2009 wurde die Prüfung der DfwG-Kasse für das Jahr 2008 in der Firma Lichtmesstechnik GmbH Berlin durch den Kassenprüfer Dipl.-Ing. Klaus Reißmann durchgeführt.

Überprüft wurden Anfangs- und Endbestand der Kasse für das Jahr 2008, die Ausgabenbelege komplett und die Einnahmenbelege stichprobenartig.

Ergebnis:

Die Geldmittel der DfwG per 31.12.2008 stimmen laut Auszügen der Berliner Sparkasse mit dem Endbestand überein, der sich aus dem Anfangsbestand per 31.12.2007 und den Einnahmen und Ausgaben im Geschäftsjahr 2008 ergibt.

Zusammenfassend wird aufgrund der Prüfung der Belege die Ordnungsmäßigkeit der Kassenführung der DfwG bescheinigt.

Berlin, den 28.9.2009

Dipl.-Ing. Klaus Reißmann
(Kassenprüfer)

Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.
im deutschen Verband Farbe



Protokoll der Kassenprüfung für 2008

Am 16. September 2009 wurde die Prüfung der DfwG-Kasse für das Jahr 2008 in der Firma Lichtmesstechnik GmbH Berlin durch den Kassenprüfer Dr. rer. nat. Günter Döring durchgeführt.

Überprüft wurden Anfangs- und Endbestand der Kasse für das Jahr 2008, die Ausgabenbelege komplett und die Einnahmenbelege stichprobenartig.

Ergebnis:

Die Geldmittel der DfwG per 31.12.2008 stimmen laut Auszügen der Berliner Sparkasse mit dem Endbestand überein, der sich aus dem Anfangsbestand per 31.12.2007 und den Einnahmen und Ausgaben im Geschäftsjahr 2008 ergibt.

Die Buchführung war transparent und übersichtlich, was die Prüfung sehr erleichtert und angenehm gemacht hat.

Viele der Belege liegen als Thermodrucke oder als Durchschriften von Überweisungsaufträgen vor, die nicht beständig und nach einigen Jahren nicht mehr lesbar sind. Sie sollten durch Fotokopien ergänzt werden.

Zusammenfassend wird aufgrund der Prüfung der Belege die Ordnungsmäßigkeit der Kassenführung der DfwG bescheinigt.

Berlin, den 16.9.2009

Dr. rer. nat. Günter Döring
(Kassenprüfer)

**Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.
im Deutschen Verband Farbe**



Geschäftsstelle c/o Dipl.-Ing. Frank Rochow, Gralsburgsteig 35, 13465 Berlin
Tel: 030 401 02 618, Fax: 030 401 42 49, E-Mail: offices@rochow-berlin.de

www.dfwg.de

**Protokoll
der Hauptversammlung der DfwG am 07. Oktober 2009 in
Berlin**

Seite 1 von 3

Ort der Versammlung: BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung,
Unter den Eichen 44-46, 12203 Berlin
Beginn der Versammlung: 17.25 Uhr
Ende der Versammlung: 18.25 Uhr

Anwesende Mitglieder lt. Anwesenheitsliste:

Frau Bieske	Herr Kraushaar
Herr Dr. Böhme	Frau Dr. Lübbe
Herr Brauers	Frau Möller
Herr Cramer	Herr Pausch
Herr Dattner	Herr Dr. Petschik
Herr Dietz	Herr Pieper
Herr Dr. Döring	* Herr Dr. Puebla *
Herr Dr. Gabel	Herr Reißmann
Herr Geuer	Herr Dr. Klaus Richter
Herr Gliese	Herr Uwe Richter
Herr Dr. Gläser	Herr Dr. Riechert
Herr Günther	Herr Rochow
Herr Dr. Helling	Herr Dr. Rösler
Herr Herold	Herr Dr. Schlenker
Herr Dr. Hill	Herr Dr. Steckert
Herr Dr. Hoffstadt	* Herr Dr. Vogt *
Herr Dr. Hubner	Herr Dr. Witt
Herr Dr. Kettler	Herr Wobser
Herr Dr. Kirsten	

* = Briefwahl

Die vorgeschlagene Tagesordnung:

1. Genehmigung der Tagesordnung
2. Genehmigung des Berichtes der DfwG Mitgliederversammlung am 09. Oktober 2008 in München (siehe DfwG Report 1/ 2009)
3. Bericht des Präsidenten
4. Kassenbericht 2008
5. Bericht der Kassenprüfer
6. Entlastung des Vorstandes
7. Neuwahl des Vorstandes
8. Kurz- und mittelfristige Finanzplanung für die DfwG
9. Statusbericht der Arbeitsgruppen
10. Verschiedenes

Protokoll
der Hauptversammlung der DfwG am 07. Oktober 2009 in Berlin Seite 2 von 3

Der DfwG Präsident und Versammlungsleiter, Herr Dr. Rösler, begrüßt die Mitglieder zur DfwG-Hauptversammlung 2009.
Herr Dr. Rösler gibt bekannt, dass die langjährigen Mitglieder

Dr. Anni Berger-Schunn
Dr. Ludwig Gall
Dr. Konrad Hoffmann
Dr. Hans G. Völz

verstorben sind.
Es erfolgt die Totenehrung durch die Mitglieder.

zu TOP 0: Die Tagesordnung wird einstimmig wie vorgeschlagen genehmigt.

zu TOP 1: Der Bericht über die DfwG-Mitgliederversammlung am 09. Oktober 2008 in München, welcher vorab im Report 1/2009 veröffentlicht war, wird einstimmig, bei zwei Enthaltungen, genehmigt.

zu TOP 2: Der Präsident, Herr Dr. Rösler, berichtet, dass es eine Anfrage des Vorsitzenden des Deutschen Farbenzentrums, Prof. Axel Buether, gibt. Dieser schlägt vor, im Oktober 2010 eine gemeinsame Tagung des DFZ und der DfwG in Halle durchzuführen.
Ein anschließendes Meinungsbild unter den Anwesenden ergibt, dass fünf Teilnehmer für eine solche gemeinsame Tagung sind. Alle anderen Teilnehmer sind, bei einer Enthaltung, für eine eigene DfwG-Tagung in Darmstadt.
Diese Tagung in Darmstadt ist für den 5. bis 7. Oktober 2010 am IDD und FG Lichttechnik geplant.

Zu TOP 3: Der Schatzmeister, Herr Dr. Steckert, erläutert den von ihm erstellten Kassenbericht 2008, der mit dem Sitzungsprotokoll veröffentlicht wird. Herr Dr. Steckert berichtet, dass die letzte Jahrestagung finanziell ausgeglichen war. Der gesamte DfwG-Jahreshaushalt 2008 war mit einem Minus von € 119,68 ebenfalls nahezu ausgeglichen.

zu TOP 4: Die Kassenprüfer, Herr Dr. Döring und Herr Dipl.-Ing. Reißmann, haben die Buchhaltung durch Stichproben an den Belegen, aus Termingründen an separaten Tagen, geprüft und für korrekt befunden. Beide Herren berichten darüber und haben einen Bericht der Kassenprüfer vorgelegt, der ebenfalls mit dem Sitzungsprotokoll veröffentlicht wird. Sie befürworten die Entlastung des Schatzmeisters.

zu TOP 5: Daraufhin stellt Herr Dr. Witt den Antrag der Entlastung des gesamten Vorstandes. Der Vorstand wird einstimmig, bei vier Enthaltungen entlastet.

zu TOP 6: Herr Dr. Döring übernimmt gemeinsam mit Dr. Riechert die Versammlungsleitung für die Vorstandswahl.
Er stellt fest, dass 35 stimmberechtigte Mitglieder auf der Hauptversammlung anwesend sind. Diesen Mitgliedern werden Stimmzettel ausgehändigt.
10 Mitglieder haben bereits vorher per Briefwahl gewählt.
Herr Dr. Döring wertet mit einem Beisitzer, Dr. Riechert, die Briefwahlstimmen und die direkt auf der Hauptversammlung abgegebenen Stimmen aus.
Das Wahlergebnis, welches von Dr. Döring und Dr. Riechert in einem gesonderten Wahlprotokoll festgehalten wurde, lautet wie folgt:

Protokoll
der Hauptversammlung der DfwG am 07. Oktober 2009 in Berlin Seite 3 von 3

Per Brief eingegangene Stimmzettel:	10
Hiervon ungültig:	0
Stimmberechtigte Mitglieder anwesend:	35
Abgegebene Stimmzettel:	35
Hiervon ungültig:	0
Gültige Stimmen somit:	45

Diese gültigen Stimmen verteilen sich wie folgt:		Ja	nein	Enthaltung.
Präsident:	Dr.-Ing. Gerhard Rösler	42	2	1
Vizepräsident:	Prof. Dr. Bernhard Hill	43	0	2
Sekretär:	Dipl.-Ing. Frank Rochow	45	0	0
Schatzmeister:	Dr.-Ing. Carsten Steckert	43	2	0

Die gewählten Herren nehmen die Wahl an und bedanken sich für das entgegengebrachte Vertrauen.

Dr. Döring übergibt die Versammlungsleitung an den gewählten Präsidenten, Herrn Dr. Rösler.

zu TOP 7: Dr. Rösler gibt einen kurzen Überblick über die bei anderen Verbänden zu zahlenden Mitgliedsbeiträge und Tagungsbeiträge, die weit höher sind als die der DfwG.

zu TOP 8: Die Arbeitsgruppen haben vor dem Beginn der DfwG Jahrestagung getagt und ihre Arbeit fortgesetzt.

zu TOP 9: Dr. Rösler bittet die DfwG-Mitglieder darum, aus ihrer Mitte einen AG-Moderator zu suchen, der die Leiter der Arbeitsgruppen, insbesondere Herrn Dr. Kettler, unterstützen könnte.


Da keine weiteren Wortmeldungen erfolgen, erklärt Herr Dr. Rösler die Hauptversammlung für beendet.

Berlin, den 26.11.2009

Fürstenfeldbruck, den 26.11.2009



Dipl.-Ing. Frank Rochow
(Sekretär)
 (Protokollführer)



Dr.-Ing. Gerhard Rösler
(Präsident)

Kurzfassungen der Vorträge der JT 2009

Farbstabilisierung eines LED-Scheinwerfers mittels Temperaturkennlinien und / oder Einsatz eines Farbsensors

DfwG Förderpreisträgerin 2009: Fr. Möller
TU Ilmenau, Fa. LEDON Lighting

Bericht über die CIE Sitzungen in Budapest 2009

K. Richter (TU Berlin)

The newest research results for a re-definition of the color rendering index of today light sources

Dr. Peter Bodrogi, S. Brückner, Prof. Tran Quoc Khanh

Lighting Laboratory, Technische Universität Darmstadt, Germany

For the use in in-room lighting applications, white LED light sources, which were developed since the year 1997 up to the beginning of 2008, showed a lack of colour rendering capabilities and luminous efficacy. While the luminous efficacy is the number one issue for outdoor applications, indoor lighting requires good colour rendering.

Newly developed high power white LED light sources provide good colour rendering based on a well-filled spectrum. We have measured Ra values of 95 and more. Different colour correlated temperatures (CCT) are available, so we can realize both warm-white and cool-white demanding applications.

We designed a visual test in order to

1. Verify the LED's colour rendering capabilities
2. Compare different colour difference formulas (the current Ra-definition of CIE, the new colour difference formula CIEDE2000 and CIELAB 1976) and colour appearance model CIECAM 02 and the model of J. Ohno (NIST/America) against the results of our visual test

Different traditional high CRI lamps as like HMI-lamps, tungsten incandescent lamps and fluorescent lamps with Ra >96 are used as reference light sources while test light sources include new phosphor conversion high CRI white LEDs, phosphor conversion low CRI white LEDs and RGB LEDs. In each LED group, different colour correlated temperatures (CCT= 2900 K, 3200 K, 5500 K and 6500 K) are tested, ranging from warm white to cold white.

All these aspects and results of tests will be reported in this intended presentation.

Technische Universität Darmstadt, *Fachgebiet Lichttechnik*

Dr. Bodrogi / Prof. Khanh

Hochschulstr. 4a, D-64289 Darmstadt

Fon: +49 6151 16-6242, Fax: +49 6151 16-5468,

Web: <http://www.lichttechnik.tu-darmstadt.de/>

Metamerie-Effekte in der Druckindustrie: Wie stark ist sie ausgeprägt und wie misst man sie?

Andreas Kraushaar, Fogra,
Kraushaar@fogra.org

Die Anforderungen an die Farbgenauigkeit zwischen Prüf- und Auflagedruck erreichen in der Druckindustrie inzwischen die Größenordnung industrietypischer Messgeräteabweichungen. Verbleibende Farb-Unterschiede werden oft als nicht- bzw. schwerlösbares Metamerieprobleme bezeichnet. In diesem Artikel werden Metamerieeffekte (Beobachter und Lichtartmetamerie) für typische Vorlagentypen und Materialien systematisch untersucht und mit aktuellen Berechnungsverfahren neuer Metamerieindices verglichen. Ferner wird dargelegt, wie aktuelle Methoden des multispektralen Drucks zur Verbesserung der farblichen Übereinstimmung beitragen.

Einfluss der Fluoreszenz von optischen Aufhellern im Papier auf die Farbwiedergabe beim Drucken

Dipl.-Ing. Katharina Kehren, Prof. Dr.-Ing. Edgar Dörsam,
Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren,
Technische Universität Darmstadt

Der Kunde wünscht sich Druckprodukte von guter Farbqualität auf hochweißem Papier. Auf diesen Wunsch reagiert der Papierhersteller mit der Zugabe von optischen Aufhellern. Durch die Fluoreszenz erhöhen sich jedoch die Probleme bei der Farbwiedergabe im Druck.

