



Report

2
2006

ISSN 1860-2835

Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.

Herausgegeben vom Vorstand der DfwG

Verantwortlich: Dr. Gerhard Rösler





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

Inhaltsverzeichnis Report 02 2006

<i>Impressum.....</i>	<i>2</i>
<i>Liebe Farbgemeinde,.....</i>	<i>3</i>
<i>Nachruf Dr. Reiner Rattunde</i>	<i>4</i>
<i>Impressionen von der DfwG Jahrestagung in Dresden.....</i>	<i>5</i>
<i>Protokoll der Hauptversammlung der DfwG am 05.Oktober 2005 in Berlin.....</i>	<i>9</i>
<i>Kassenbericht - Prüfprotokoll 2005.....</i>	<i>14</i>
<i>Instandsetzung der Grabstätte von Prof. Richter.....</i>	<i>15</i>
<i>Farbliche Untersuchungen an Digitalprojektoren für digitales Kino</i>	<i>16</i>
<i>Vergleich von Methoden zur Herstellung von Prüfvorlagen der ISO/IEC 15775....</i>	<i>27</i>
<i>Farb-Management Methode (FMM) vom Scannen bis zur Druckerausgabe unter Benutzung eines relativen CIELAB Farbraumes.....</i>	<i>29</i>
<i>Visuelle Überprüfung großer CIELAB-Farbabstände von 3- und 5-stufigen Farbreihen.....</i>	<i>31</i>
<i>Digitale Bildanalyse zur farbmtrischen Oberflächeninspektion von Beschichtungen nach Beanspruchung durch Materialprüfung.....</i>	<i>32</i>
<i>Rückblick auf die wissenschaftlichen Redebeiträge der AIC2005-Tagung.....</i>	<i>35</i>
<i>Neue Forschungsergebnisse zum Simultankontrast.....</i>	<i>41</i>
<i>Farb- und Weißgradvorhersage für Textilien bei unterschiedlicher Beleuchtung..</i>	<i>48</i>
<i>Vorschau DfwG Report 01 2007.....</i>	<i>56</i>

Impressum

ISSN 1860-2835

Titelbild: Dresdner Frauenkirche, Foto: Christina Hacker

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: Dipl.-Ing. Lutz Grambow, Tel/Fax: 030 705 4670, E-Mail: Lutz.Grambow@t-online.de

Sekretär: Dipl.-Ing. Frank Rochow, Tel: 030 393 4028, Fax: 030 391 8001, 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

Mai 2006

Liebe Farbgemeinde,

Unsere DfwG Jahrestagung fand heuer an der Technische Universität Dresden statt. Herr Bendin hat die Veranstaltung mit seinen Mitarbeitern gut organisiert, herzlichen Dank. Wir waren in einem historischen Hörsaal aus dem Anfang des letzten Jahrhunderts; hinter den Türen des Instituts wird aber moderne Forschung betrieben. Dresden mit all seinen Sehenswürdigkeiten neben unserer Tagung war eine Reise wert.

Die örtliche und zeitliche Verbindung unserer Jahrestagung mit der Farbinfo des Deutschen Farbenzentrums haben nur 2 Teilnehmer zur Teilnahme an beiden Veranstaltungen genutzt. Die Verbindung muss daher aufgrund der doch sehr unterschiedlichen Schwerpunkte in Zukunft keine hohe Priorität haben. Die gemeinsame Sitzung als Abschluss der DfwG Jahrestagung und als Beginn der Farbinfo war interessant, man ist sich etwas näher gekommen. Herr Dr. Schwarz vom Farben-

zentrum hat einen lebendigen Vortrag über Farbsysteme gehalten (das Motto der Farbinfo war „Sinn und Unsinn von Farbsystemen“), bei dem die Schreibweise der CIELAB Formel aber noch verbesserungswürdig war. Wir haben auch den großen Raum der Bibliothek kennen gelernt, in dem die Farbinfo stattfand, „unser“ Hörsaal hatte aber Kultcharakter. Die gemeinsame Tagungsparty in der Hochspannungshalle war spannend, die Ingenieure haben auf jedes Knistern als Vorzeichen einer Entladung geachtet (die aber ausgeblieben ist). Die künstlerische Darbietung hat bei einigen unserer Teilnehmer aber Fragen offen gelassen. „Kunst die man versteht, ist keine Kunst“ war eine Antwort aus dem Farbenzentrum. Die gemeinsame Tagung war einen Versuch wert, die Mauer wurde abgerissen. Für die Zukunft sind die Kontakte mit dem Farbenzentrum geknüpft und können bei Bedarf aktiviert werden.

Herr Dr. Döring und Herr Dr. Schwarz haben in Dresden wie geplant das Jahrbuch vorgestellt, das alle DfwG Mitglieder bekommen haben. Gratulation den beiden Initiatoren zum Abschluss des Projekts. Weitere Exemplare können Sie bei Herrn Döring zum Preis von 20€ bestellen.

Die DfwG Jahrestagung 2007 wird vom 9.-11. Oktober 2007 in Darmstadt auf Einladung von Prof. Dörsam (Drucktechnik) und Prof. Khanh (Lichttechnik) stattfinden. Herzlichen Dank im Voraus nach Darmstadt, und an alle DfwG Mitglieder die Aufforderung, mit interessanten Vorträgen die Tagung wieder zu einem lohnenden fachlichen Ereignis zu machen.

Eine traurige Nachricht erreichte uns vor einigen Wochen. Herr Dr. Rattunde ist unerwartet verstorben. Einen Nachruf auf unser weltweit geachtetes Mitglied, einen hervorragenden Fachmann der Lichttechnik und einen humorvollen Gesprächspartner finden Sie in diesem Report. Wir trauern mit seinen Angehörigen und Kollegen und werden ihn stets in bester Erinnerung behalten.

Unser Beschluss der letzten Mitgliederversammlung, die Zeitschrift *Color Research and Application (CR&A)* als offizielles Organ der DfwG für englische Fachbeiträge anzuerkennen, habe ich über Ellen Carter weitergeleitet. Er wurde mittlerweile vom Verlag Wiley positiv angenommen. Vermutlich ab dem 2. Heft 2007 wird der Name der DfwG auch auf jeder Ausgabe auf der Titelseite stehen. Der Nutzen für die DfwG Mitglieder ist, dass der Bezugspreis dieser international anerkannten Publikation für DfwG Mitglieder damit drastisch günstiger wird. Näheres im nächsten Heft.

Wir gratulieren wir unserem aktiven Mitglied Dr. Khanh zur Berufung als Professor für Lichttechnik an der Technischen Universität Darmstadt. Er ist Nachfolger von Prof. Schmidt-Klausen. Die Festveranstaltung 50 Jahre Lichttechnik in Darmstadt war ein gelungener Einstieg.

Zum Abschluss wünsche ich Ihnen und Ihren Familien ein schönes Weihnachtsfest und ein erfolgreiches Jahr 2007.

Ihr Gerhard Rösler

Nachruf Dr. Reiner Rattunde



Am 12. November 2006 verstarb unerwartet und viel zu früh in seinem 59. Lebensjahr unser langjähriges Mitglied Dr.-Ing. Reiner Rattunde.

Reiner Rattunde hatte an der TU Berlin studiert und dort am Institut für Lichttechnik bei Prof.

Jürgen Krochmann und Prof. Manfred Richter promoviert. Als wissenschaftlicher Assistent betreute er am Institut über mehrere Jahre Studenten, hielt Vorlesungen und forschte im Bereich der lichttechnischen Grundlagen. Nach seiner Tätigkeit an der Universität führte ihn sein beruflicher Lebensweg zur LMT LICHTMESSTECHNIK GMBH BERLIN, in der er bis zu seinem Tode als Gesellschafter und leitender Mitarbeiter tätig war. Er war einer der ersten Fachleute, die erfolgreich Digitalrechner zur Lösung lichttechnischer Aufgaben benutzten, wobei er den Schwerpunkt vornehmlich auf das Gebiet der Gonio-Photometrie mit all seinen Facetten legte. Auch die angewandte Farbmeterik nahm einen großen Raum in seiner Arbeit ein. Seine grundlegenden Arbeiten und Erkenntnisse führten zu zahlreichen standardisierten Messvorschriften, die weit über den deutschen Raum Beachtung fanden.

Über mehr als 25 Jahre engagierte sich Reiner Rattunde als aktiver Mitarbeiter in zahlreichen wissenschaftlichen- und Normungsgremien auf

nationaler, europäischer und internationaler Ebene.

Von 1981 bis 2004 gestaltete er als Obmann des FNL 3 die nationale Normungsarbeit auf dem Gebiet der Photometrie; von 1998 bis 2003 leitete er als Vorsitzender die Arbeiten des europäischen Normungsgremiums CEN/TC 169/WG 7 und hatte maßgeblichen Anteil an der Schaffung der Europäischen Grundlagennorm EN 13032-1 über die Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten. Im Lenkungsgremium des Normenausschusses Lichttechnik (FNL) im DIN vertrat er von 1990 bis 2004 die Interessen der Obleute der FNL-Arbeitsgremien.

Als aktives Mitglied und Funktionsträger auch bei internationalen Fachverbänden wie AIC, CIE, CORM, ISLE, SAE nutzte er eine Vielzahl wissenschaftlicher Veranstaltungen, Tagungen und Seminare, um als Vortragender oder auch Diskussionsleiter sein Wissen mit den Fachkollegen zu teilen und so zum Fortschritt in der Lichttechnik und Farbmeterik beizutragen.

Daneben bekleidete Reiner Rattunde zahlreiche weitere Funktionen, z. B. die des Kassenprüfers der Deutschen farbwissenschaftlichen Gesellschaft (DfwG), des Vorsitzenden von Arbeitsgruppen der Internationalen Beleuchtungskommission (CIE) oder des Vorsitzenden des Wahlkomitees der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft (LiTG).