Der Einfluss der Fluoreszenz auf die Farbwiedergabe beim Bedrucken optisch aufgehellter Papiere wurde im Rahmen einer Diplomarbeit am Institut für Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik der Technischen Universität Darmstadt untersucht.

Für die Bewertung der Farbwiedergabe im Druck muss neben den Interaktionen zwischen Papier und Druckfarbe auch die Fluoreszenz von optischen Aufhellern im Papier betrachtet werden. Es wurden optisch messbare Parameter identifiziert, welche die Fluoreszenz der optischen Aufheller und die Interaktionen beim Drucken beschreiben.

Ein solcher Parameter ist der Fluoreszenzanteil, der sich jedoch lediglich zur quantitativen Beschreibung der eingesetzten Menge an optischem Aufheller im Papier eignet. Mit Hilfe der Fluoreszenzmatrix lassen sich zusätzlich qualitative Aussagen über die spektralen Eigenschaften von Absorption und Emission treffen.

Bei Untersuchungen der Tonwertzunahme gelang es, die Einflüsse der Spreitung der Druckfarbe, der gerichteten Reflexion an der Oberfläche und der lateralen Streuung im Papier voneinander zu trennen. Die Farbspreitung und die laterale Streuung erhöhen den Tonwert, wie es die äquivalenten Begriffe mechanische und optische Tonwertzunahme besagen. Die Spiegelreflexion hat im Gegensatz dazu einen den Tonwert senkenden Effekt.

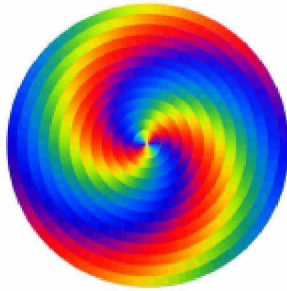
Wird der Farbabstand zwischen zwei Farbkoordinaten, die unter verschiedenen Bedingungen gemessen wurden, im Abhängigkeit vom Tonwert betrachtet, so ist es möglich die Einflüsse von Fluoreszenz, Beleuchtung und Beobachtung zu bewerten. Bei niedrigen Tonwerten hat die Fluoreszenz einen großen Einfluss auf den Farbabstand. Im Bereich hoher Tonwerte ist der Farbunterschied auf die Bedingung der Beleuchtung und Beobachtung zurückzuführen.

Aufgrund der guten Eignung für Vergleiche wurde ein Modell für den Farbabstand zwischen Farbkoordinaten der Messbedingungen $D65/10^\circ$ und $D50/2^\circ$ als Funktion des Tonwerts entwickelt. Der Farbabstand ergibt sich als Wurzel der Quadratsumme der modellierten Farbverschiebungen in L^* , a^* und b^* , bei denen es sich um Differenzen zweier Farbkoordinaten L^* , a^* und b^* in einem imaginären, gemeinsamen Farbraum handelt.

Für die Modellierung wird angenommen, dass die Farbverschiebungen mehrere Ursachen haben, die über optisch messbare Parameter dargestellt werden können. Diese Parameter sind die Tonwertzunahme, der Glanzkennwert, der Weißkennwert und der Fluoreszenzanteil. Sie müssen an nur wenigen Testfeldern gemessen werden, um damit jeweils eine Tonwertfunktion aufstellen zu können. Durch gewichtete Superposition dieser Tonwertfunktionen ergeben sich die Farbverschiebungen in L^* , a^* und b^* . Die Gewichtungsfaktoren wurden über eine multiple, lineare Regressionsanalyse unter Verwendung der gemessenen Farbverschiebungen ermittelt.

Farbabstandskurven, die mit dem Farbverschiebungsmodell berechnet werden, geben den Verlauf des gemessenen Farbunterschieds abhängig vom Tonwert hinreichend genau wieder. Die Vorhersage von Farbabständen anhand von optischen Messungen an wenigen Testfeldern ist somit eine geeignete Methode zur Bewertung des Einflusses optischer Aufheller auf die Farbwiedergabe.

Ausstellungshinweis:



*Hommage an Aemilius M
Eckhard Bendin 2006*

color continuo 1810...2010

Doppelausstellung anlässlich 200 Jahre Goethes Farbenlehre, Runges Farbkugel und der Nobelpreisverleihung an Wilhelm Ostwald vor 100 Jahren

23. Oktober 2009 bis 22. April 2010

23.10.2009 bis 27.02.2010 UNIVERSITÄTSSAMMLUNGEN.KUNST+TECHNIK

21.01.2009 Buchmuseum der Sächsischen Landesbibliothek – **bis** **22.04.2010**
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden

Kurator
Dr. Konrad Scheuermann

Vernissage: 23.10.2009, 19.00 Uhr

Definition des Begriffes „Farbe“ und des Farbabstandes als Vektor

Eva Luebbe

Bei der letzten Tagung zeigte es sich, dass die Definition des Begriffes „Farbe“ nach DIN 5033 unbefriedigend ist. Zur Erinnerung:

„Farbe ist ein durch das Auge vermittelter Sinneseindruck, durch den sich zwei aneinandergrenzende, strukturlose Teile des Gesichtsfeldes bei einäugiger Beobachtung mit unbewegtem Auge allein unterscheiden lassen.“

Nun soll die folgende Definition zur Diskussion gestellt werden:

„Farbe ist eine Empfindung, die im Kopf entsteht.

Die Ursache dieser Empfindung ist meist das Auftreffen von elektromagnetischer Strahlung des Wellenlängenbereichs von 380 bis 780 nm auf ein Auge.

Das Fehlen dieses Reizes im Vergleich zu benachbarten Reizen ergibt die schwarze Farbempfindung.

Farbempfindungen können aber auch aus dem Gedächtnis abgerufen werden, wenn wir uns erinnern oder beim Träumen.

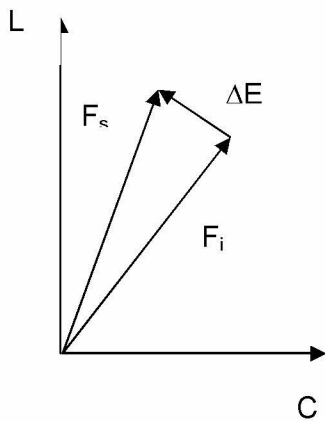
Bei einigen Menschen können auch Reizungen anderer Sinne, z. B. des Ohres oder der Haut zu Farbempfindungen führen. Diese Menschen, bei denen eine Verknüpfung der Sinne vorliegt, bezeichnet man als Synästhetiker. Es gibt auch Synästhetiker, denen Buchstaben oder Zahlen farbig erscheinen, obwohl diese auf einem Farbreiz beruhen, der normalerweise eine unbunte Farbempfindung ergibt.

Farbabstände sind Strecken im Farbraum, z.B. die Verbindung von Ist- zu Sollfarbe. Als solche werden sie bisher immer mit positivem Vorzeichen verwendet. Das ergibt aber Probleme, wenn man mit Farbabständen Statistik betreiben möchte, wie es z. B. in dem Lehrbuch von Schläpfer getan wird. Um mit Farbabständen normal Statistik betreiben zu können, soll hiermit die Einführung eines Vorzeichens für den Farbabstand ΔE vorgeschlagen werden:

$$|\Delta E| = \pm \sqrt{(L_i - L_s)^2 + (a_i - a_s)^2 + (b_i - b_s)^2}$$

$$\Delta E = + \text{falls } |F_i| < |F_s|$$

$$\Delta E = - \text{falls } |F_i| > |F_s|$$



$$|F_s| = \Delta E + |F_i|$$

Auf diese Weise lassen sich sinnvolle negative ΔE 's erzeugen.

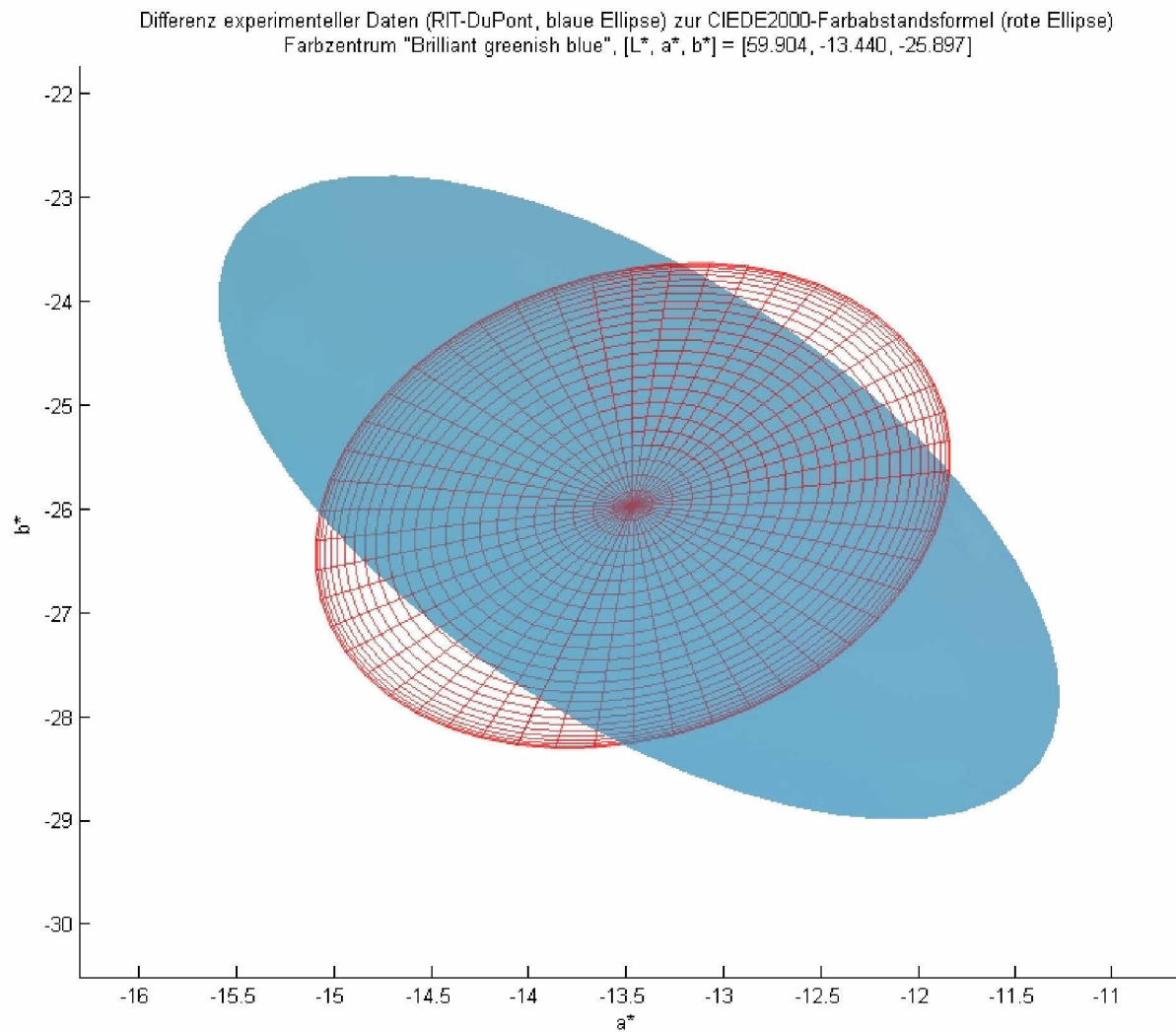
Erzeugung eines wahrnehmungsgleichabständigen Farbraums auf Basis experimenteller Daten

Ingmar Lißner, Philipp Urban

TU Darmstadt

"Obwohl bereits diverse Farbräume sowie Farbabstandsformeln vorgeschlagen und standardisiert wurden, gibt es großen Spielraum für Verbesserungen. Es wird ein neuer euklidischer Farbraum vorgestellt, der direkt aus den visuellen Daten der RIT-DuPont-Experimente abgeleitet ist. Dabei werden die RIT-DuPont-Ellipsen zunächst auf dem kompletten CIELAB-Farbraum interpoliert. Hierbei wird Gaussian process regression eingesetzt, um die Unschärfe der visuellen Daten zu berücksichtigen. Anschließend wird mit Hilfe einer zweistufigen Gitteroptimierung die Differenz zwischen euklidischen und wahrgenommenen Farbabständen minimiert. Das Ergebnis ist eine auf einer Lookup-Tabelle basierende Transformation, die den CIELAB-Farbraum in einen bezüglich der experimentellen Daten gleichabständigen Farbraum transformiert."

Ein anschauliches Beispiel für die Abweichung der experimentellen Daten von der CIEDE2000-Farbabstandsformel habe ich angehängt, um den Spielraum für Verbesserungen zu verdeutlichen.



Farbkonstanz und Analyse der Lichtquellen für die Lichtindustrie

Dr. Peter Bodrogi, Prof. Tran Quoc Khanh

FG Lichttechnik, TU Darmstadt, Hochschulstr. 4A, D-64289 Darmstadt

Introduction

Today, new solid state light sources (white LED lamps) are emerging with novel spectral power distributions (SPDs). For the lighting industry, it may be important to assess the colour constancy phenomenon under these viewing conditions because such SPDs differ from natural ones. This effect is combined with the difference of artificial spectral reflectances from natural reflectances. It may be important to know what SPDs yield good, acceptable or bad human colour constancy and what factors (i.e. constituent neural mechanisms) of colour constancy[1,2] work more or less optimal under the different light source SPDs. The extent of colour constancy still available under an inferior artificial light source (e.g. an RGB LED lamp) should also be predicted. Rules are necessary to design such LED lamps that are able to ensure a high degree of (successive) colour constancy for the users.

Limitations of the current light source colour quality indices

Following limitations have been identified from the point of view of the colour constancy phenomenon: 1. Test sources should be matched to a *single* reference source; 2. Experimental databases of the current chromatic adaptation transforms miss results under solid state light source SPDs; 3. Single patch

approach where only standalone colour patches are compared under the test and reference SPDs although in the real world combinations of surfaces, textures and shapes are seen that evoke higher order neural mechanisms, e.g. memory[3,4], language, or object recognition; 4. Today's spectral reflectances are different from (and not representative of) the current test colour samples.

Factors affecting human colour constancy with relevance to lighting industry

Following factors have been identified from the point of view of the colour constancy phenomenon: 1. Chromatic *adaptation*: local contrast, global contrast, and image content may also affect chromatic adaptation in addition to the factors included in the currently used chromatic adaptation transforms; 2. Additional constraints to achieve colour constancy: *spatial ratios* of cone excitations remain (relatively) constant [5] across the different light sources when viewing different parts of a multi-colour reflecting surface but this effect may not hold for novel artificial light SPDs; 3. Scenes tend to contain chromatic *textures* [6] and the discrimination of texture stimuli is not the same as the discrimination of uniform colour patches; and 4. *Contextual* factors i.e. the higher order processing involving long term colour memory for familiar objects (e.g. human skin tone). Therefore, pictorial test images (possibly hyperspectral) are needed instead of standalone patches.

Analysis of spatial ratios of cone excitations and their combinations for white LED light sources and modern colorants

Aim of this analysis is a comparison of the change (or constancy) of these spatial ratios (compare with Table 1 of [rrr5]) for 1. phases of daylight with natural (conventional) spectral reflectances; and 2. white LED light sources (RGB LED cluster and phosphor LED) with modern (saturated) colorants.

Short-term guideline for improvement

Following short-term guideline is suggested: 1. Develop a rendering index based on a single reference illumination; 2. Replace the current test colour samples to today's familiar object reflectances; 3. Improve the performance of the current chromatic adaptation transforms and colour difference formulae under novel illuminants including solid state light sources; 4. Review the concept of the colour constancy index and compare with the colour rendering index.

Long-term goal

Following long-term goal was formulated by considering current computational colour constancy and *colour image difference* research: Imagine a computational colour constancy algorithm simulating human neural mechanisms - once this algorithm is developed, a set of natural hyperspectral test images can be defined. Their image colour perception could be predicted under the reference and test illuminants together with the value of image colour difference to be used to develop a rendering index.

References

- [1] D. H. Brainard, "Color Constancy," in *The Visual Neurosciences*, L. M. Chalupa, J. S. Werner, eds., (Bradford – The MIT Press, 2004), pp. 948-961.
- [2] J. M. Kraft, D. H. Brainard, Mechanisms of color constancy under nearly natural viewing, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol. 96, pp. 307–312, January 1999.
- [3] Yazhu Ling, Anya Hurlbert, Role of color memory in successive color constancy, *J. Opt. Soc. Am. A*, Vol. 25, No. 6, June 2008, pp. 1215-1226.
- [4] Thorsten Hansen, Maria Olkkonen, Sebastian Walter, Karl R. Gegenfurtner, Memory modulates color appearance, *Nature Neuroscience*, Vol. 9, No. 11, pp. 1367-1368.
- [5] Sérgio M. C. Nascimento, David H. Foster, Relational color constancy in achromatic and isoluminant images, *J. Opt. Soc. Am. A* 17/2, February 2000.
- [6] Thorsten Hansen, Martin Giesel, Karl R. Gegenfurtner, Chromatic discrimination of natural objects, *Journal of Vision* (2008) 8(1):2, 1–19.

DIN 33872 "Relative Farbwiedergabe" sowie Trends und Daten für einen visuellen RGB-Elementarfarbraum.

Prof. Klaus Richter, TU Berlin

DIN 33872-1 und -5 beschreiben einen visuellen RGB-Farbraum und testen die Elementar-Buntonausgabe auf Farb-Monitoren und -Druckern mit einem JA/NEIN-Kriterium. Für eine DIN-Prüfdatei mit den vier rgb-Datensätzen (1,0,0), (1,1,0), (0,1,0) und (0,0,1) wird die Ausgabe auf Bunnton-Übereinstimmung mit den visuellen Elementar- Bunttönen Rot R, Gelb J, Grün G, und Blau B geprüft, siehe

<http://www.ps.bam.de/33872>

In 2007 hat das ISO-Komitee "Ergonomie - Visuelle Display- Anforderungen" die CIE-Division 1 "Sehen und Farbe" gebeten, die Bunntonwinkel der Elementarfarben festzulegen. In 2009 hat Thorstein Seim (Norwegen) im Auftrag der CIE den Bericht CIE R1-47 "Hue Angles of Elementary Colours" vorgestellt. Die CIE-Testfarben Nr. 9 bis 12 von CIE 13.3 "Farbwiedergabe" beschreiben in guter Näherung die Elementarbunttöne, z. B. Rot R als weder gelblich noch bläulich. Die Bunntonwinkel in CIELAB betragen 26, 92, 162 und 272 für R, J, G, und B für die Normlichtart D65 und den 2 Grad-Beobachter und werden in DIN 33872 benutzt.

In einem nächsten Schritt ist eine CIE-Festlegung der dreidimensionalen $L^*C^*h_{ab}$ -Farbdaten der Elementarfarben erwünscht, Hierzu dienen neue Experimente zur visuellen Skalierung der relativen Schwarzhheit n^* und relativen Buntheit c^* .

Einfache Gleichungen berechnen diese Koordinaten aus den geräteunabhängigen rgb-Daten des visuellen RGB-Farbraums, der mit den CIELAB-Daten der visuellen Elementarfarben definiert wird.

Untersuchung von Optimierungsverfahren für n-kanalige Farbmischung

Dipl.-Ing. Philipp Schwamb, Dipl.-Ing. Nils Haferkemper,
Dipl.-Ing. Thomas Kuhn, Prof. Dr.-Ing. Tran Quoc Khanh

Fachgebiet Lichttechnik TU Darmstadt

Einleitung

Das Ermischen einer beliebigen Farbe aus wenigen Grundfarben ist eine in Licht- und Drucktechnik weit verbreitete Methode. Praktisch jedes Farbdisplay für Fernseher, Computer-Bildschirme oder Handys verwendet additive Farbmischung aus meist drei Grundfarben. Durch die Nutzung von mehr als drei Lichtquellen und die damit einhergehenden Metamerieeffekte erhält man aber nicht nur die Möglichkeit, einen definierten Farbort zu erreichen, sondern gewinnt bei gleichem Farbort die Möglichkeit, andere Strahlungseigenschaften zu steuern.

Problemstellung

Doch die Verwendung von mehr als drei Quellen führt dazu, dass man mit einer mathematischen Überbestimmung der zur Lösung erforderlichen Gleichungssysteme konfrontiert ist, die sich analytisch nur schwer beschreiben lässt. Zur Lösung dieses Problems stehen diverse deterministische und wahrscheinlichkeitstheoretische Verfahren zur Verfügung. Eine Berechnung sämtlicher Permutationen der einzelnen LEDs ist nicht effizient und vor allem bei vielen LEDs nicht in endlicher Zeit lösbar. Wahrscheinlichkeitstheoretische Verfahren haben den Nachteil, dass Sie im Mittel nicht sehr performant und die Ergebnisse nicht reproduzierbar sind.

Modellierung

Ziel der Modellierung ist die Anwendung etablierter mathematischer Optimierungsverfahren um einen vorgegebenen Farbort zu erreichen. Desweiteren soll es möglich sein, weitere integrale Parameter (z.B. Circadiane Wirkung, Lichtausbeute, etc.) als Nebenbedingung zu integrieren. Die direkte Optimierung auf die Farbwiedergabe lässt sich aufgrund der Berechnungsvorschrift nicht analytisch modellieren, da diese

unstetig und daher nicht ableitbar ist. Daher kommen für eine Optimierung auf Farbwiedergabe nur noch wahrscheinlichkeitstheoretische Verfahren in Frage.

Zur Lösung der Aufgabe wurden eine Vielzahl von mathematischen Verfahren umgesetzt und hinsichtlich ihrer Eignung sowie Performanz untersucht. Aus Gründen der Implementierbarkeit, Konvergenz, Skalierungssensitivität, etc. wurden einige Verfahren selektiert, wobei sich die Verwendung des „Truncated-Newton“-Verfahrens mit „In-Barriere“ als klarer Favorit unter den deterministischen Verfahren herausstellte.

Zusammenfassung und Ausblick

Es wurde ein Framework entwickelt welches in der Lage ist, bei Vorgabe eines Farbortes (XYZ oder xy), eine definierte Anzahl an Lösungen für die Kombination von n verschiedenen spektralen Quellen zu finden. Die Lösungen erfüllen alle die Hauptbedingung, das Erreichen eines Farbortes inklusive vorgegebener Toleranzen, sowie frei konfigurierbare Nebenbedingungen (z.B. maximale Farbwiedergabe bei maximaler Lichtausbeute). Der Anwendungsbereich der Verfahren erstreckt sich über einen großen lichttechnischen Bereich.

Beispielhafte Anwendungen seien hier genannt:

- Vergleichbare Aufgaben der subtraktiven Farbmischung: Optimierung von Körperfarben beispielsweise für Textil- und Druckindustrie für Farbstabilität verschiedener Lichtarten
- Optimierung grüner, gelber und roter Phosphoranteile weißer LEDs
- Optimierung von Metallsalzkombinationen z.B. für quecksilberfreie Entladungslampen (Startverhalten als Nebenbedingung)

Multispektrale „High Dynamic Range“ Bildgebung

Johannes Brauers, Nils Schulte, André Alexander Bell, Til Aach

**Lehrstuhl für Bildverarbeitung
RWTH Aachen University
Templergraben 55
52056 Aachen
Johannes.Brauers@lfb.rwth-aachen.de**

Die Aufnahme natürlicher Szenen mit einem hohen dynamischen Umfang durch herkömmliche RGB-Kameras ruft generell übersteuerte oder unterbelichtete Bereiche hervor. Weiterhin wird die Farbechtheit der Aufnahmen durch einen systematischen Fehler der RGB-Farfilter beeinträchtigt. Das Problem des eingeschränkten Dynamikumfangs der Kamera wurde durch „High Dynamic Range Imaging“ (hochdynamische Bildgebung, HDR) adressiert: Mehrere RGB-Aufnahmen mit verschiedenen Belichtungszeiten werden dabei zu einem Bild mit hohem dynamischen Umfang kombiniert. Die Farbaufnahmegenauigkeit hingegen kann durch den Einsatz einer Multispektralkamera deutlich erhöht werden, die das sichtbare elektromagnetische Spektrum wesentlich detaillierter aufzeichnet.

In diesem Beitrag wird eine vielversprechende Kombination der beiden Technologien gezeigt, eine hochdynamische Multispektralkamera, die eine höhere Farbaufnahmegenauigkeit und ein verbessertes Signal- zu Rauschverhältnis gegenüber einer Kamera mit gewöhnlichem Dynamikumfang besitzt. Die spektrale und radiometrische Kombination der Einzelaufnahmen zu einem Multispektralbild mit erweitertem Dynamikbereich wird ausführlich erläutert. Außerdem wird eine Methode vorgestellt, die die exakte Messung der Linearität der Kamera ermöglicht.

Fotos von der diesjährigen DfwG Jahrestagung vom 6. – 8. Oktober 2009 in Berlin



Herr Kraushaar, Herr Gläser und Herr Witt



Die Herren Rochow, Prof. Hill und Rösler



Herr Gabel, Herr Prof. Richter



Herr Prof. Hill, Herr Rochow und Herr Gründer



Herr Dietz und Herr Geuer



H. Geuer, H. Dietz, H. Schröder, H. Böhme



Frau und Herr Rochow sowie Herr Prof. Hill



Herr Brauers und Herr Helling



Herr Döring und Herr Herold



Herr Wobser, Herr Hubner und Herr Hoffstadt



Herr Prof. Richter



Frau Kehren

Nachruf Dr. Hans G. Völz



Am 27. März 2009, nur wenige Tage nach seinem 88. Geburtstag, ist Dr. Hans G. Völz nach kurzer schwerer Krankheit gestorben.

Geboren am 18. März 1921 in Greifenberg/Pommern gehörte er durch sein Geburtsdatum und auch -ort zu einer Generation, deren Leben als Jungendlicher und junger Erwachsener durch den zweiten Weltkrieg geprägt worden ist.

Nach sechsjährigem Kriegsdienst und dreijähriger französischer Kriegsgefangenschaft kehrte er 1948 nach Deutschland zurück und begann zunächst bei Ulrich Hofmann in Regensburg Chemie zu studieren. Später wechselte er nach

Göttingen und wurde Schüler von Otto Glemser, bei dem er auch promovierte.

Neben der Chemie beschäftigte er sich auch intensiv mit theoretischer Physik, wodurch er seine umfassenden mathematischen Kenntnisse erwarb.

1957 trat er bei der Bayer AG in Krefeld Uerdingen ein. Er gründete und leitete zunächst das Entwicklungslabor Titandioxid. 1971 richtete er das "Labor für Pigmentprüfung und Messverfahren" ein, dem er bis zu seiner Pensionierung 1986 vorstand.