Wir verlieren mit Reiner Rattunde nicht nur einen angesehenen Fachmann, einen tatkräftigen und kreativen Mitarbeiter, sondern auch einen kameradschaftlichen, immer hilfsbereiten und großzügigen Menschen und Freund. Durch seinen tiefgründigen Humor, der bei so vielen Gelegenheiten die Atmosphäre auflockerte, wird er uns immer wieder in Erinnerung kommen. Wir werden Dr. Reiner Rattunde nicht vergessen und wollen ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

Unser Mitgefühl gilt seiner Familie, insbesondere seiner Frau und seinen beiden Töchtern.

Dipl.-Ing. Frank Rochow (DfwG Sekretär)

Impressionen von der DfwG Jahrestagung in Dresden

Vom 26.09. bis 28.09.2006

Da auch in diesem Jahr nicht alle DfwG-Mitglieder zur Jahrestagung kommen konnten, folgt nun eine kurze Zusammenfassung der drei Tage.

Organisiert wurde die diesjährige Jahrestagung zusammen mit dem Deutschen Farbenzentrum, das seine Tagung im Anschluss an die der DfwG abhielt. So konnten Mitglieder

beider Gesellschaften an beiden Veranstaltungen teilnehmen.

Veranstaltungsort der diesjährigen Zusammenkunft der DfwG, war der Bayer Bau der Technischen Universität Dresden. Der alterwürdige Ort empfing die Gäste mit rustikalem Charme und stand damit im krassen Gegensatz zu den modernen Veranstaltungsorten der vergangenen Jahre.



Antiker Hörsaal im Bayer Bau



Der **Dienstag** stand wie immer ganz im Zeichen der AG Fluoreszenz. Herr Neudeck vom TITV Greiz informierte über ein Verfahren zur Fluoreszenzmessung. Hauptthema der Sitzung war jedoch die Auswertung des Ringversuchs der AG, der erstaunlich gute Ergeb-

nisse ans Tageslicht brachte. Ein ausführlicher Bericht dazu erscheint im nächsten Report.

Im Anschluss daran fand die Vorbesprechung zur Jahrestagung im „Paulaner“ im Hof des

Taschenbergpalais statt, wo eine gedeckte Tafel auf die Mitglieder wartete. Hier wurden bei einem kühlen Bier und guter sächsischer Küche Informationen ausgetauscht, neue

Kontakte geknüpft und alte aufgefrischt. Zum Glück war es tagsüber sehr warm gewesen, so dass man bei sommerlichen Temperaturen recht lange draußen verweilen konnte.



Tafeln im Taschenbergpalais



Herr Gliese & Herr Hubner in fröhlicher Runde

Der **Mittwoch** begann mit der Arbeitsgruppensitzung Farbmatrik und Grundlagen mit einem Vortrag von Herrn Kettler. Es folgte die AG Farbbildverarbeitung geleitet von Prof. Hill und nach einer kleinen Kaffeepause die AG's Industrielle Farbtoleranzen und Multigeometrie.

Nach dem Mittagessen, eingenommen in der Mensa der TU (wegen der Quaderförmigen

Bauweise gemeinhin auch als „Fresswürfel“ bezeichnet), eröffnete Dr. Rösler offiziell die DfwG-Jahrestagung 2006. Es folgte der Gastgeber Vortrag: **Institutsgeschichte und Forschungsprofil**, gehalten von Dr. Torsten Fritz in Vertretung für Prof. Leo.

Im Anschluss wurden Herr Ulf Gliese und Herr Prof. Klaus Richter durch Dr. Rösler für ihre 20- bzw. 30jährige Mitgliedschaft geehrt.



Folgenden Mitgliedern, die nicht an der Jahrestagung teilnehmen konnten, wird in diesem Jahr auch die Ehrung zuteil:

- 30 Jahre: Herr Dipl.-Phys. Horst Römbling**
Herr Dr.-Ing. Reiner Rattunde
20 Jahre: Herr Hans Olschner
Herr Walter Franz
Herr Dr. Hans Müller-Starke

- Herr Dr. Dieter Anselm**
Herr Dipl.-Wirt.-Ing. Bernd Schmitt
Frau Dr. Katrin Kobe
Herr Dr. Peter Glatz

Der Förderpreis der DfwG ging auch in diesem Jahr an eine Absolventin der TU Ilmenau. Ein Zeichen dafür, wie sehr man dort um die Farbforschung bemüht ist. Der Titel der

Arbeit von Frau Katharina Jungnitsch lautete: **Subjektive Bewertung der Farbwiedergabeeigenschaften von Lampen mit unterschiedlichen Spektren.** Ein interessantes Thema, das mit viel Elan und Frische umgesetzt wurde. (Der komplette Vortrag erscheint im nächsten DfwG Report.)

Aus der AG Farbbildverarbeitung unter der Leitung von Prof. Hill kamen folgende interessante Redebeiträge.

- Boosmann: **Optimierte Bildwiedergabe für einen Satz normalsichtiger Beobachter mittels eines multispektralen Sechskanaldisplays**



Herr Rochow und Dr. Puebla

- Helling: **Verbesserung der multispektralen Aufnahme durch die Kompensation von Streulicht**
- Khanh (i.V. Nils Haferkämper): **Farbmetrische Untersuchungen an hochqualitativen Digitalprojektoren und Monitoren für digitale Referenzkinos und Postproduktionshäuser**

Nach einer kurzen Kaffeepause ging es weiter mit dem Vortrag der diesjährigen Förderpreisträgerin und Herrn Höpe, der den Anwesenden die Roboter-gestützte Gonioreflektometrie in der PTB näher brachte.



Prof. Dösam, Herr Günther, Herr Dietz

Gegen 17:30 Uhr begann die Mitgliederversammlung. Verabschiedet wurde das Protokoll der Mitgliederversammlung 2005, das in diesem Report auf den Seiten veröffentlicht ist. An dieser Stelle eine Entschuldigung der Redaktion. Eigentlich hätte das Protokoll schon im letzten Report erscheinen sollen, aber beim Layout ist wohl etwas schief gegangen, was von keinem zu diesem Zeitpunkt bemerkt worden ist. Noch mal Entschuldigung für die späte Veröffentlichung.

Herr Grambow stellte den Kassenbericht von 2005 vor und gab in einer anschließenden Erklärung seinen Rücktritt vom Amt des Schatzmeisters bekannt. Als Grund für den

Rücktritt gab er die zunehmenden Spannungen zwischen ihm und dem Präsidenten an. Er wird aber noch bis zum Ende des Jahres seine Aufgaben als Schatzmeister erfüllen und die ordentliche Übergabe an seinen Nachfolger ausführen.

Als Nachfolger ist Herr Steckert von der BAM im Gespräch.

Schon in der Kaffeepause hatte Herr Döring das von ihm zusammengestellte Jahrbuch verteilt. Nach langem Hin und her liegt es nun als sehr schöne Ausgabe mit zahlreichen interessanten Artikeln vor. Vielen Dank an dieser Stelle an Herrn Döring, für die aufopferungsvolle Arbeit.



Dr. Hans G. Völz



Dr. Ludwig Gall

Den Abschluss des Tages bildete die Eröffnung der tagungsbegleitenden Ausstellung der "Sammlung Farbenlehre" durch Herrn Bendin von der TU Dresden.

Der Donnerstag begann mit Herrn Völz, der ein wenig aus seinem erlebnisreichen Leben in der Farbforschung erzählte. So zum Beispiel über die Entstehung der berühmten Formel zur Berechnung von L^* . Da gab es von vielen ein überraschtes Ah und Oh! Wir werden deshalb versuchen, den Vortrag von Herrn Völz in einem der nächsten Reports auch allen anderen DfwG-Mitgliedern zur Verfügung zu stellen.



Der Museumsleiter und Herr Bendin führen einen Lichtdruck-Andruckbogen vor.



Die alte Druckmaschinengeneration...



...die neue Druckmaschinengeneration



Dr. Rösler im Gespräch mit Dr. Thomas Bürger

Nach dem Mittagessen in der Mensa, endete die DfwG-Jahrestagung und es begann die Veranstaltung des deutschen Farbenzentrums in der Landesbibliothek auf dem Campus der TU.

Die Eröffnungsrede hielt Dr. Thomas Bürger, Generaldirektor der Sächsischen Landesbibliothek.

Am Abend fand die gemeinsame Tagungsparty in der Hochspannungshalle der TU statt.

Dipl.-Ing. Christina Hacker



Protokoll der Hauptversammlung der DfwG am 05.Oktober 2005 in Berlin

Ort der Versammlung: BAM, Ludwig-Erhard-Saal
Beginn der Versammlung: 17.05 Uhr
Ende der Versammlung: 18.55 Uhr

Anwesende Mitglieder lt. Anwesenheitsliste:

Herr Althöfer	Herr Dr. Kettler
Herr Bendin	Frau Lippok-Lohmer
Herr Boosmann	Frau Dr. Lübbe
Herr Dr. Döring	Frau Mensak
Herr Eker	Herr Pausch
Herr Flaspöhler	Herr Petersilge
Herr Dr. Fleischer	Herr Reißmann
Herr Feld	Herr Dr. Riechert
Herr Gliese	Herr Rochow
Herr Grambow	Herr Dr. Rösler
Herr Griesser	Herr Schröder
Herr Günther	Herr Schwingeweitzen
Frau Hacker	Herr Selignow
Herr Helling	Herr Siegmann
Herr Herold	Herr Sijssling
Herr Dr. Hill	Herr Stallner
Herr Dr. Hubner	Herr Dr. Steckert
Frau Hupp	Herr Tillack
Herr Jansen	Herr Unterforsthuber
Herr Dr. Jung	Herr Dr. Witt
Herr Dr. Kaufmann	Herr Wobser
Herr Dr. Kirsten	

Der Versammlungsleiter, Herr Dr. Rösler, begrüßt die Mitglieder zur Hauptversammlung und stellt fest, dass die Hauptversammlung frist- und ordnungsgemäß einberufen wurde.

Unter Zustimmung aller Anwesenden wird vor dem TOP 1 die Ehrung zur 30-jährigen Mitgliedschaft der Herren

Dr. Plampert, Loos, Eichler, Dr. Eberbach, Griesser, Tillack,

sowie zur 20-jährigen Mitgliedschaft der Herren

Heermann, Dr. Lindemuth und Dr. Stolzenberg

vorgenommen.

Die vorgeschlagene Tagesordnung wird wie folgt genehmigt:

Tagesordnung:

- 1. Genehmigung des Berichtes der DfwG Mitgliederversammlung am 21. September 2004 in Dortmund (siehe DfwG Report 1/05)**
- 2. Bericht des Präsidenten**
- 3. Kassenbericht 2004**
- 4. Entlastung des Vorstandes**
- 5. Neuwahl des Vorstandes**
- 6. Kurz- und mittelfristige Finanzplanung für die DfwG**
- 7. Statusbericht der Arbeitsgruppen**
- 8. Statusbericht DfwG Report, Zeitschrift Farbe, Zeitschrift Color Research & Application**
- 9. Diskussion, Beschlussfassung**
- 10. Verschiedenes**

zu TOP 1: Zum Bericht über die DfwG-Mitgliederversammlung am 21. September 2004, welcher schon im DfwG-Report veröffentlicht wurde, bittet Herr Dr. Döring um eine Ergänzung zu TOP6:

...zum Ostwald-Gedenken sehr großen Anklang fand. **Dieses Projekt ließ sich leider nicht realisieren.**

Der Bericht wird mit dieser Ergänzung einstimmig genehmigt.

Zu TOP 2: Dr. Rösler berichtet über die erfolgreiche Arbeit der DfwG AGs und deren Bedeutung für die nationale und internationale Normung.

Er bedankt sich bei Frau Hacker für die große Unterstützung bei der Herstellung der Reports.

Ein weiterer Dank wird Herrn Schröder ausgesprochen, der sich bei Zeitschriften und via E-Mail um werbende Darstellung der DfwG kümmert.

Herr Rochow ergänzt den Bericht aus der Position des Sekretärs. Zur Zeit hat die DfwG 209 persönliche Mitglieder und 45 Firmenmitglieder. Die Gemeinnützigkeit der DfwG ist, nach Vorlage der erforderlichen Jahresberichte und Kassenunterlagen, vom Finanzamt für Körperschaften weiterhin anerkannt worden.

Die DfwG ist als Teil des Deutschen Verband Farbe herausragend aktives Mitglied in der AIC. Der Vorstand hat sich deshalb entschlossen, die erstmalig gebotene Chance wahrzunehmen, den ehrenvollen AIC-Judd-Award 2005 mit USD 2000 zu unterstützen. Preisträger ist John Hutchings aus England. Unter den Preisträgern vergangener Jahre befinden sich auch mehrere DfwG Mitglieder.

zu TOP 3: Herr Grambow berichtet, dass für den verstorbenen Herrn Tröster, Herr Dr. Rattunde mit Herrn Dr. Gundlach die Kasse geprüft hat. Der schon im DfwG-Report veröffentlichte Kassenbericht wird ohne weitere Fragen einstimmig genehmigt.

zu TOP 4: Auf Bitten von Dr. Rösler übernimmt nun Dr. Riechert den Vorsitz der Versammlung.

Dr. Riechert schlägt vor, den Vorstand zu entlasten.

Die Entlastung wird mit 4 Enthaltungen ohne Gegenstimmen erteilt.

Die Versammlung bekundet ihren Dank an den Vorstand.

zu TOP 5: Dr. Riechert stellt fest, dass zur Wahl fristgemäß eingeladen wurde, die Kandidaten zur Annahme der Ämter bereit sind, erklärt die Wahlmodalitäten und verteilt mit Dr. Steckert die Wahlzettel.

Nach Auszählung der Wahlzettel und der satzungsgemäß eingegangenen Briefwahlformulare verkündet Dr. Riechert das Ergebnis:

Diese gültigen Stimmen verteilen sich wie folgt:	Ja	nein	Enthaltung.
Präsident: Dr.-Ing. Gerhard Rösler	49	2	3
Vizepräsident: Prof. Dr. Bernhard Hill	52	2	0
Sekretär: Dipl.-Ing. Frank Rochow	53	1	0
Schatzmeister: Dipl.-Ing. Lutz Grambow	52	0	2

Ungültige Stimmen: 4

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

Dr. Riechert übergibt die Versammlungsleitung an den wiedergewählten Präsidenten, Herrn Dr. Rösler.

Herr Grambow schlägt vor, die Herren Günther und Dr. Steckert zu Kassenprüfern zu wählen.

Die Versammlung wählt daraufhin die beiden Herren einstimmig mit 2 Enthaltungen.

zu TOP 6: Dr. Rösler fragt die Versammlung, inwieweit eine E-Version des Reports ausreichend wäre. Das Meinungsbild ergibt, dass die Papierversion weiter gewünscht wird. Die Aufmachung im A4 Format wird gelobt. Der Vorstand bittet alle Mitglieder um Kandidatenvorschläge für den DfwG Förderpreis 2006. Informationen darüber sollten auch an Hochschulen gegeben werden. Herr Schröder wird sich darum kümmern und als Sammelpunkt für weitere Vorschläge zur Werbung neuer Mitglieder fungieren. Aus dem Plenum wird die Anregung gegeben, auch über Finanzierungen von Studien nachzudenken. Zur effektiven Arbeit mit der DfwG Website wird aus dem Plenum das kostenlose Programm Typo-3 vorgeschlagen. Die Grundkonfiguration ist für ca. € 1.000 zu erstellen.

zu TOP 7: Dr. Hill berichtet über seine AG Arbeit und präsentiert der Versammlung die Ergebnisse auf Folien.

Dr. Rösler hatte zu den von ihm betreuten Arbeitsgruppen bereits beim Bericht des Präsidenten (TOP 2) ausführlich gesprochen.

Bei der AG Fluoreszenz sind weitere Untersuchungen nach dem Rundversuch unerlässlich.

zu TOP 8: Dr. Rösler schlägt erneut vor, CR&A offiziell als Organ der DfwG zu bezeichnen. Für unsere Mitglieder würde dann ein Bezug zu deutlich reduzierten Preisen möglich werden. Als Gegenleistung müsste sich die DfwG lediglich verpflichten, Publikationen in englischer Sprache nur in CR&A zu veröffentlichen.

Die Versammlung stimmt zu, dass Dr. Rösler sich bei Ellen Carter nach Details erkundigt.

Dr. Döring berichtet, dass nach Gesprächen zwischen ihm und Herrn Schwartz einerseits und Frau Gerhardy andererseits kein Fortgang bezüglich der Zeitschrift „Die Farbe“ zu erkennen ist.

Das Projekt „Phänomen Farbe“ hat sich auch zerschlagen.

Gespräche mit dem Verlag Schiele und Schön (FKT) im Oktober 2004 waren zunächst positiv, im Januar 2005 wurden dann aber grundlegende Unterschiede in der Produktauffassung deutlich. Im Juli 2005 forderte der Verlag dann als Voraussetzung der Zusammenarbeit eine garantierte Mindestabnahme durch die interessierten Verbände. Somit ist auch dieser Anlauf gescheitert.

Dr. Döring sieht nun die letzte Chance eine Plattform für die bereits eingereichten Artikel zu finden in der Herstellung eines einmaligen „Jahrbuchs“ ohne Verlagsbindung. Hierzu ist allerdings auch ein „garantierter“ Absatz notwendig, um die Herstellungskosten zu decken, auch wenn niemand an dem Jahrbuch verdient.

Dr. Rösler schlägt mit Zustimmung des Plenums vor, für die DfwG Mitglieder 270 Exemplare zu ca. 10 € (es wurde auch ca. 18 € als notfalls möglich genannt) abzunehmen.

Dr. Döring unterstützt den Vorschlag Dr. Röslers, als Möglichkeit einer Publikation für wissenschaftliche Artikel in Deutsch, die Schaffung eines „Reports“ mit Gutachtersystem in Betracht zu ziehen, sollte die „Jahrbuch“ Lösung sich auch nicht realisieren. Auch da das „Jahrbuch“ nur als einmalige Publikation angelegt sein soll, könnte ein solcher zusätzlicher Report auf jeden Fall sinnvoll sein. Die finanziellen und fachlichen Einzelheiten, Zuständigkeiten und Aufgabenverteilungen dafür müssten vorab detailliert niedergelegt werden.

zu TOP 9: Für die Zusammenstellung einer Expertenliste aus dem Kreis der DfwG Mitglieder wird darum gebeten, dass interessierte Mitglieder mit entsprechendem Fachwissen dem Sekretär eine Aufstellung ihrer Arbeitsgebiete und Dienstleistungen zukommen lassen (Selbstnominierung). Die DfwG wird dann eine Liste im Internet und im Report veröffentlichen.

zu TOP 10:

Die nächste DfwG Jahrestagung ist für den 26./27. September 2006 in Dresden geplant. Am 28. bis 30. September wird dann dort das Farbinfo des DFZ stattfinden.

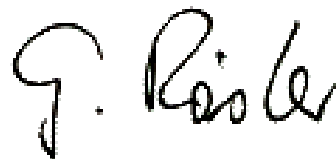
Herr Bendin wird beide Tagungen in Dresden betreuen.