Aus den mehr als einhundert Veröffentlichungen und vielen Vorträgen, die von ihm stammen, sollen hier stellvertretend nur die Themen der folgenden genannt werden:

- die "Vierkanal-Theorie" der Lichtstreuung und -absorption zur Berechnung der Lichtströme in pigmentierten Beschichtungen (1962),
- das „spektrale Bewertungsprinzip“ zur Hochrechnung der Farbe von Beschichtungen auf beliebige Schichtdicken (1964).
- die Theorie der Abhängigkeit der Lichtstreuung von der Pigmentkonzentration durch Streuwechselwirkung (1967),
- die Aufklärung der Kreidung titandioxidhaltiger Anstriche als photokatalytischer Abbau durch OH- und HO₂-Radikale (1970),
- die Bestimmung der Prüffehler und der Signifikanz von Farbmessungen mit Hilfe mathematisch statistischer Methoden (1982),
- die Bestimmung und mathematische Darstellung der Teilchengrößenverteilung nadel- oder plättchenförmiger Pigmente (1984).

Die Arbeiten von Hans G. Völz zeichnen sich immer durch sein großes Verständnis für die physikalischen Zusammenhänge bei der Pigmentwirkung auf der einen Seite sowie dem Entstehen des Farbeindrucks und der Farbmessung auf der anderen Seite aus.

Er war einer der Pioniere, die - beginnend in den sechziger und siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts - die Farbmessung in die industrielle Praxis einführten und zeigten welche Möglichkeiten in der industriellen Anwendung gerade für die Pigment- und Lackindustrie lagen.

Ein wichtiger Aspekt seiner Arbeit war für Hans G. Völz immer, die entwickelten Verfahren und Methoden als Normen zu formulieren und damit für die "Schnittstelle" Kunde/Lieferant zugänglich zu machen. Seine langjährige überaus engagierte Mitarbeit auf diesem Gebiet ist mit der goldenen DIN-Ehrennadel geehrt worden.

Für ihn waren die Farbmetrik, und weiter gefasst die Naturwissenschaften ganz allgemein, nicht nur Beruf, sondern eine Möglichkeit sich mit seiner Umgebung auseinanderzusetzen: Auch nach seiner Pensionierung hörte er in keiner Weise auf mit dieser Materie zu beschäftigen und durch originäre Beiträge voranzutreiben.

Es folgte nicht nur die Veröffentlichung seines Buches ("Industrielle Farbprüfung"), das inzwischen in zweiter Auflage sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch erschienen ist sondern genauso eine Serie von Arbeiten zur Berechnung großer Farbabstände in nichteuklidischen Farbräumen (1998).

Farbmetrik und Pigmente waren natürlich stets im Fokus des Interesses von Hans G. Völz. Dies hielt ihn aber nicht davon ab, eine Arbeit über "Das Problem der Kuckucksuhr" zu veröffentlichen, in dem er untersuchte, ob die Länge und das Gewicht der Ketten einen Einfluss auf die Ganggeschwindigkeit der Uhr haben (Sie haben es nicht).

All dies berechnete er auf immer originelle Weise entweder direkt "von Hand" oder numerisch mit seinem Commodore C64, auf dem alle Arbeiten entstanden. Auch wenn er stets an Neuerungen interessiert war, konnte er wohl nicht von e-mail und Internet überzeugt werden.

Trotz des großen Raums, den sein Beruf im Leben einnahm, war dies natürlich nur eine Seite von Hans G. Völz: Eine Unterhaltung mit ihm konnte schnell eine überaus große Anzahl von Themen behandeln, denn seine Interessen umfassten ebenso Geschichte, Kunst und vor allem auch Musik. Zu seinen festen Gewohnheiten gehörten seine Ferientaufenthalte auf Sylt und in der Schweiz und besonders die Besuche der API- und DfwG-Tagungen.

Besonders beeindruckend fand ich immer seine Fähigkeiten jahrzehntelange Freundschaften zu pflegen: Auf seinen Geburtstagsfeiern konnte man auch immer Freunde aus seiner Kriegs- und Gefangenenezeit finden.

Dr. Uwe Hempelmann

Licht- und spektraloptische Materialeigenschaften in sicherheitsbezogenen Anwendungen

Klaus-Peter Gründer, BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung
Arbeitsgruppe: „Optische Messverfahren und Referenzmaterialien“

Vortragsgliederung

- BAM-Arbeitsumfeld, Motivation, Akkreditierung
- Charakterisierung retroreflektierender Materialien:
 - BAM-Referenzreflektometer (Retroreflexion)
 - Spektralfotometer DMC25 (ZEISS)
 - Spektralfotometer Lambda 900 (PerkinElmer)
 - Normenwerk und Spezifikation
- Fluoreszenzmessverfahren:
 - 2-Monochomatoren-Messplatz
 - D65-Simulator und -Messplatz
- Langnachleuchtende Materialien
- BAM-Referenzreflektometer für die Glanzmessung

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Leitlinie der BAM



Sicherheit in Technik und Chemie



DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



FG VIII.1 „Mess- und Prüftechnik, Sensorik“

Aktuelle Arbeitsgruppen

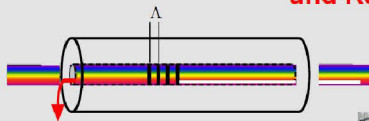
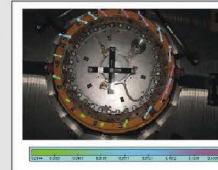


**Zuverlässigkeit
von Prüfsystemen**



**Sensoren und
Messsysteme**

**Optische Messverfahren
und Referenzmaterialien**



**Faseroptische
Sensorik**



**Verteilte und
POF-Sensoren**

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Tätigkeitsfelder der AG - Optische ZfP

Stereobild-Korrelation

Mehrbild-Fotogrammetrie

Streifen-projektion

Stereo-Foto-grammetrie

Scherografie

Speckle-IF (ESPI)

WL-IF-Mikroskopie

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Standorte der BAM

**Zweigellände Fabbeckstraße
Unter den Eichen 44-46**

**Zweigellände Adlerehof
Richard-Wilstätter-Straße 11**

**Stammellände Lichterfelde
Unter den Eichen 87**

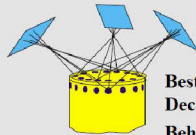
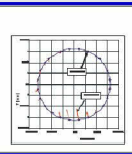
**Freiversuchsgelände
Horstwalde**

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



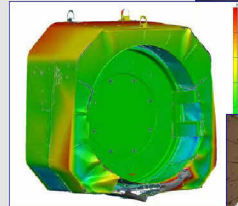
Experimentelle Behälterzulassung

Mehrbild-Fotogrammetrie



Bestimmung der lateralen Deckerverschiebung und Behälterverformung

Streifenprojektionsverfahren



Digitalisierung zur Beanspruchungsanalyse



DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Tätigkeitsfelder der AG - Messgrößen

Optische

Materialeigenschaften

Reflexion

Reflexionsfaktor, Reflexionsgrad, optische Dichte, Reflektometerwert (Glanz), Leuchtdichte, spezifischer Rückstrahlwert (Retroreflexion) Leuchtdichtefaktor, div. Farbmaßzahlen nichtfluoreszierend, fluoreszierend spektral, $V(\lambda)$ -bewertet, winkelabhängig

Transmission

Transmissionsgrad, optische Dichte spektral, Geometrie ($0^\circ/0^\circ$, $0^\circ/d$), $V(\lambda)$ -bewertet

Emission

Spektrale Strahlungsverteilung, Spektralfarbe, Nachleuchtverhalten phosphoreszierender Materialien

Beanspruchungsanalyse

Geometrische, mechanische und kinematische Kenngrößen in 3D

Koordinaten, Verschiebungen, Dehnungen, Gestalt/Gestaltsänderung, Bewegung / Zeit

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Tätigkeitsfelder der AG - Fotometrie und UV/VIS/NIR-Spektrometrie

Referenz-Materialien

Farbe und Weißgrad



Transmission



Testvorlagen

Glanz



Produkte / Proben



Fluchtwegmarkierung

Verkehrszeichen



Warnweste



Schulranzen

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005



Bestimmung spektraler Kennzahlen von fluoreszierenden und nicht fluoreszierenden Referenzmaterialien unter genormten geometrischen Messbedingungen



- ZEISS DMC25
- D65-Simulation und -Messung
- 2-Monochromatormessplatz
- PerkinElmer Lambda 900
- ZEISS Goniospektrometer (bis 2005)

Bestimmung integraler (lichttechnischer) Reflexionskennzahlen von fluoreszierenden und nicht fluoreszierenden Referenzmaterialien unter variablen geometrischen Messbedingungen



- BAM-Referenzreflektometer (Glanz)
- BAM-Referenzreflektometer (Retro)
- Phosphoreszenzmessplatz (ab 2010)

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin

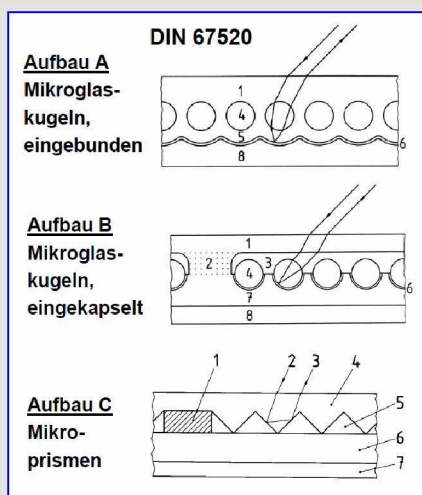


Retroreflexion

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Typen retroreflektierender Materialien



Effekt der Retroreflexion:

Einfallendes Licht wird hauptsächlich in Anleuchtrichtung zurückreflektiert

Legende Kugeln:

- (1) Deckschicht
- (2) Verschweißung
- (3) Luftschicht
- (4) Mikroglaskugeln
- (5) Abstandsschicht
- (6) Reflexschicht
- (7) Trägerschicht
- (8) Kleber

Legende Prismen:

- (1) Verschweißung
- (2) Einf. Lichtstrahl
- (3) Ausf. Lichtstrahl
- (4) prism. Deck- und Reflexschicht
- (5) Luftschicht
- (6) Trägerschicht
- (7) Klebeschicht

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



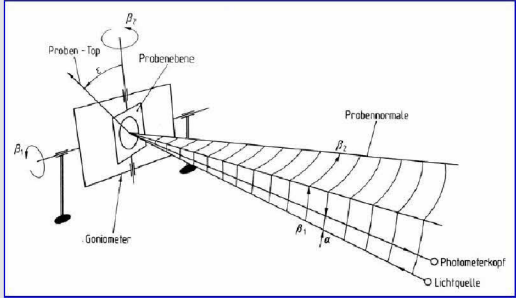
Bestimmungsgrößen Retroreflexion

$$R_A(\alpha, \beta, \epsilon) = \frac{I}{E_{\perp} \cdot A}$$

in [cd / (lx · m²)]

Spezifischer Rückstrahlwert R_A von Reflexstoffen

- mit:
- α Beobachtungswinkel
 - β_1 Vertikalkomponente des Anleuchtungswinkels
 - β_2 Horizontalkomponente des Anleuchtungswinkels
 - ϵ Verdrehungswinkel
 - I Lichtstärke in Richtung α und β für ϵ
 - E_{\perp} senkrecht erzeugte Beleuchtungsstärke
 - A beleuchtete Fläche



DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Normenübersicht

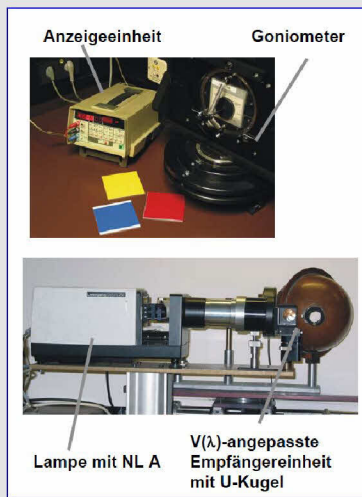
- Optische Eigenschaften retroreflektierender Materialien (Spezifikation)**
- DIN 6171-1:2003-08 Aufsichtsfarben für Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen (Farbort, Leuchtdichtefaktor)
 - DIN 67520:2008-11 Retroreflektierende Materialien zur Verkehrssicherung – Lichttechnische Mindestanforderungen an Reflexstoffe (Grundlagen des Reflektometers; Materialkennwerte)
 - Weitere Normen:
DIN EN 12899 (Normserie zu: u.a. ortsfeste, vertikale Straßenverkehrszeichen; Leitpfosten - Farbort, Leuchtdichtefaktor, spez. Rückstrahlwerte); DIN 58124 (Schulranzen); DIN EN 471 (Warnkleidung); DIN 74069 (Kfz-Kennzeichenschilder)

- Grundlagen der Spektral- und Farbmessung**
- DIN 5033-3:1992-07 Farbmessung; Farbmaßzahlen
 - DIN 5033-7:1992-07 Farbmessung; Messbedingungen für Körperfarben
 - DIN 5036-1:1978-07 Strahlungsphysik. und lichttechn. Eigenschaften von Materialien; Begriffe und Kennzahlen
 - Weitere Normen:
DIN 5033-4 (Spektralverfahren); DIN 5033-9 (Weißstandards); DIN 5036-3 (Messgeometrien)

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Referenzreflektometer (Retro)



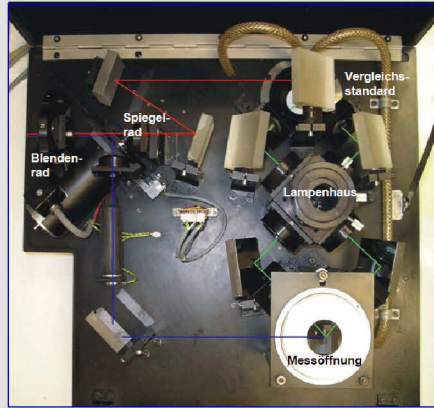
- Messgrößen für Reflexfolien:**
- Spezifischer Rückstrahlwert
 - Normfarbwertanteile
 - Leuchtdichtefaktor
- Geräteparameter:**
- Beobachtungswinkel: 0,1° bis 2°
 - Anleuchtungswinkel: ± 90°
 - Verdrehungswinkel: 360°
 - Messfläche: typ. 70 mm x 70 mm
 - Normlichtart: A
 - Anpassung: V(λ)
 - Messstrecke: 10 m
- Rückführung des weißen, retroreflektierenden Referenzstandards:**
- Werkseitige Kalibrierung von Beleuchtungsstärke- und Leuchtdichtemessgeräten durch PTB