Berlin, den 01.05.2006

Fürstentfeldbruck, den 01.05.2006



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



Dr.-Ing. Gerhard Rösler
(Präsident)

Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.
im Deutschen Verband Farbe



Einnahmen - und Ausgabenrechnung
für die Zeit
vom 1.1.2005 bis zum 31.12.2005

Einnahmen:

Mitgliederbeiträge	6250,00€
Tagungseinnahmen	2230,00€
Rücküberweisung 04	82,36€

Ausgaben:

Verwaltungskosten	389,43€
Tagungskosten	6034,35€
Tagungskosten aus 04	946,00€
Reportkosten	7145,15€
Spende Seebeben	300,00€
Spende AIC Judd Award	1582,50€
CIE-DNK Beitrag	512,00€

Summe der Einnahmen: 8562,36€

Summe der Ausgaben: 16909,43€

Mehrausgaben: 8347,07€

Sparkassenkonto:

Saldo am 31.12.04	19172,95€
Saldo am 31.12.05	10825,88€

Mehrausgaben: 8347,07€

Berlin, den 16.05.2006

Die Kassenprüfer:

Der Schatzmeister:

Dipl.-Ing. Bernd Günther

Dipl.-Ing. Lutz Grambow

Dr.-Ing. Carsten Steckert

Kassenbericht – Prüfprotokoll 2005

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



Protokoll

Am 16.05.2006 wurde in der Gaststätte Knauers Bahnhof durch die Kassenprüfer Herrn **Dipl.-Ing. Bernd Günther** und Herrn **Dr.-Ing. Carsten Steckert** die Prüfung der DfwG-Kasse für das Jahr 2005 durchgeführt.

Ergebnis:

- Die Einnahmen- und Ausgabenübersicht der *Deutschen farbwissenschaftlichen Gesellschaft e.V.* wurde für den Zeitraum vom 31.12.2004 bis 31.12.2005 überprüft und für ordnungsgemäß befunden. Die Belegbuchungen nach Kostenarten wurden durch Stichproben geprüft.
- Die Geldmittel der DfwG per 31.12.2005 stimmten lt. Auszügen der Berliner Sparkasse, Konto 206 002 3583, mit dem Endstand, der sich aus dem Anfangsbestand per 31.12.2004 und den Einnahmen und Ausgaben im Geschäftsjahr 2005 ergibt, überein.

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

Berlin, den 16.05.2006

Dipl.-Ing. Bernd Günther
(Kassenprüfer)

Dipl.-Ing. Lutz Grambow
(Schatzmeister)

Dr.-Ing. Carsten Steckert
(Kassenprüfer)

Instandsetzung der Grabstätte von Prof. Richter

Die DfwG Jahrestagung 2005 stand im Zeichen des 100. Geburtstages von Prof. Manfred Richter. Bei der Veranstaltung „Richterkneipe“ im Deutschen Technikmuseum konnten einige Erinnerungsstücke aus der Schaffenszeit Prof. Richters insbesondere unseren jüngeren Mitgliedern einen Eindruck seiner Arbeit vermitteln.

Dr. Klaus Witt machte anlässlich der Jahrestagung den DfwG-Vorstand darauf aufmerksam, dass sich die Grabstelle Prof. Richters in einem ungepflegten Zustand befindet. Der Vorstand sagte bei großer Zustimmung der anwesenden Mitglieder zu, die DfwG werde sich um ein angemessenes Erscheinungsbild der Grabstelle kümmern. Letztlich war Prof. Richter die treibende Kraft bei der Gründung der DfwG.

Noch vor Wintereinbruch besuchte der DfwG-Sekretär zusammen mit Dr. Witt den Friedhof. Die Grabstelle mit den Grabsteinen war nahezu nicht zu erkennen, da im Laufe der Jahre aus Ziersträuchern und Koniferen ein kleiner Urwald geworden war.

Erst nach Ende der in diesem Jahr sehr langen Kälteperiode wurde dann im April vom Sekretär mit einer Friedhofsgärtnerei bei einem weiteren Besuch auf dem Friedhof die mögliche Neugestaltung besprochen und nach Kostenvoranschlag in Auftrag gegeben. Ende Mai 2006 wurden die Arbeiten dann erfolgreich abgeschlossen.

Die Grabstelle Prof. Richter hat nun wieder ein angemessenes Aussehen.

Frank Rochow (DfwG-Sekretär)



Farbliche Untersuchungen an Digitalprojektoren für digitales Kino

Dipl-Ing- Andreas Niemand, Dr. Tran Quoc Khanh ARRI AG, Munich/Germany

1 Abstract

3-Chip-Digitalprojektoren auf DLP (Digital Light Processing), LCD (Liquid Chrystal Display) und LCoS (Liquid Chrystal on Silicon) -Basis haben verschiedene farbmtrische Eigenschaften, welche auf unterschiedlichen Ursachen beruhen. Neben den verwendeten Weißlichtquellen spielen die Lichtventiltechnologien eine entscheidende Rolle. Der Artikel gibt eine Übersicht über die verschiedenen Eigenschaften von Projektionsystemen und legt die Ursachen dar.

2 Einführung

Digitales Kino ist und bleibt ein Forschungsthema im Bereich der Unterhaltungsindustrie. Dabei spielt im verstärkten Maße nicht mehr nur die elektronische Bildaufnahme und die digitale Bearbeitung eine Rolle, die digitale Ausstrahlung und Projektion von Kinofilmen tritt in greifbare Nähe. Hier kann die digitale Technik helfen, ein besseres Bild hoher Qualität in die Kinosäle zu bringen. Die nachfolgende Arbeit beschäftigt sich daher eingehend mit der farblichen Charakterisierung von Digitalprojektoren und deren Eignung für die digitale Kinotechnologie.

Zur Zeit sind auf dem Markt für den Einsatz als Großbildprojektoren verschiedene Techniken verfügbar. Die wichtigsten 3 Techniken sind DLP, LCoS und LCD, jeweils in 3-Chip- Ausführung. Als Lichtquellen sind derzeit nur Quecksilberhöchstdrucklampen und Xenonlampen von Interesse, nur mit diesen Lampensystemen wird ein farbttemperaturstabiler hoher Lichtstrom bei kurzen Lichtbogenlängen erreicht.

3 Vorbetrachtungen

Projektionssysteme unterliegen nicht, anders als Fernsehbildschirme, einer bestimmten Norm oder Anforderung zur Bilddarstellung. Im Gegensatz zu Fernsehmonitoren, deren Eigenschaften maßgeblich durch die Phosphore bestimmt werden, sind Projektoren durch ihre Elektronik und ihre dichroitischen Spiegel bestimmt. Daher können die Primärvalenzen und die Übertragungsverhältnisse frei von den Herstellern bestimmt werden.

Im Rahmen der im folgenden beschriebenen Untersuchungen sind eine Reihe verschiedener Projektionssysteme auf ihre farbmtrischen und lichttechnischen Eigenschaften hin vermessen worden. Verglichen wurden 7 verschiedene Projektoren mit den in Tabelle 1 ersichtlichen Eigenschaften.

Nummer	Projektor 1	Projektor 2	Projektor 3	Projektor 4	Projektor 5	Projektor 6	Projektor 7
verw. Lichtventil	DLP	DLP	DLP	LCD	LCD	Lcos	Lcos
Lampe	Xenon	UHP	Xenon	UHP	UHP	Xenon	UHP

Tabelle 1: Übersicht der getesteten Projektoren

4 Farbumfang, spektrale Verteilung

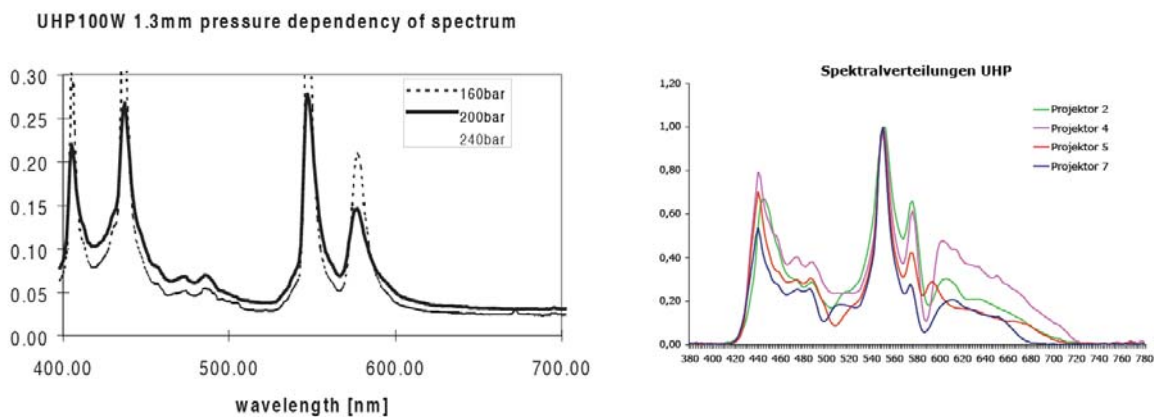
Grundsätzlich muss bei der Betrachtung der farblichen Eigenschaften von Projektions-systemen neben dem Bildwandler auch der gesamte optische Gang betrachtet werden. Entscheidenden Einfluss auf das entstehende Bild haben hierbei die verwendeten optischen Filter sowie die eingesetzte Weißlichtquelle.

Bei Projektionssystemen kommen heutzutage nahezu ausschließlich Höchstdruck-quecksilberlampen sowie Xenonlampen zum Einsatz. Hierbei bestimmt die eingesetzte Lichtquelle neben den verwendeten Filtern den möglichen erzielbaren Farbraum.

4.1 Quecksilberhöchstdrucklampen

Unter verschiedenen Markennamen, z. B. UHP, NSH oder VIP, werden Quecksilber-höchstdrucklampen als Weißlichtquellen für Projektoren eingesetzt. Dabei ist das Prin-zip immer das gleiche: Quecksilberhöchstdrucklampen arbeiten mit Quecksilber, wel-ches unter hohem Druck verdampft wird. Dabei zeigt sich dass sich das erzielbare Spektrum mit zunehmendem Druck homogenisiert. Trotzdem ist die spektrale Verteilung der Quecksilberlampen ungleichmäßig. In Abbildung 1(a) ist der spektrale Verlauf einer UHP-Lampe zu sehen. Dieser typische Verlauf findet sich auch in der spektralen Wiedergabe von Weiß bei einem Projektor wieder – siehe Abbildung 1(b).