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Spektralfotometer ZEISS DMC25

Strahlführung im Zweistrahlspektrometer



- Messstrahlengang
- Vergleichsstrahlengang
- Beleuchtungsstrahlengang

Messgrößen nicht fluoreszierender Materialien:

- Spektrale Reflexionsfaktoren
- Spektrale Reflexionsgrade
- Transmissionsgrade

Geräteparameter:

- Messgeometrien
45° / 0°; 8° / d; d / 8° (R)
8° / d; d / 8° (T)
- Wellenlängenbereich
380 nm bis 720 nm
- Messfeldgrößen für
45° / 0°: (11, 21, 33) mm
d-Geom.: (11 bis 21) mm

Rückführung:

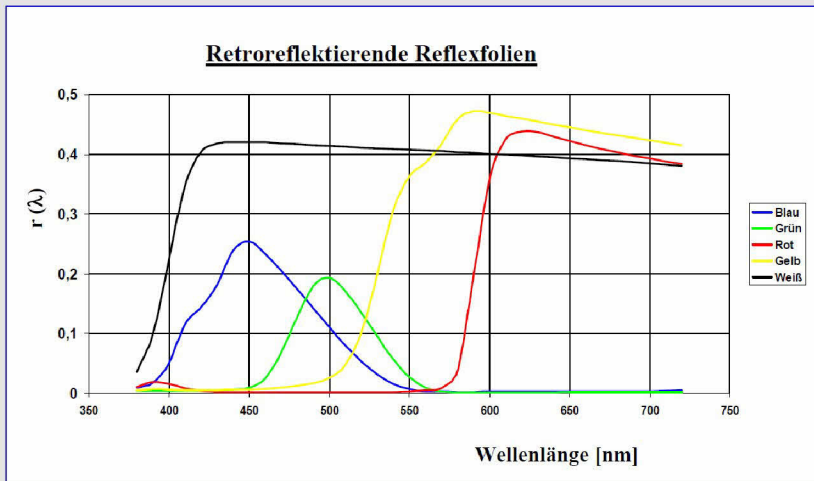
- Reflexionsnormal (PTB)
- Linienstrahler (Wellenlänge)

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Reflexionsfaktoren

Retroreflektierende Reflexfolien



DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Bestimmungsgrößen zur Farbe

Farbmaßzahlen / Normfarbwerte

$$X = K \sum_{380}^{720} S(\lambda)_n \cdot r(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$Y = K \sum_{380}^{720} S(\lambda)_n \cdot r(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$Z = K \sum_{380}^{720} S(\lambda)_n \cdot r(\lambda) \cdot \bar{z}(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

mit $K = 100 / \sum_{380}^{720} S(\lambda)_n \cdot \bar{y}(\lambda) \cdot \Delta\lambda$

Farbort / Normfarbwertanteile

$$x = X / (X + Y + Z)$$

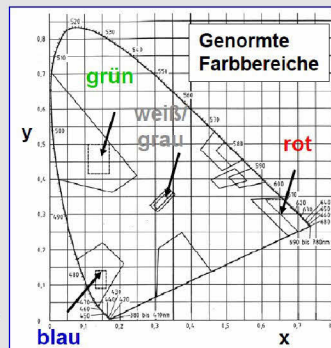
$$y = Y / (X + Y + Z)$$

Leuchtdichtefaktor

$$L_F = Y / 100$$

Eingangsgrößen:

- $S(\lambda)_n$ Strahlungsfunktion der NL (D65)
- $r(\lambda)$ Spektrale Reflexionsfaktoren (45°/0°)
- $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ Normspektralwertfunktionen (2°-Normalbeobachter; CIE 1931)



„Farbtafel“

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin

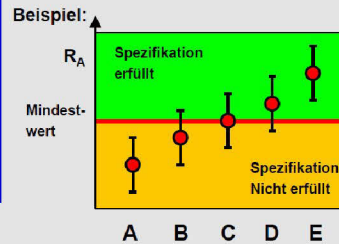


Spezifikation - Falldiskussion

Regelwerke Interpretation von Spezifikationen:

- DIN EN ISO 14253-1:1999
Geometrische Produktspezifikation (GPS)
Prüfung von Werkstücken und Meßgeräten durch Messen
- ILAC-G8:1996
„Guidelines on Assessment and Reporting of Compliance with Specification“
- APLAC TC 004:2006; Issue No. 3
Method of stating test and Calibration Results and Compliance with Specification
- UKAS M3003 Ed.2:2007, Appendix M
Assessment of Compliance with Specification

Parameter	Spezifikationen zu $R_A / [x, y] / L_F$
Aufsichtsfarben:	Weiß; Grau; Gelb; Orange; Rot; Braun; Blau; Grün; Purpur
Anleuchtwinkel β_1 :	5°; 20°; 30°; 40°
Anleuchtwinkel β_2 :	0°
Beob.-winkel α :	0,1°; 0,2°; 0,33°; 1°; 1,5°; 2°
Verdrehungswinkel ϵ :	0° bis 360°



DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Spezifikation - Entscheidung über Konformität

Anlage zur StAA 29 der BZS, 1. Fassung:

„Entscheidung über Einhaltung von Spezifikationen unter Berücksichtigung der Messunsicherheit – mögliche Strategien“

Fall C: Messunsicherheit in der Spezifikation bereits implizit berücksichtigt

- Messverfahren sind zusammen mit der Spezifikation genormt
- Jedoch keine Messunsicherheit (MU) und Entscheidungsregeln hinsichtlich der Einhaltung von Spezifikation in der Norm behandelt
- MU bei Festlegung der Spezifikation bereits berücksichtigt
- MU ist klein im Vergleich zu Grenzwerten
- D.h., Konformitätsentscheidung als würde MU nicht betrachtet

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin

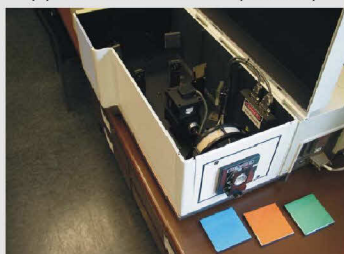


Spektralfotometer PerkinElmer Lambda 900

Geräteparameter:

Verschiedene Gerätemodule zur Auswahl:

- (1) Kugel R+T - 8°/d
- (2) Gerichtet T - 0°/0°
- (3) VW (Spiegelreflexion)
- (4) Gerichtet R - 0°/45° (zirkular)



Messgrößen nicht fluoreszierender Materialien:

Spektraler Reflexionsfaktor
Reflexionsgrad; Transmissionsgrade

Geräteparameter:

- Messgeometrien
0° / 45° zirkular (R)
8° / d (R) und 0° / d (T)
0° / 0° (T)
- Spektralbereich
200 nm bis 2500 nm
- Messfeldgröße / Probenöffnung
ca. > 5 mm;
- Strahlungsempfänger
Si-Fotodiode (200 nm bis 860 nm)
Pb-Empfänger (860 nm bis 2500 nm)

Rückführung:

Reflexionsnormal (PTB, D)
Kalibrierte Filter (NIST, USA)

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



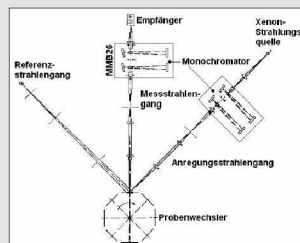
Fluoreszenz

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



2-Monochromatoren-Messplatz

Messprinzip und Aufbau



Messgrößen fluoreszierender

Materialien:

Gesamtstrahldichtefaktor
Reflexion-Strahldichtefaktor
Lumineszenz-Strahldichtefaktor

Geräteparameter:

Messgeometrien
 $0^\circ / 45^\circ$

Wellenlängenbereich
300 - 800 nm

Messfeldgröße:
ca. 17 mm

Strahlungsquelle:
Xenon-Bogenlampe

Detektor:
Photomultiplier

Rückführung:

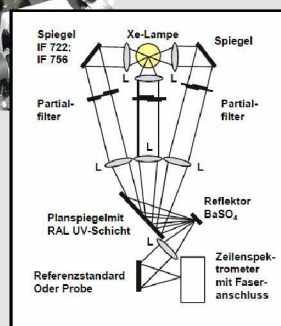
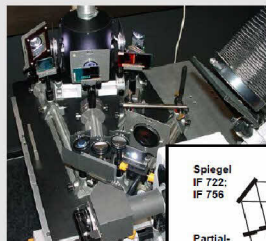
Reflexionsnormal (PTB)
Normallampe (PTB)
Hg-Lampe (Wellenlänge)

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



D65-Simulator und -Messplatz

Messprinzip und Aufbau



Messgröße fluoreszierender und nicht fluoreszierender Materialien:

Spektrale Reflexionsfaktoren

Geräteparameter:

Messgeometrien
 $45^\circ / 0^\circ$

Wellenlängenbereich
300 - 780 nm

Messfeldgrößen für
45 mm

Strahlungsquelle:
Xenonlampe

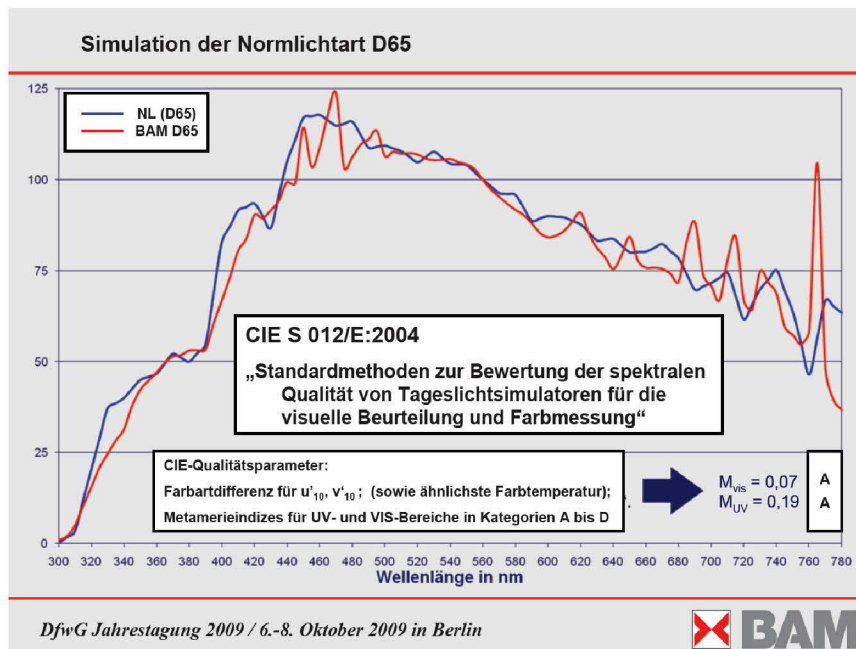
Detektor:
Zeilenspektrometer

Rückführung:

Reflexionsnormal (PTB)
Normallampe (PTB)
Linienstrahler (Wellenlänge)

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin





Phosphoreszenz

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Leuchtdichtemessplatz

Messprinzip und Aufbau



Messgrößen:

Leuchtdichte
 Beleuchtungsstärke

Geräteparameter:

Messbereiche $(10^{-2} - 5 \times 10^5)$ lx
 $(10^{-5} - 8 \times 10^3)$ cd/m²
 Messfeldgröße ≤ 55 mm

Rückführung:

Werkseitige Kalibrierung von
 Beleuchtungsstärke- und
 Leuchtdichtemessgeräten
 durch PTB

Typ. Normen:

- DIN 67510-1 LN Pigmente & Produkte; Messverfahren & Kennzeichnung beim Hersteller
- DIN 67510-4 dito ; Produkte für langnachs. Sicherheitsleitsysteme - Spezifikation

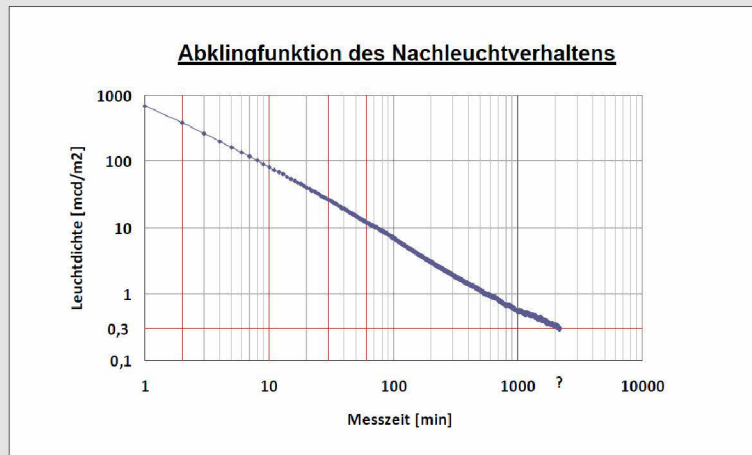
Weitere Normen:

- DIN ISO 15370 (Schiffe und Meerestechnik; Sicherheitsleitsysteme)
- ISO 16069 (Warnmarkierungen für Wegeleitsysteme)

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Beispielhaftes Messergebnis



DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



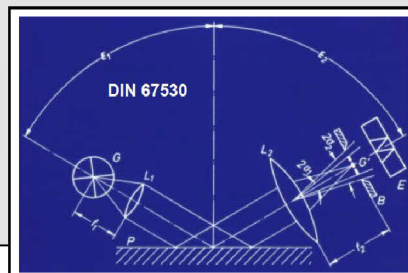
Glanz

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Reflektometer zur Glanzmessung