Das Spektrum von Quecksilberhöchstdrucklampen bestimmt maßgeblich den erzielba-ren Farbumfang des Projektionsgerätes. In Abbildung 3(a) sind die Farbdreiecke der



(a) Spektrum einer UHP-Lampe

(b) Spektrum Weiß bei UHP -Projektoren

UHP-Projektoren mit Quecksilberhöchstdrucklampen zu sehen. Im Vergleich sind die Primärvalenzen der EBU-Phosphore eingezeichnet.

Die geringen Energieanteile im langwelligen, roten Spektrum finden sich in der eingeschränkten Rotdarstellung im Farbdreieck wieder.

Die unterschiedlichen Verläufe der Spektren der einzelnen Projektoren und die darauf basierenden Farbdreiecke haben in erster Linie ihre Ursache in den verwendeten verschiedenen dichroitischen Filtern.

4.2 Xenon

Xenonlampen besitzen ein relativ homogenes Spektrum (Abbildung 2(a)). Das führt zu ebenso typischen spektralen Verläufen für Projektoren mit Xenon-Lichtquellen. Durch die gleichmäßige Energieverteilung im Spektrum werden bei der Filterung nach Rot, Grün und Blau ausgewogene Spektralanteile für die einzelnen Primärvalenzen erreicht. In Abbildung 2(b) sind die spektralen Verläufe zweier Projektoren mit Xenon-Lichtquelle zu sehen.

In Abbildung 3(b) werden die resultierenden Farbdreiecke dieser Projektoren gezeigt. Auch hier im Vergleich die EBU-Primärvalenzen.

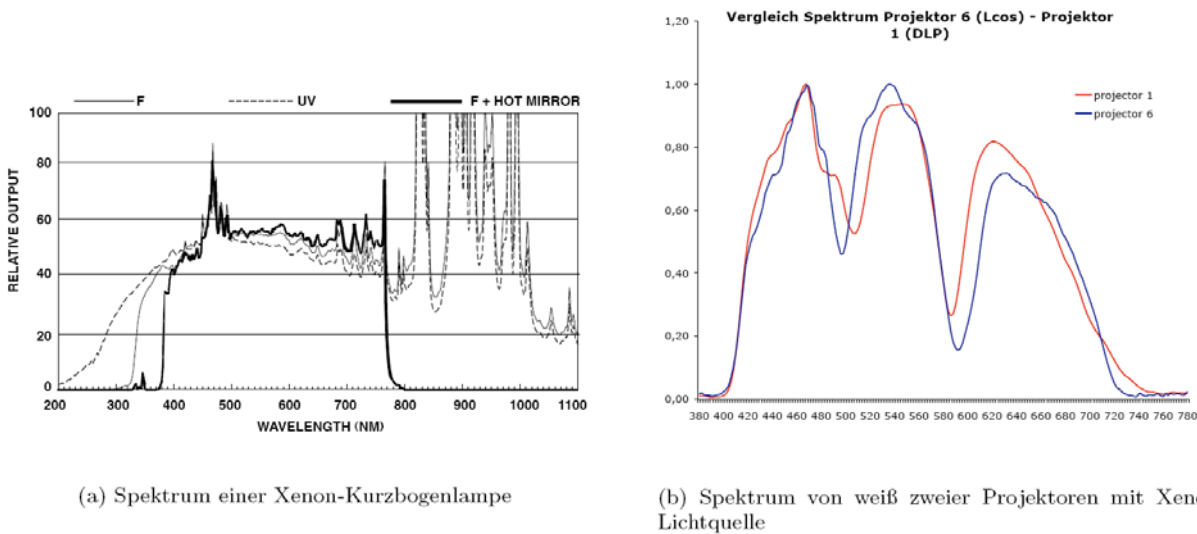


Abbildung 2: Spektren von Xenon

Analyse Bei Xenon-Projektoren macht sich das ausgewogene Energiespektrum der verwendeten Lichtquelle bemerkbar. Dadurch werden für alle drei Primärvalenzen genügend Energieanteile verwertbar; das resultierende Farbdreieck ist entsprechend groß.

Die Unterschiede im Farbdreieck der Projektoren werden wiederum hauptsächlich durch die eingesetzten Filter erzielt.

4.3 Vergleich

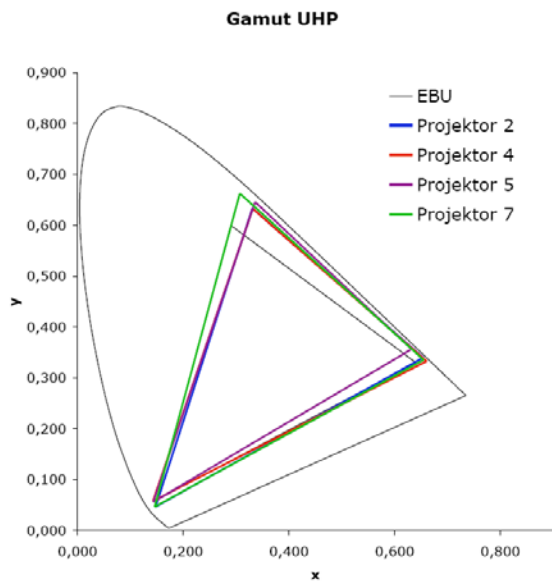
Beim Vergleich von Projektoren mit UHP- und Xenonlampen zeigt sich der größere Farbraum beim Einsatz von Xenonlampen.

Für beide Lampentypen gilt: Je sauberer die Filter die einzelnen Farbbereiche Rot, Grün und Blau voneinander trennen, desto reiner sind die erzielten Primärfarben und desto größer ist das erzielbare Farbdreieck. Diese Optimierung der Farbreinheit scheint jedoch auf Kosten des Wirkungsgrades zu geschehen.

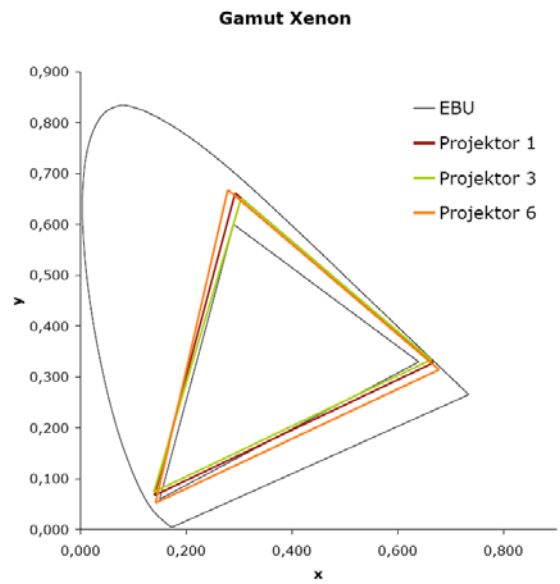
Ein weiterer Unterschied zwischen den eingesetzten Lampentypen wird bei der Verfügbarkeit deutlich.

UHP-Lampen existieren in Größenordnungen bis etwa 400W. Xenon-Kurzbogenlampen hingegen werden bis zu mehreren kW-Größe angeboten. Daher werden, neben der besseren Farbwiedergabe, bei sehr großen Projektionsgeräten ausschließlich Xenon-Lampen eingesetzt.

Auf der anderen Seite sind UHP-Lampen recht wirtschaftlich herzustellen. Sie verwenden kein Edelgas. UHP-Lampen sind die Hauptlichtquelle für kompakte Projektoren sowie Rückprojektionsgeräte.



(a) Primärvalenzen verschiedener Projektoren mit Quecksilberhöchstdrucklampen



(b) Primärvalenzen verschiedener Projektoren mit Xenonlampen

Abbildung 3: Primärvalenzen UHP und Xenon

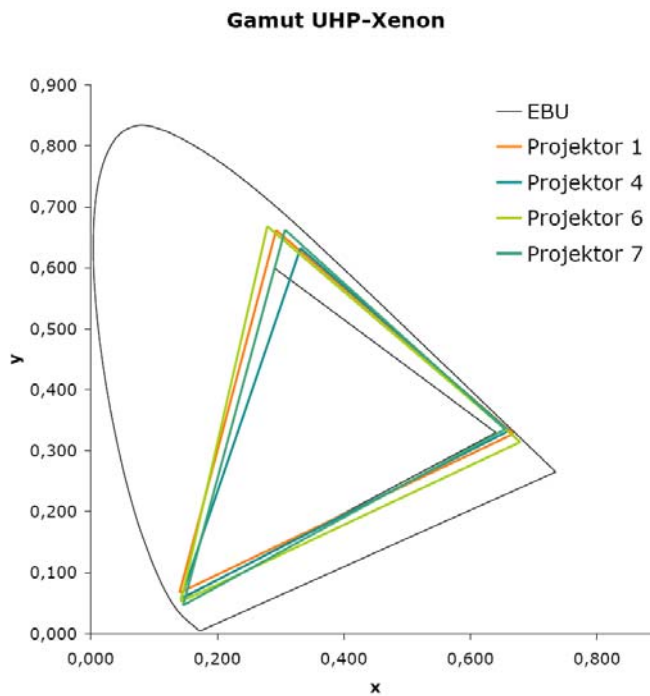


Abbildung 4: Vergleich zw. Projektoren mit Xenon- und UHP-Beleuchtung

5 Ausleuchtung der Leinwand, Shading

Für ein gleichmäßiges Bild ist die homogene Ausleuchtung der Leinwand entscheidend. Es soll nicht nur eine gleichmäßige Helligkeit auf der Leinwand vorhanden sein, auch die Farbigeit über den gesamten ausgeleuchteten Bereich soll möglichst gleich sein.

In den allgemein gültigen Normen (SPMTE 196M, DIN-EN 61947) wird jedoch nur eine Aussage über die zu erreichende Leuchtdichteverteilung auf der Leinwand getroffen. Um auch eine Aussage über die Farbverteilung auf der Leinwand treffen zu können, wurden in den Untersuchungen Messungen des Farbortes verteilt über die Leinwand genommen. Die Messorte richten sich dabei nach den Vorgaben von SPMTE 196M/RP98.

Es wurden 9 Messpunkte auf der Leinwand vermessen. In der Auswertung werden die Farbabstände ΔE_{uv} im Verhältnis zum Farbort von Weiß in der Mitte der Leinwand angegeben. Aus allen ΔE_{uv} wurde zusätzlich ΔE_{uv} als durchschnittlicher Gesamtwert für jede Projektion ermittelt. Die Tabelle 2 zeigt die Angaben zur Farbabweichung über die Projektionsfläche.

$\Delta E:$			$\Delta E:$			$\Delta E:$			$\Delta E:$		
5,06	4,53	10,06	5,94	4,49	10,03	5,16	2,16	2,81	8,24	7,72	13,47
2,68	0,00	3,27	2,72	0,00	5,96	2,74	0,00	2,31	3,46	0,00	6,02
5,74	5,27	5,90	1,25	4,62	4,70	2,35	2,55	2,79	7,94	3,06	7,76
$\Delta E: 5,31$			$\Delta E: 4,96$			$\Delta E: 2,86$			$\Delta E: 7,21$		
(a) 1			(b) 2			(c) 3			(d) 4		
$\Delta E:$			$\Delta E:$			$\Delta E:$					
7,40	3,04	7,76	7,84	4,44	8,37	5,21	3,00	4,73			
3,81	0,00	5,69	4,08	0,00	5,55	2,92	0,00	2,90			
2,80	2,75	5,13	5,78	2,85	7,02	1,96	1,45	2,49			
$\Delta E: 4,80$			$\Delta E: 5,74$			$\Delta E: 3,08$					
(e) 5			(f) 6			(g) 7					

Tabelle 2: Farbveränderung der äußeren Messfelder vgl. mit dem Center in ΔE

Analyse Es zeigt sich, dass teilweise große Unterschiede in der Homogenität existieren. Das Shading ist bei den Projektoren unterschiedlich groß. Wesentlich kann eine sehr homogene, neutrale Farbverteilung erreicht werden (beispielsweise Projektor Nr. 3 oder 7), was allerdings nicht bei allen Geräten der Fall ist. Mehr oder weniger starke Farbverläufe sind die Folge.

Ursachen hierfür können nur vermutet werden. Einmal spielt die korrekte Ausrichtung des optischen Pfades innerhalb des Projektors eine große Rolle. Neuere Studien [4] lassen weiterhin auf eine Abhängigkeit der Uniformität von der Betriebsdauer des Gerätes schließen.

6 Kontrast, Streulicht, Additivität

Vorbetrachtungen Wenn bei Projektionsgeräten heutzutage der so genannte ANSI-Kontrast (identisch mit DIN-EN 61947[1]) angegeben wird, so ist eine Messmethode gemeint, welche den Kontrast innerhalb eines Bildes liefert. Dieser Normkontrast liegt bei allen untersuchten Geräten bei etwa 80:1 bis 100:1. Der darstellbare Farbkörper eines Projektors wird jedoch vom verfügbaren Gesamtkontrast entscheidend beeinflusst. Daher wurden Untersuchungen dieses Wertes durchgeführt. Der Gesamtkontrast wird durch das Verhältnis maximale Leuchtdichte (Weiß) zu minimaler Leuchtdichte (Schwarz) ermittelt. Zur Untersuchung der dynamischen Eigenschaften der Projektoren

wurden den Projektoren Testbilder mit abnehmender Signalstärke zugeführt. Der Test beruht auf der Versuchsanordnung nach DIN 61966-4 [3]. Das Resultat für Weiß, Rot, Grün und Blau wurde spektral und lichttechnisch vermessen. Die Ergebnisse der Messungen sind beispielhaft für zwei Projektoren in den Abbildungen 5 zu sehen.

Die Additivität der Projektoren ist eine theoretische Grundvoraussetzung, da sie als additive Systeme aufgebaut sind. Nur wenn sie eingehalten wird, ermöglichen Projektoren exakte Farbwiedergabe nach dem additiven Prinzip. Damit basieren Projektoren auf der Gleichung:

$$R + G + B = \text{Weiss} \quad (1)$$

oder auch:

$$L_r + L_g + L_b = L_w \quad (2)$$

Hierbei sind $L_r = L_g = L_b$ die Leuchtdichten der Farbwerte r,g,b und L_w ist die Leuchtdichte von Weiß. In Abbildung 6 sind exemplarisch die RGB-Summen zweier Projektoren abgebildet. Die durchgehende Linie zeigt die Leuchtdichten der einzelnen Farbkanäle aufsummiert nach Gleichung 2. Die gestrichelte Linie ist die selbe Summe, jedoch wurde hier die Restleuchtdichte L_s für ein schwarzes Bild subtrahiert.

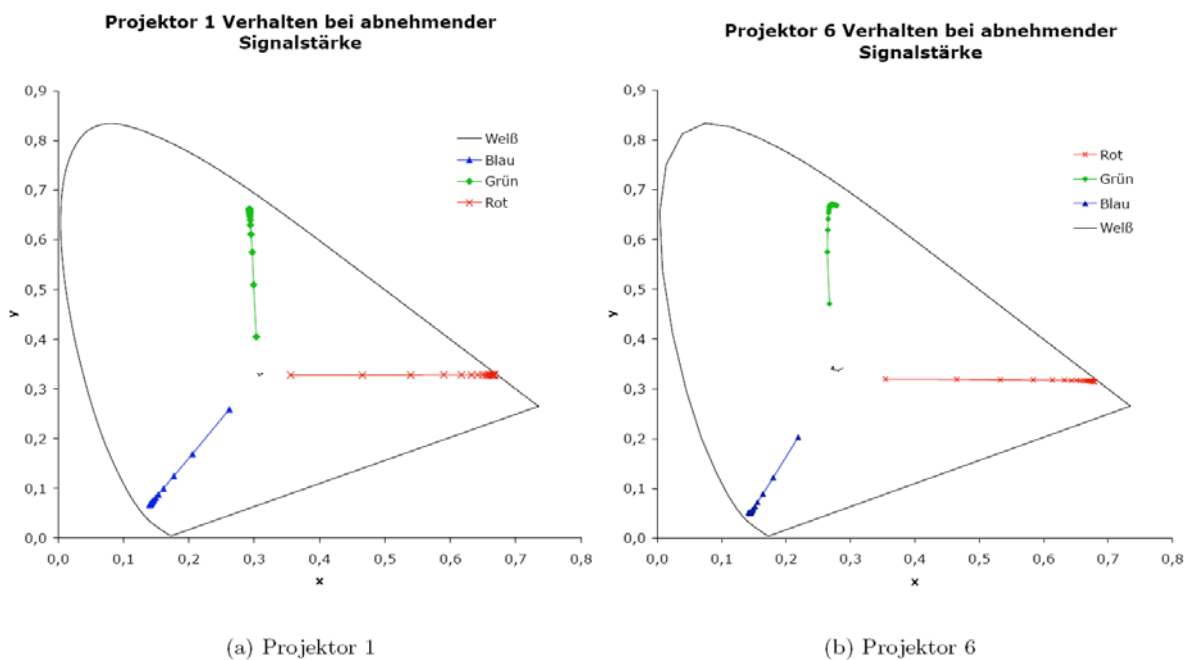


Abbildung 5: Verhalten der Primärvalenzen und Weiß bei abnehmender Signalstärke

Analyse Bei den Untersuchungen zu Kontrast und dynamischem Verhalten zeigt sich: Schwarz ist nicht Schwarz, ein Restlicht bleibt. Dieses Streulicht verursacht eine schlechtere Farbreinheit in dunklen Passagen. Dadurch verringert sich der darstellbare Farbumfang bei geringem Signalpegel, also in dunklen Bildern erheblich. Das (weiße) Restlicht mischt sich zu den eigentlich darzustellenden Farben und vermindert dadurch deren Reinheit.

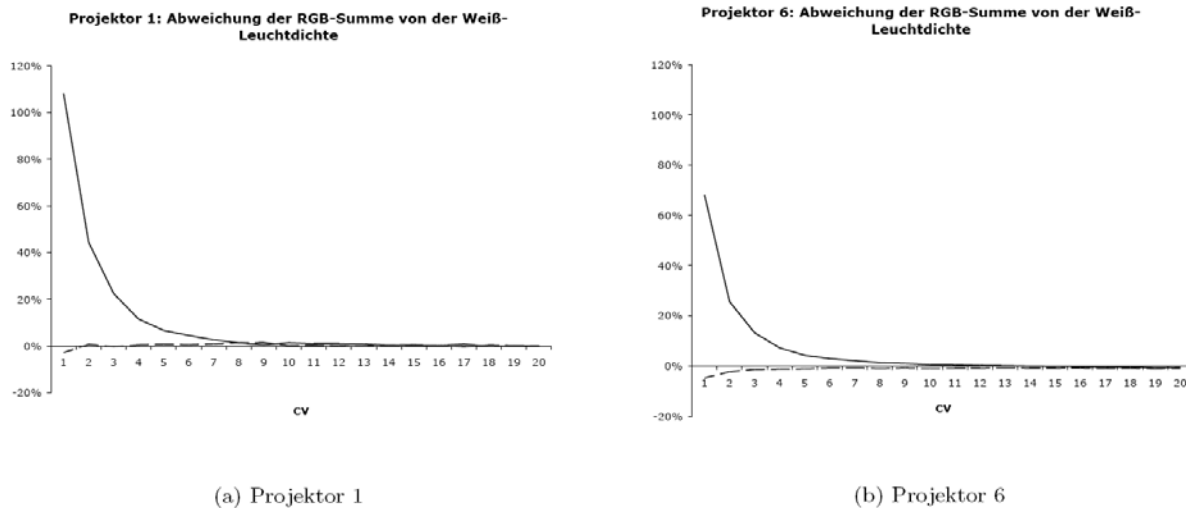


Abbildung 6: Abweichung der Summe der Leuchtdichte der einzelnen Farbkanäle zur Gesamtleuchtdichte Weiß (durchgehende Linie), Abweichung der Summe mit subtrahiertem Restlicht (gestrichelte Linie)