Messgröße:
Reflektometerwert



Geräteparameter:
 Messgeometrien
 20° / 20°
 60° / 60°
 85° / 85°
 Spektralbereich
 NL (A)
 V(λ)-Anpassung
 Messfeldgrößen für
 11 x 11 mm² (20°)
 16 x 9 mm² (60°)
 70 x 7 mm² (85°)

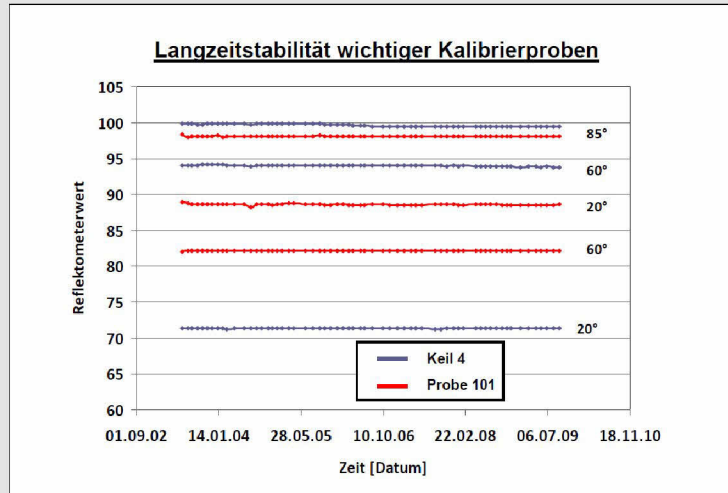
Typ. Normen:	
DIN 67530	Messverfahren und Geometrien
DIN EN ISO 2813	Lacke und Anstrichstoffe; Nicht-Metalle
ASTM D 523	Messverfahren und Geometrien
EN ISO 7668	Poliertes Metall
ASTM C 346	Keramik (45°)



DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Qualitätssicherung



DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Zusammenfassung und Ausblick

- **BAM führt Prüf-, Kalibrier- und Forschungstätigkeit in akkreditierten / nicht akkr. Bereichen durch**
- **Modernisierung vorhandener Messeinrichtungen**
- **Schwerpunkt auf sicherheitsrelevanten optischen Materialeigenschaften entspr. Leitlinie der BAM**
- **Mittel- und langfristiges Engagement**
- **Anwendungsbezogene und pre-normative F/E**

DfwG Jahrestagung 2009 / 6.-8. Oktober 2009 in Berlin



Farbkonstanz und Analyse der Lichtquellen für die Lichtindustrie

Peter Bodrogi, Tran Quoc Khanh, FG Lichttechnik, TU Darmstadt

Farbkonstanz und Analyse der Lichtquellen für die Lichtindustrie

Peter Bodrogi, Tran Quoc Khanh
FG Lichttechnik, TU Darmstadt



DfwG Jahrestagung 2009



Literatur



Implications of human colour constancy for the lighting industry

Yazhu Ling*, Peter Bodrogi**, Tran Quoc Khanh**

*Institute of Neuroscience, Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK

**Fachgebiet Lichttechnik, Technische Universität Darmstadt, Hochschulstr. 4A, Darmstadt, DE

May 24 - June 03: **CIE-Midterm Meeting and Light and Lighting Conference with special emphasis on LEDs and Solid State Lighting**, 24.5.-3.6.2009, **Budapest, Hungary.**



Farbkonstanz



- Farbkonstanz: ein Beobachter kann die spektrale Reflektanz der Oberfläche eines Objektes erkennen trotz wechselnde Beobachtungsbedingungen, die die spektralen Eigenschaften des das Auge erreichenden Lichtes beeinflussen.
 - Farbkonstanz ist nicht vollständig, z.B. unter nicht weißer Beleuchtung
- Farbkonstanz ist das Ergebnis mehrerer Sehmechanismen
- Verschiedene Wissenschaften beschäftigen sich mit der Farbkonstanz
 - Psychologie, Wissenschaft der Maschinen-Sehsysteme, Neurowissenschaften

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 3



Farbwiedergabe und Farbkonstanz



- Farbwiedergabe: Die Beleuchtung beeinflusst die Farberscheinung der Objekte, die mit einer Referenzlichtquelle verglichen wird.
- Konventionell berücksichtigen die Modelle der Farbwiedergabe nicht alle Mechanismen der Farbkonstanz - nur die chromatische Umstimmung

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 4



Die Vollständigkeit der Farbkonstanz



- Mathematisch kann das menschliche 3-Zapfen-System die spektrale Reflektanz des Objektes vom Beleuchtungsspektrum nicht trennen.
- Das Sehsystem arbeitet mit bestimmten weiteren (früher erlernten) Voraussetzungen über die Lichtquelle und die Objekte in den natürlichen Szenen
- Die Vollständigkeit der Farbkonstanz hängt davon ab, wie das Spektrum der Lichtquelle sowie die spektralen Reflektionseigenschaften der Sehobjekte in der Szene mit den eingebauten Voraussetzungen d.h. den Vorkenntnissen des Sehsystems übereinstimmen.

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 5



Farbkonstanz und moderne Lichtquellen



- Die heutigen modernen Lichtquellen (vor allem: die Leuchtdioden) unterscheiden sich wesentlich von natürlichem Licht (wie breitbandiges Sonnen- oder Kerzenlicht).
 - Das menschliche Sehsystem ist an letztere angepaßt
- Diese neuartigen Lichtquellen (LEDs) beeinträchtigen die Farbkonstanz
- Man sollte wissen mit welchen Spektren das Sehsystem die Farbkonstanz verwirklichen kann

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 6



CIE-Farbwiedergabeindex und Farbkonstanz



- Der CIE-Farbwiedergabeindex enthält grobe Vereinfachungen über das menschliche Sehsystem
 - Diese zeigen sich visuell vor allem bei RGB-LED-Spektren
- Die ehemalige CIE-Arbeitsgruppe TC1-62 (Chair: Peter Bodrogi) hat das Problem in einem technischen Bericht beschrieben und entschieden, einen neuen Index oder mehrere neue Indizes vorzuschlagen.
- Die aktuelle CIE-Arbeitsgruppe TC 1-69 (Chair: Wendy Davis) arbeitet momentan an neuem Index, der im kommenden Jahr veröffentlicht wird.

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 7



Lichttechnische Relevanz der Ergebnisse der Forschung der Farbkonstanz



- Für eine effektive Erneuerung des Farbwiedergabeindex muss man die Ergebnisse der ausgedehnten Farbkonstanz-Literatur anwenden, die bisher von der industrieorientierten Farbwiedergabeforschung getrennt verlief.
 - Die beiden Felder sollten miteinander kommunizieren.
- Die mathematische Beschreibung aller Mechanismen des menschlichen Sehsystems, die zur Farbkonstanz beitragen, ist heute ungelöst
- Unten werden etliche Mechanismen dargeboten und bestimmte Teillösungen für die Modellierung dargestellt.

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 8



Grenzen der jetzigen Indizes für die Farbqualität von Lichtquellen



- Der Farbwiedergabeindex selbst ist ein Versuch, den komplexen Vorgang mit einer einzigen Zahl zusammenzufassen.
- Stattdessen hat man auch Vektorfelder zur Veranschaulichung der Farbverschiebungen zwischen Test und Referenz versucht
 - Davon sind mehrere Zahlen abzuleiten
- Schon 1977 hat Dr. Halstead den Begriff Farbqualität (colour quality) eingeführt, und dessen Mehrdimensionalität gezeigt
 - Farbechtheit;
 - die Fähigkeit, kleine Farbunterschiede wahrzunehmen;
 - Farbpräferenz oder Flattery ("schmeichelnde" Erscheinung);
 - Harmonie;
 - Annehmbarkeit (acceptability)
 - Optische Klarheit

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 9



Vorschlag CIE TC1-33 (1996) zur Erneuerung der CRI-Berechnung R96_a



- MackBeth ColorCheckerTestfarben statt 8 Munsell-Farben
- Nur sechs Referenzquellen statt der kontinuierlichen Menge von Planck-Strahlern und Tageslichtarten
- Farbumstimmungsformel: CIECAT statt "von Kries"
 - Test und Referenz in D65 transformieren
- Farbunterschiede in CIELAB berechnen

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 10



2009: Erneuerung des Farbwiedergabeindex



- Prof. Ronnier Luo (Leeds, UK) hat auf dem gleichabständigen Farbraum CAM02-UCS basierend einen neuen CRI definiert. Test und Referenz werden in CAM02-UCS transformiert, und dort die Farbunterschiede gebildet
- Die TU Darmstadt hat neulich mit einem großen Datensatz von Farbunterschieden (ca. 1400 Antworten) bewiesen, dass die CAM02-UCS Farbdifferenzformel gut ist (besser als CIELAB, die CIECAM02-Metrik oder CIEDE2000).
- Die TU Darmstadt hat den kategorisierten Farbwiedergabeindex RCRI eingeführt, wo kein Durchschnitt der Farbunterschiede gebildet wird.
 - Sondern eine Transformation der Anzahl der guten und tadellosen Einstufungen der Testfarben.
 - Die Durchschnittsbildung der Farbunterschiede führt zu visuell falschen Ergebnissen.

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 11



Farbkonstanz: Weitere Faktoren der Farbumstimmung

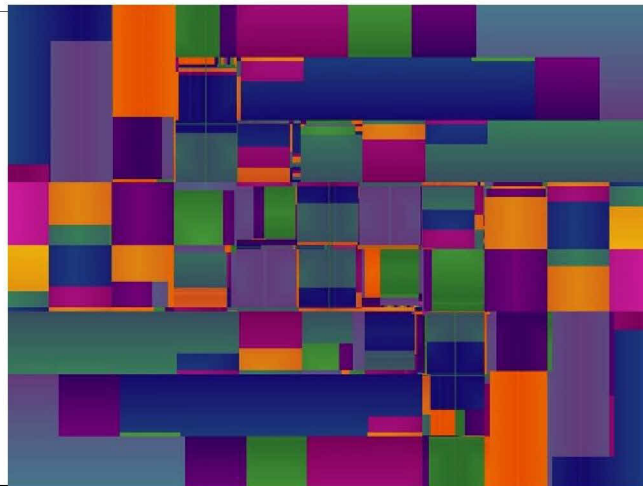


- Außer Farbumstimmung existieren viele weitere Mechanismen der Farbkonstanz
- In CIECAM02, CAT02 berücksichtigt nur einen Weißpunkt.
- Es gibt aber außerdem
 - die sog. gemischte Adaptation (mit mehreren Lichtfarben in der Szene);
 - Lokale und globale Farbkontraste in der Szene (Farbinduktion)
 - Identifizierbare Objekte und Texturen im Bild
- Es ist nicht genug, ein äquivalentes Adaptationsfeld einzuführen

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 12



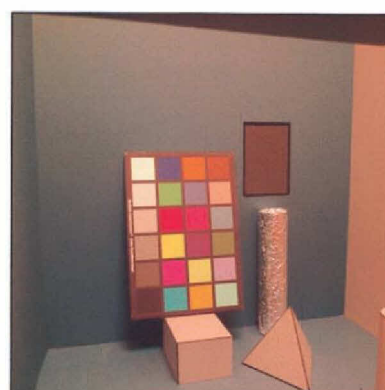
Mondrian-Bild zur Untersuchung der Farbkonstanz-Mechanismen



TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 13



3D-Versuch (Kraft und Brainard, 1999) zur Untersuchung der Faktoren der Farbkonstanz



TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 14



3D-Versuch (Kraft und Brainard, 1999) zur Untersuchung der Faktoren der Farbkonstanz



- Die Versuchspersonen mussten die Farbart der Testfläche (test patch) solange ändern bis sie neutral erschien
- Befinden sich alle **visuellen Hinweise (perceptual cues)** in der Szene, dann ist die visuell erreichbare Farbkonstanz verhältnismäßig hoch (83%)
- Entfernt man Schritt für Schritt diese Hinweise (lokaler Kontrast, globaler Kontrast, Weißpunkt, Farben), bleibt immer noch 11% vorhanden – wegen die Wahrnehmung der Interreflexionen in der Szene
- Dieses Experiment zeigt den Vielfalt der zur Farbkonstanz beitragenden Faktoren

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 15



Ein Modell der Farbkonstanz: Relationale Farbkonstanz



- Relational Colour Constancy
 - Nascimento SMC, de Almeida VMN, Fiadeiro PT, Foster DH, Minimum-variance cone-excitation ratios and the limits of relational colour constancy. *Visual Neuroscience*, **21**, 337-340, 2004.
- Konstanz der Verhältnisse unter den wahrgenommen Farben, wobei die Farbe des beleuchtenden Lichtes geändert wird
 - Die Beobachter können die Änderungen der Lichtquelle von den Änderungen der Objektfarben unterscheiden
- Wie kann man das mathematisch modellieren? Räumliche Verhältnisse der Zapfensignale des gleichen Typs (z.B. L oder M oder S) innerhalb der Szene bleiben konstant wenn sich die Lichtquelle ändert (Dr. Foster et al., 1997).
 - Nur solange die Lichtquelle "natürlich" ist

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 16



Warum kann die relationale Farbkonstanz für die Lichtindustrie relevant sein?



- Man könnte damit voraussagen, ob die Beobachter unter der neuen Lichtquelle (wie z. B. einer neuen weißen Leuchtdiode) eine Farbverzerrung wahrnehmen
- Entstehen visuell falsche Verhältnisse unter den Testfarben, dann sind die Farbwiedergabeeigenschaften der Lichtquelle schlecht
- Diese Möglichkeit wurde aber bisher in keinem Farbwiedergabeversuch untersucht

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 17



Grenzen des Modells der relationalen Farbkonstanz



- Das Modell der relationalen Farbkonstanz ist sehr begrenzt
- Es beschreibt z.B. die Farberscheinung der Objekte gar nicht
- Die ganze Szene kann z.B. einen Farbstich bekommen, wobei die räumlichen Verhältnisse noch konstant bleiben können
- Die Anwendbarkeit zur Beschreibung der Farbwiedergabe muss noch studiert werden

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 18



Farbkonstanz und farbige Texturen



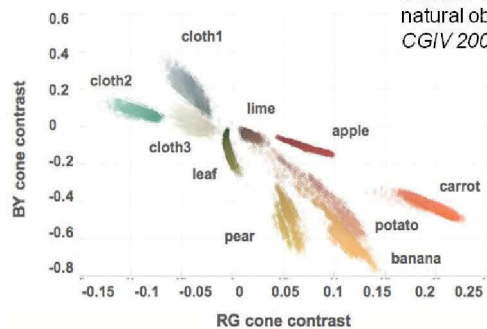
TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 19



Farbkonstanz und farbige Texturen



Ling Y, Vurro M, Hurlbert A,
Surface Chromaticity distributions of
natural objects under changing illumination.
CGI V 2008, 263-267, 2008



-Die Farbverteilungen der Oberflächen ändern sich, wenn sich die Lichtquelle ändert
-Das Sehsystem erkennt diese Änderungen, das zur Farbkonstanz beiträgt

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 20



Farbkonstanz und farbige Texturen



- In der wahren Welt sieht man nie gleichförmige Flächen ohne Objektform oder Textur (wie in den Experimenten und Definitionen zur Farbwiedergabe)
 - wo die Versuchspersonen oft sogar nur eine getrennte Farbfläche auf einmal sehen, so dass das Sehsystem keine Farbverhältnisse analysieren kann
 - Ein Mondrian-Bild ist in dieser Hinsicht besser, enthält aber keine Textur oder Objektform, sowie keine Schatten und Dreidimensionalität
- Die Änderungen der **Farbverteilungen** der Oberflächen sind für die Farbkonstanz wichtig
- Die Benutzer des CRI wenden den Wert für natürliche farbige Objekte an, obwohl die heutigen CIE-Berechnungsmethoden auf den Erscheinungsmodellen homogener Farbflächen basieren

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 21



Farbkonstanz und Gedächtnisfarben



- Natürlichen Objekten sind Gedächtnisfarben zugeordnet, z.B. Banane, Haut, Orange, Grass, verschiedene Blumen
- Selbst dann, wenn sich der Farbreiz wegen Austausch der Lichtquelle ändert, bleibt die Farbempfindung konstant, weil der „visuelle Hinweis“ der Form und Textur die Gedächtnisfarbe hervorruft
 - Z.B. selbst dann, wenn die Banane einen Grünstich bekommt, erscheint sie immer noch gelb
- Die Form oder die Textur sind kognitive (kontextuelle) Faktoren der Farbempfindung
- Farbwiedergabeexperimente mit realen Objekten und photorealistischen Bildern sind notwendig (sog. Acceptability Studies)
 - Schanda J, Madár G, Sándor N, Szabó F, Colour rendering - colour acceptability, 6th Internat. Lighting Res. Symp. On Light and Color, Florida, 2006.

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 22



Zusammenfassung: Verbesserung der Beschreibung der Farbwiedergabe durch Farbkonstanz-Ergebnisse



- Heute existieren noch keine vollständigen Modelle
- Folgende Aspekte können berücksichtigt werden
 - Farbverteilungen der Texturen
 - Relationale Farbkonstanz
 - Gedächtnisfarben
 - Farbbild-Erscheinungsmodelle (iCAM, Prof. Fairchild)
 - Farbdifferenzformeln für Farbbilder

TU Darmstadt | Fachgebiet Lichttechnik | 23



ASTM E2539

Standard Practice for Multiangle Color Measurements of Interference Pigments

Werner Rudolf Cramer

ASTME12.12

Memorandum

To: E12.12 Interference Working Group Members*

From : John E. Book

Subject: Minutes from April 27/28 team meeting

Date: May 11, 2000

* Richard Harold, Paul Hoffman, Jim Leland, Cal McCamy, Maria Nadal, Allan Rodrigues, Will Weber, Werner Cramer, Ujjvala Bagal, Mike Nofi, Ken Richardson, Pat Rood, Paul Bartel

Agenda:

Interference Pigment Workgroup Meeting

April 27 – 28, 2000

Flex Products, Inc., Santa Rosa, CA

Thursday, April 27, 2000

8:30 AM – 9:00 AM	Introductions, review tabletop display of interference samples.
9:00 AM – 9:30 AM	Team Discussion: Mission and Objectives for Interference Pigment Workgroup, Needs Assessment
9:30 AM – 10:00 AM	Mike Nofi, Interference Color Measurement at Flex Prod.
10:00 AM – 10:15 AM	Break
10:15 AM – 10:45 AM	Paul Hoffman, Interference Color Measurement at Merck
10:45 AM – 11:00 PM	Maria Nadal, Interference Color Measurement at NIST
11:15 AM – 12:00 PM	Mike Nofi, Multi-angle integrating sphere
12:00 PM – 1:30 PM	Lunch
1:30 PM – 2:30 PM	Werner Cramer, Color measurement of interference pigment blends.
2:30 PM – 4:00 PM	Mike Nofi, Flex Metrology tour and demonstrations
4:00PM – 4:30 PM	Wrap-up
6:00 PM – 9:00 PM	Dinner

Friday, April 28, 2000

8:30 AM – 9:00 AM	Summary of Thursday's Meeting
9:00 AM – 9:45 AM	Finalize Mission and Objectives for Interference Pigment Workgroup
9:45 AM – 10:00 AM	Break
10:00 AM – 10:30 AM	Cal McCamy, Nomenclature to Specify Measurement Geometry

10:30 AM – 11:15 AM	Allan Rodrigues, E12.12 Experiments to Establish Color Tolerance for Gonioapparent Materials
11:15 AM – 12:00 PM	Mike Nofi, Determination of critical measurement angles
12:00 PM – 1:00 PM	Lunch
1:00 PM – 2:00 PM	Team discussion: Sample set for visual observation
2:00 PM – 3:00 PM	Team discussion: Geometry(s) used for color measurement
2:45 PM – 3:00PM	Break
3:00 PM – 3:30 PM	Assign Action Items
3:30 PM – 4:00 PM	Wrap-up and Adjourn

Results of brainstorming session:

What is the desired output of the team?

Related to Standards for color measurement:

An ASTM standard method of measuring appearance of pearlescent materials.
ASTM standard for color measurement of interference colors for QC for pigment, product and OEM users.

Standardized geometry of measurement. Number of variables to measure. How many illuminants?

A set of parameters controlling any color measurement system used for pearlescent/interference pigment. Allows common ground for different systems. Develop and share measurement methods for interference pigments.

Specify geometry for interference pigments.

Standard measurement protocols, reproducible and accurate, control samples with description, small color difference, and round robin.

Fixing geometry for measurement.

Standard for measuring masstone and styled interference pigments.
Measurement system for effect pigments.

Instrumentation:

Agreed upon instrumentation for Lab, QC/R&D use.
Instrumentation applicable for end user

Related to Visual assessment:

Standardize especially for visual color differences. Method for visual assessment.

Miscellaneous:

A standard method of reporting color travel.
Determine the scope of characterization of interference pigments.
To expand the knowledge of color science

ASTM E2539-08

- Veröffentlicht im Februar 2008
- „This practice covers the instrumental requirements and required parameters needed to make instrumental color measurements of thin film interference pigments.“
- „Characterization of the optical behavior of materials colored with interference pigments requires measurement at multiple angles of illumination and detection.“
- „This Practice, E 2539, specifies the color measurement of interference pigments at various illumination and detection angles.“

Werner Rudolf Cramer 3

Beschreibung der Geometrien

8. Geometric Conditions

- 8.1 The angles of illumination and detection are critical to multiangle measurements of materials pigmented with interference pigments.
- 8.2 Recommended Geometries:
- 8.2.1 All geometries cited here are uniplanar.
- 8.2.2 *Geometry Designation*—The angles of illumination and detection will be specified as illumination anormal angle, detection anormal angle, and detection aspecular angle enclosed in parenthesis. See Practice E 1767. For the example of an illumination angle of 45° and a detection angle of -30° implying an aspecular angle of 15° , the geometry should be designated as $45^\circ:-30^\circ$ (as 15°).

Werner Rudolf Cramer 4

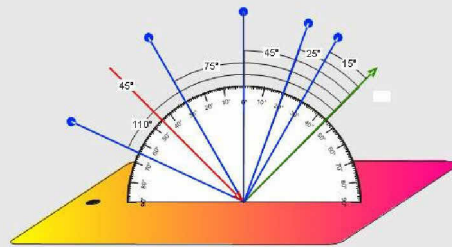
Tabelle der „klassischen“ Geometrien

Geometrien zur Absorptionsmessung			
Beleuchtung	Beobachtung	Differenz (aspecular)	Bezeichnung
45°	-30°	15°	$45^\circ:-30^\circ$ (as 15°)
45°	-20°	25°	$45^\circ:-20^\circ$ (as 25°)
45°	0°	45°	$45^\circ:0^\circ$ (as 45°)
45°	30°	75°	$45^\circ:30^\circ$ (as 75°)
45°	65°	110°	$45^\circ:65^\circ$ (as 110°)

- Die Geometrien für die Messung der Absorption wurden übernommen.
- Sie können weiterhin für Unis und Metallics eingesetzt werden.

Werner Rudolf Cramer 5

Grafische Darstellung



- Die „klassischen“ Geometrien beleuchten die Probe unter 45° .
- Die aspecular-Geometrien befinden sich auf der gleichen Seite zum Glanzwinkel wie die Beleuchtung.

Werner Rudolf Cramer 6

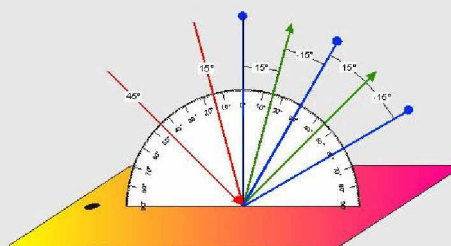
Tabelle der Interferenz-Geometrien

Geometrien zur Interferenzmessung			
Beleuchtung	Beobachtung	Differenz (aspecular)	Bezeichnung
15°	-60°	-15°	$15^\circ\text{-}60^\circ(\text{as-}15^\circ)$
15°	-30°	$+15^\circ$	$15^\circ\text{-}30^\circ(\text{as}+15^\circ)$
45°	-30°	-15°	$45^\circ\text{-}30^\circ(\text{as-}15^\circ)$
45°	0°	$+15^\circ$	$45^\circ\text{-}0^\circ(\text{as}+15^\circ)$

- Für Interferenzmessung wird ein neuer Beleuchtungswinkel definiert.
- Gemessen wird 15° vom Glanz – jeweils auf beiden Seiten (*cis* und *trans*).
- Drei neue Geometrien werden vorgeschlagen.

Werner Rudolf Cramer 7

Grafische Darstellung

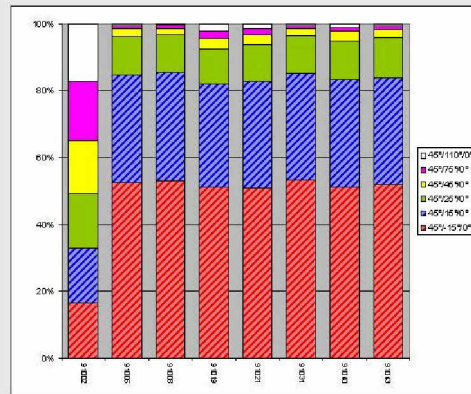


- Mit der Einführung der neuen Beleuchtung werden vorhandene Positionen der Beobachtung genutzt.
- Gemessen wird beidseitig vom jeweiligen Glanzwinkel.

Werner Rudolf Cramer 8

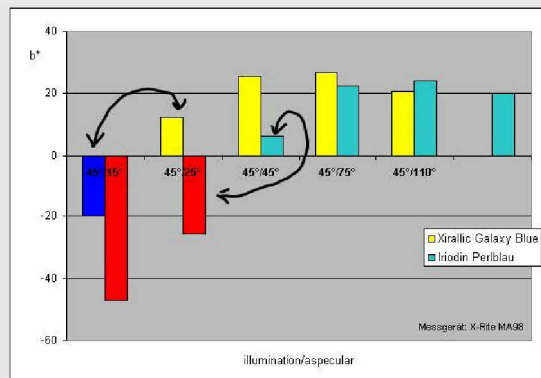
Einfluss der einzelnen Geometrien

- Die Messgeometrien besitzen unterschiedlich starken Einfluss auf das Gesamtergebnis.
- Glanznahe Geometrien werden durch Effektpigmente am stärksten kontrolliert.
- Glanzferne Geometrien besitzen bei Effektpigmenten/lacken nur eine geringe Bedeutung.
- In der Grafik (rechts) sind die Reflexionsmaxima auf 100% hochgerechnet.