7 Übertragungskennlinie, Gamma

7.1 Vorbetrachtungen

Die farbneutrale Wiedergabe ist die Voraussetzung für die vom Filmmacher gewünschte farbliche Wirkung eines Filmes. Durch Veränderung des Weißpunktes bei unterschiedlichen Helligkeiten entstehen Farbkippen, welche eigentlich neutrale Graubilder mit einem unerwünschten Farbton versehen. Als einziges farbliches Bezugssystem legt die beleuchtete Leinwand die chromatische Adaption des Sehsystems im Kino fest. Der Weißpunkt der Kinoprojektion wird von der SMPTE 196M [2] mit $5400K+600K-200K$ für Publikumskinos, für Abnahmekinos mit $x = 0,332 \pm 0,002$ und $x = 0,347 \pm 0,004$ festgelegt. Gibt die Angabe mit x- und y-Koordinaten einen eindeutigen Farbtort wieder, so legt die Farbtemperatur einen Bereich fest, welcher in seiner Farbigkeit deutlich sichtbar variieren kann. Daher ist für eine vorhersagbare Farbwiedergabe im Kino die Definition eines eindeutigen Farbtortes für Weiß notwendig. Die Übertragungskennlinie eines Projektors bezeichnet das Verhältnis von anliegender Signalspannung zu abgegebener Leuchtdichte. Durch die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten für Digitalprojektoren besteht an den Geräten oftmals die Möglichkeit, verschiedene Übertragungskennlinien vorzubestimmen. Es wurde untersucht, wie präzise Digitalprojektoren in der Lage sind, bestimmte Übertragungskennlinien einzuhalten.

Die Testmethode lehnt sich an die Norm IEC 61966-4 [3] an. Abweichend von der Norm sind der geringere Abstand Leinwand- Messgerät/ Projektor sowie die geringere Anzahl Testfelder von nur 20 gegenüber geforderten 32. Alle anderen Bedingungen der Norm wurden eingehalten, die Auswertung der Messergebnisse ist abweichend der Norm erfolgt.

Es gilt für jede Primärfarbe und für Weiß:

$$\left(\frac{U_{R,G,B,W}}{U_{R_0,G_0,B_0,W_0}} \right)^\gamma = \frac{L_{R,G,B,W}}{L_{R_0,G_0,B_0,W_0}} \quad (3)$$

$U_{R,G,B,W}$ ist die anliegende Signalspannung, U_{R_0,G_0,B_0,W_0} die maximale Signalspannung, $L_{R,G,B,W}$ ist die gemessene Leuchtdichte, L_{R_0,G_0,B_0,W_0} die maximale Leuchtdichte.

Die gemessenen Farbwerte für die Graustufen wurden in R-, G- und B-Anteile umgerechnet. Dadurch lässt sich die Grauneutralität nach folgender Überlegung berechnen: Für die Graustufen gilt theoretisch durch die Bildungsvorschrift $R=G=B$:

$$\frac{U_R}{U_{R_0}} = \frac{U_G}{U_{G_0}} = \frac{U_B}{U_{B_0}} = C \quad (4)$$

$$\log \frac{L_R}{L_{R_0}} = \gamma_R * C \quad (5)$$

$$\log \frac{L_G}{L_{G_0}} = \gamma_G * C \quad (6)$$

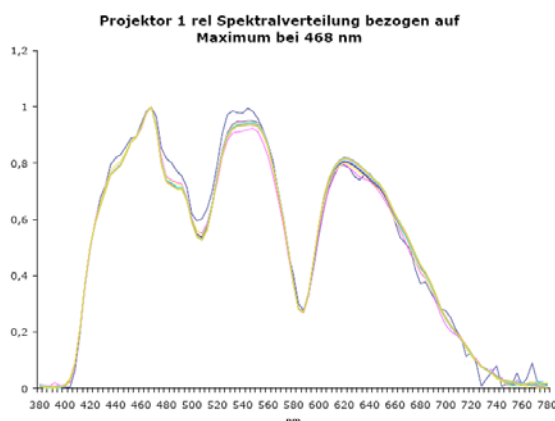
$$\log \frac{L_B}{L_{B_0}} = \gamma_B * C \quad (7)$$

Es sind die Graustufen nur dann gleich, wenn über den gesamten Abstufungsbereich gilt:

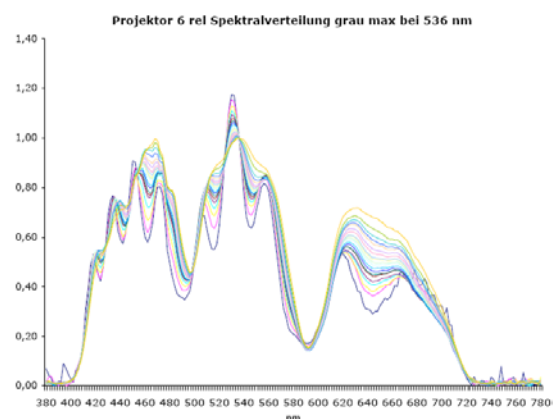
$$\gamma_R = \gamma_G = \gamma_B$$

Wird diese Bedingung nicht eingehalten, kommt es zu verschiedenen Effekten: Die Graustufen werden nicht gleichmäßig heller oder aber es kommt zu einer Farbkippung auf der Grauskala.

Die Graphen in Abbildung 7 zeigen die spektralen Verläufe der 20 vermessenen Graustufen. Die Angabe des Spektrums geschieht relativ, der maximale Energiebetrag innerhalb eines Spektrums wurde auf 1 normiert. Dadurch lassen sich die spektralen Verläufe unterschiedlicher Helligkeiten miteinander vergleichen. Für diese beiden Projektoren wird der Verlauf des Übertragungsverhältnisses nach den Gleichung 3 in der Abbildung 8 gezeigt. Um einen Einfluss des Restlichtes herauszuarbeiten, wurde beim Übertragungsverhältnis beider Projektoren das Restlicht rechnerisch eliminiert. Die Ergebnisse finden sich in den Graphen von 9. Die Veränderung des Spektrums bei Veränderung der Signalstärke für Weiß zeigt einen wandernden Weißpunkt: Abbildung 10.



(a) Projektor 1



(b) Projektor 6

Abbildung 7: Additivität der Kanäle Rot, Grün und Blau

Resultate Die spektralen Verläufe für 20 Graustufen zeigen eine sehr geringe Änderung bei Projektor 1. Damit ist hier eine Farbkonstanz über den gesamten Signalstärkeverlauf gegeben. Das spiegelt sich im Farbwert für Weiß/Grau in Abbildung 10 wieder.

Projektor 6 hingegen zeigt deutliche Veränderungen im Spektrum für abnehmende Signalstärken. Das schlägt sich im wandernden Farbort Weiß/ Grau nieder.

Die Graphen in Abbildung 8 zeigen ausgesuchte Transfercharakteristiken. Es werden sowohl die Transferkurven für die einzelnen Primärfarben als auch die Farbanteile der Graustufen und die Graustufen selbst gezeigt. Der Projektor 1 zeigt eine recht gute Einhaltung einer konstanten Transfercharakteristik von $\gamma = 2,2$, nur in den dunklen Bereichen fällt das Übertragungsverhältnis stark ab. Ebenso haben die Kurven für Rot, Grün, Blau und Weiß einen sehr ähnlichen Verlauf. Projektor 6 hingegen hat sehr verschiedene Verläufe für die anteiligen Rot-, Grün- und Blaukanäle. Ebenfalls kommt es hier zu einem Abfall der Transfercharakteristik in den dunklen Bereichen.

Auch hier gibt das Spektrum einen Hinweis auf die sich ändernden farblichen Eigenschaften. Die starken Änderungen im Übertragungsverhältnis für die einzelnen Kanäle bei Projektor 6 haben ihre Ursache im sich ändernden Spektrum bei abnehmender Signalstärke. Durch die unterschiedlichen Kurvenverläufe für die einzelnen Farbanteile bei