Werner Rudolf Cramer 9

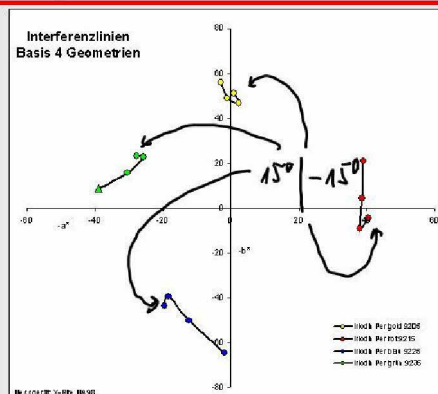
Unterschiedliche Bereiche



- Nur glanznahe Geometrien erfassen Interferenzen.
- Zwischen 20° und 30° vom Glanz gibt es einen Übergangsbereich.

Werner Rudolf Cramer 10

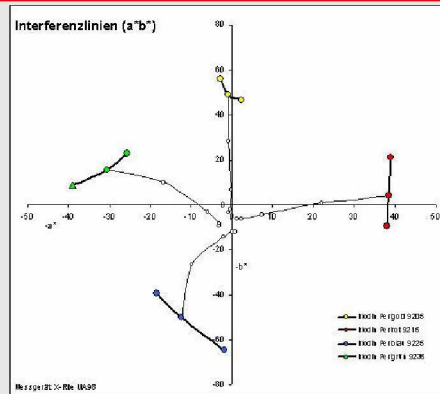
Beispiel mit 4 Geometrien



- Die vier glanznahen Geometrien bei $\pm 15^\circ$ vom Glanz spiegeln die optischen Eigenschaften der Interferenzpigmente wider.
- Zusammengefasst sind hier jeweils $15^\circ/15^\circ$, $15^\circ/-15^\circ$, $45^\circ/15^\circ$ und $45^\circ/-15^\circ$.

Werner Rudolf Cramer 11

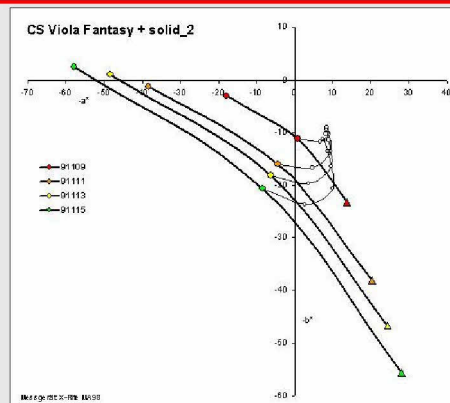
Beispiel mit 3 Geometrien



- Aus praktischen Gründen und ohne Informationsverlust kann auf die Geometrie 15°/-15° verzichtet werden.
- Mit drei Messpunkten lassen sich Interferenzpigmente eindeutig bestimmen.

Werner Rudolf Cramer 12

Kombination aller Geometrien



- Die Kombination der Interferenz- und Absorptionslinien ergeben eine eindeutige Darstellung für jedes Pigment und dessen Mischung.
- Interferenzpigmente sind Individualisten und durch Mischungen in der Regel nicht zu ersetzen.

Werner Rudolf Cramer 13

Zusammenfassung

- In dem ASTM Standard Practice E2539 werden neue Geometrien vorgeschlagen, die die optischen Eigenschaften von Interferenzpigmenten erfassen.
- Vergleichende Versuche ergeben, dass auf die Geometrie 15°/-15° zur Beschreibung der Interferenz verzichtet werden kann.
- Man kann erwarten, dass diese Norm auch vom DIN übernommen wird.



Werner Rudolf Cramer 14

Farbstabilisierung eines LED-Scheinwerfers mittels Temperaturkennlinien und / oder Einsatz eines Farbsensors

Katrin Möller, TU Ilmenau, DfwG Förderpreisträgerin 2009



Vorstellung des LED-Scheinwerfers
Messungen
Methodik der Farbstabilisierung

Katrin Möller, 07.10.2009



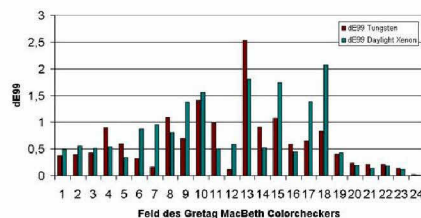
Softlight: 150mm x 150mm
5 LED-Typen: r,g,b,am,ww
integrierte Elektronik zur Realisierung der Lichtfarbe

Mögliche Einstellungen: Kunstlicht, Tageslicht, Einsatz diverser Filter

Katrin Möller, 07.10.2009



Vergleich des LED-Scheinwerfers mit gängigen Lichtquellen der Filmbeleuchtung

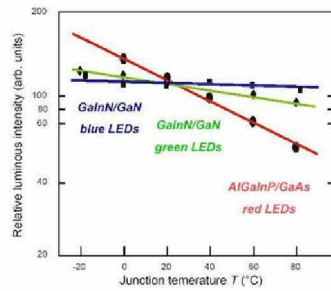


Farbabstands-berechnung dE_{99} mit Hilfe des Gretag MacBeth Colorcheckers

Katrin Möller, 07.10.2009



Scheinwerfer: Temperaturproblem KOMPETENZZENTRUM
ICHI



Leuchtdichte-Abfall

Verschiebung der Peakwellenlänge

Unterschiedliche Abhängigkeiten der verschiedenen LED-Typen

Katrin Möller, 07.10.2009



Scheinwerfer: Temperaturproblem KOMPETENZZENTRUM
ICHI

Blauverschiebung und Leuchtdichte-Abfall:

Scheinwerfer nach dem Einschalten:



Scheinwerfer nach 1 Stunde:

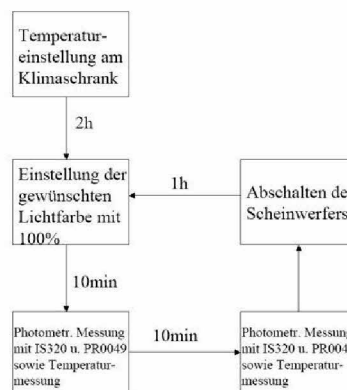


Katrin Möller, 07.10.2009



Messungen KOMPETENZZENTRUM
ICHI

Scheinwerfer im Klimaschrank
Messung der einzelnen LED-Spektren mit Spektrometer
Temperaturschritte 5K für T_{amb} von 5°C bis 45°C



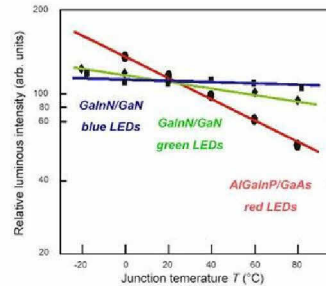
Katrin Möller, 07.10.2009



Messungen: Ergebnisse KOMPETENZZENTRUM
IGHT

Lineare Abhängigkeiten von der anliegenden Temperatur für:

Leuchtdichte
Peakwellenlänge
Halbwertsbreite



Katrin Möller, 07.10.2009



Farbstabilisierung KOMPETENZZENTRUM
IGHT

Neuberechnung der PWM-Anteile für die einzelnen LED-Typen

Problem: Spektren sind während des Betriebes nicht messbar

Lösung: Berechnung der Spektren über temperaturabhängige Parameter

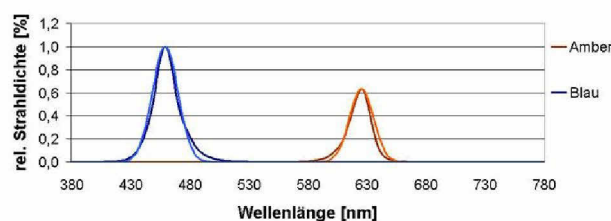
Katrin Möller, 07.10.2009



Farbstabilisierung KOMPETENZZENTRUM
IGHT

Approximation der Spektren über die Gaußverteilung mittels λ_p , w_{50} und f:

$$E(\lambda) = f \cdot \frac{1}{w_{50} / 2 \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-1/2 \left(\frac{\lambda - \lambda_p}{w_{50} / 2} \right)^2}$$

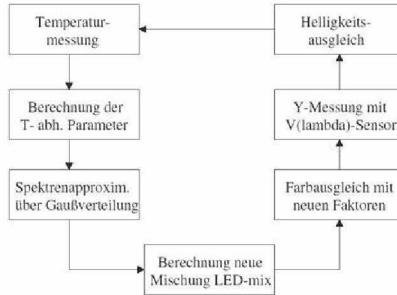


Katrin Möller, 07.10.2009



Farbstabilisierung KOMPETENZZENTRUM
ICHT

Approximation der Spektren über die Gaußverteilung:



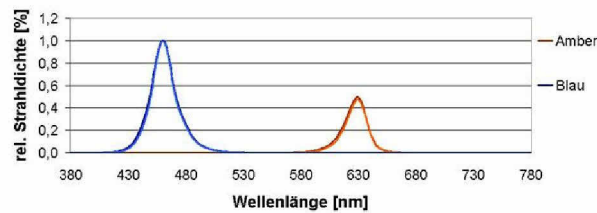
Katrin Möller, 07.10.2009



Farbstabilisierung KOMPETENZZENTRUM
ICHT

Wichtung der Ausgangsspektren aus der Kalibrierung mittels $\Delta\lambda_p$ und f:

$$E_T(\lambda) = f * E_{kal}(\lambda - \Delta\lambda_p)$$

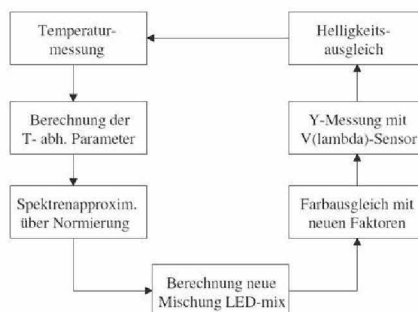


Katrin Möller, 07.10.2009



Farbstabilisierung KOMPETENZZENTRUM
ICHT

Wichtung der Ausgangsspektren aus der Kalibrierung mittels $\Delta\lambda_p$ und f:



Katrin Möller, 07.10.2009



Farbstabilisierung

KOMPETENZZENTRUM
IGHT

Nachteil der beiden Methoden:

Langwierige und rechenaufwändige Berechnung der neuen PWM-Anteile mit den approximierten Spektren

Einsatz im laufenden Betrieb nicht möglich

Stabilisierung ohne LED-mix nötig

Katrin Möller, 07.10.2009

th **ARRI**[®]
Lichttechnik

Farbstabilisierung

KOMPETENZZENTRUM
IGHT

Temperaturabhängige Anpassung der PWM-Anteile:

$$PWM_i(T) = PWM_i(T_{kal}) \cdot f_i(T)$$

**$f_i(T)$: Verhältnis der Spektrenmaximalwerte in
Abhängigkeit von der Temperatur
($\max(T_{kal}) / \max(T)$)**

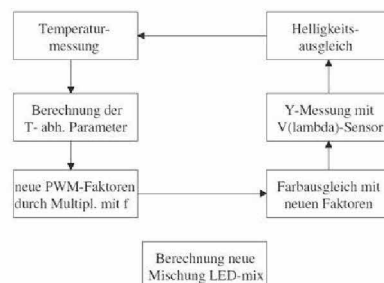
Katrin Möller, 07.10.2009

th **ARRI**[®]
Lichttechnik

Farbstabilisierung

KOMPETENZZENTRUM
IGHT

Temperaturabhängige Anpassung der PWM-Anteile:



Katrin Möller, 07.10.2009

th **ARRI**[®]
Lichttechnik

KOMPETENZZENTRUM
ICHT

Farbstabilisierung

Qualitativer Vergleich der 3 Methoden:

	Kunstlicht	Tageslicht
Toleranz	50K	200K
ohne Korrektur	249K	777K
Methode 1	28K	125K
Methode 2	12K	270K
Methode 3	48K	35K

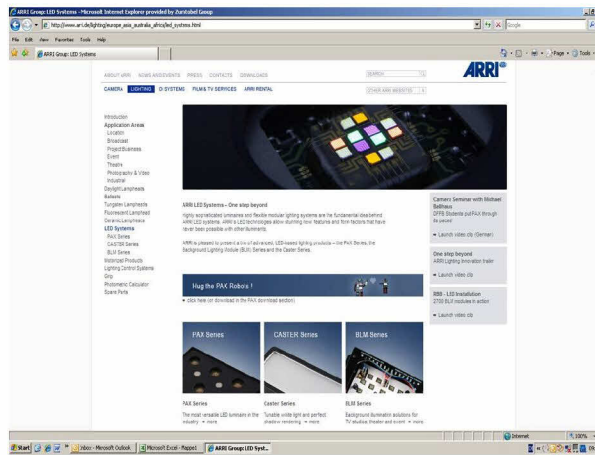
Aufgrund des wesentlich geringeren Rechenaufwandes ist Methode 3 zur Umsetzung zu empfehlen.

Katrin Möller, 07.10.2009



KOMPETENZZENTRUM
ICHT

LEDs bei ARRI



Katrin Möller, 07.10.2009



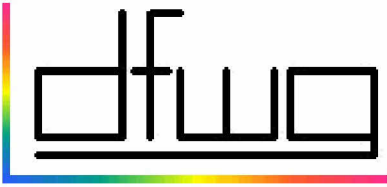
KOMPETENZZENTRUM
ICHT

Mein Dank gilt

TU Ilmenau – für meine Ausbildung
ARRI Lighting – für die Möglichkeit, die Diplomarbeit durchzuführen
Prof. Dr. Tran Quoc Khanh – für die Betreuung der Diplomarbeit und der Dissertation

Ihnen – für Ihre Aufmerksamkeit





*Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.
im Deutschen Verband Farbe*

Vorschau DfwG Report 01 2010

Im nächsten DfwG Report erwarten Sie voraussichtlich folgende Beiträge:

Bodrogi: Farbwiedergabe

Kehren: Einfluss der Fluoreszenz von optischen Aufhellern im Papier auf die Farbwiedergabe beim Drucken

Hoffstadt: Gamma Quantization