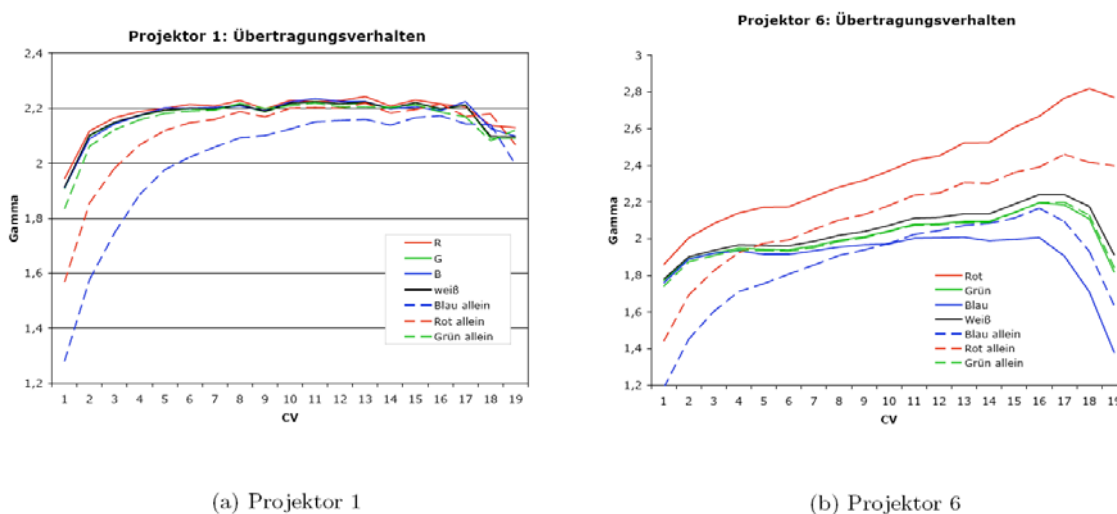


Abbildung 8: resultierendes Übertragungsverhältnis beider Projektoren

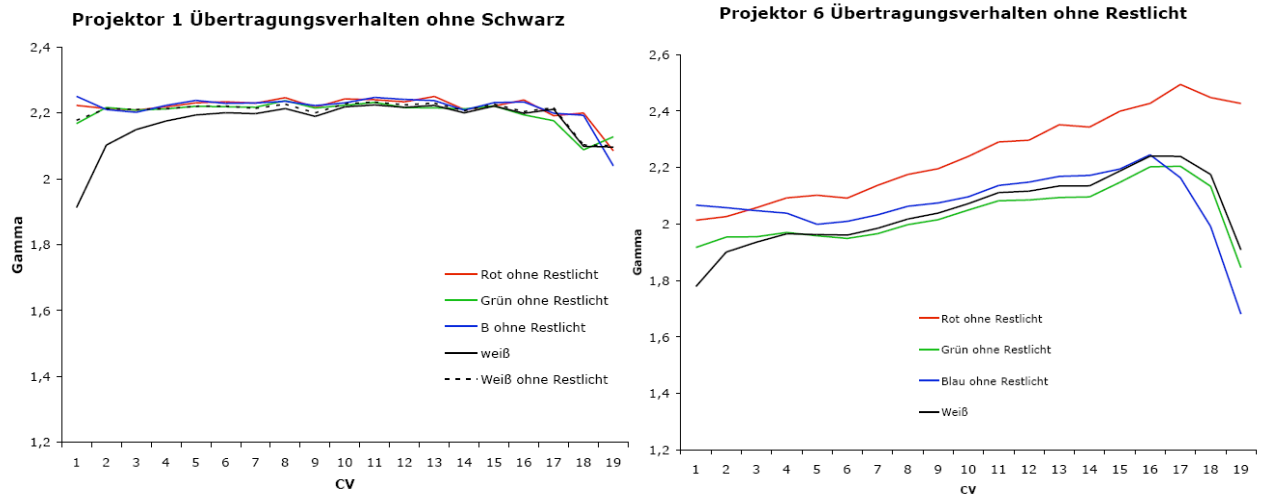
Projektor 6 kommt es zu Farbverschiebungen auf der Grauachse. Das hat unterschiedliche Farbigkeiten für dunkleres und helleres Grau zur Folge.

Analyse Es zeigte sich, dass die spektrale Änderung bei abnehmender Signalstärke bei allen Geräten mit Flüssigkristall-Lichtventilen auftrat. Das gilt für LCoS-Geräte genau so wie für LCD-Geräte. Offenbar reagieren Flüssigkristalle spektral nicht neutral auf Signalstärkeänderungen. Dies hatte bei allen Flüssigkristall-Projektoren eine Verschiebung des Farbortes Weiß bei abnehmender Signalstärke zur Folge. Das führte zu einem mehr oder weniger stark ausgeprägten Farbkippen in den Graustufen.

Die DLP-Projektoren hingegen blieben bei abnehmendem Signalpegel für Weiß spektral konstant. Hier änderte sich daher der Farbort für Weiß über 20 Graustufen hinweg nur minimal.

Eine farbneutrale Darstellung bei konstantem Weißpunkt ist daher eher mit DLP-Projektoren als mit Flüssigkristallprojektoren erreichbar.

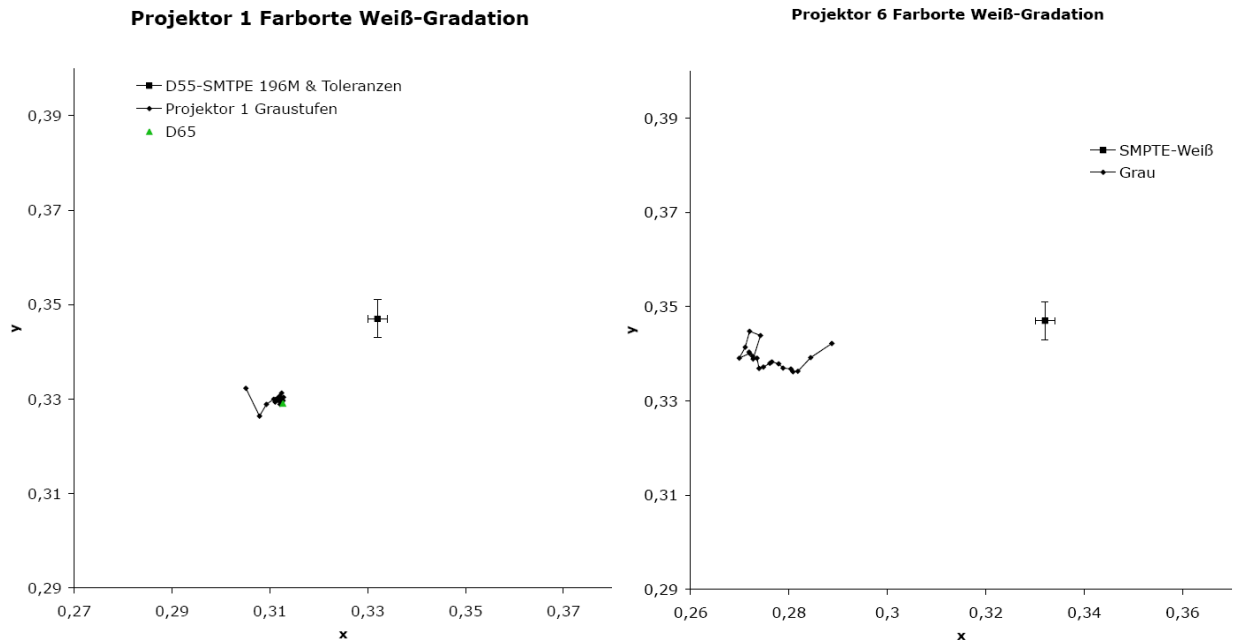
Die Einhaltung eines konstanten Transferverhaltens wird nicht von allen Geräten erreicht, jedoch werden in die Geräteelektronik scheinbar oftmals absichtlich nicht konstante Übertragungscharakteristiken implementiert, um bessere subjektive Eigenschaften der Geräte zu erreichen. Die Abfälle der Transfercharakteristik in den dunklen Bereichen haben ihre Ursache wiederum im verbleibenden Restlicht der Projektoren. Dies wird noch einmal in den Abbildungen der Transfercharakteristiken ohne Restlicht (Abbildung 9) deutlich.



(a) Projektor 1

(b) Projektor 6

Abbildung 9: Übertragungsverhältnisse ohne Restlicht



(a) Projektor 1

(b) Projektor 6

Abbildung 10: Farbort für Weiß bei abnehmender Signalstärke (Grautreppe)

8 Zusammenfassung

Digitale Projektoren haben verschiedene farbliche Charakteristika. Oftmals wird ein möglichst großer Farbkörper gewünscht, um verschiedene Quellen (Film, Video...) ohne Clipping darstellen zu können. Die Größe dieses Farbkörpers wird maßgeblich von 3 Faktoren bestimmt: Welche Weißlichtquelle wird verwendet? Wie sind die dichroitischen Filter designed? Welchen Kontrastumfang hat das Gerät?

Als Weißlichtquellen bieten sich insbesondere Xenonlampen an. Sie liefern ein homogenes Spektrum als Ausgangsbasis für möglichst reine Primärvalenzen. Quecksilberhöchstdrucklampen bleiben hier bei der erzielbaren Farbwiedergabe aufgrund ihres inhomogenen Spektrums zurück. Ein großer Kontrastumfang (entsprechend geringes Restlicht bei Schwarzdarstellung) wiederum ermöglicht die Darstellung reiner Farben auch in sehr dunklen Passagen.


Die verwendete Technologie der Lichtventile hat bei der Betrachtung nach farblichen Maßstäben besonderen Einfluss auf die Einhaltung neutraler Farben. Hier zeigen sich Schwächen bei allen auf Flüssigkristall basierenden Technologien sowohl LCD als auch LCoS. Diese Techniken weisen eine Abhängigkeit des spektralen Verlaufs (und der damit erzeugten Farbe) vom anliegenden Signalpegel auf. Dadurch kommt es zu Farbverschiebungen. Auf DLP-Technologie basierende Systeme zeigen diese spektrale Abhängigkeit nicht.

Literatur


- [1] DKE, Photokinonorm: DIN-EN 61947-2: Elektronische Projektion Messung und Dokumentation wichtiger Leistungsmerkmale Teil 2: Projektoren mit variabler Auflösung (IEC 6194 7-2:2001). 2002
- [2] Society for Motion Picture Engineers: SMPTE 196M: Indoor Theater and Review Room Projection-Screen Luminance and Viewing Conditions. 1995
- [3] VDE (DKE), Deutsche Elektrotechnische K. im DIN und: DIN -EN 61966-4: Multimediasysteme und -geräte Farbmessung und Farbmanagement Teil 4: Geräte mit Flüssigkristallanzeigen. 2000
- [4] Wyble, David R.: Long-Term Data Projector Color Performance Test / RIT/Munsell Color Science Laboratory.
[URL:http://www.dlp.com/dlp_technology/images/dynamic/white_papers/156_Picture_Reliability_Study_Phase_II_White_Paper.pdf](http://www.dlp.com/dlp_technology/images/dynamic/white_papers/156_Picture_Reliability_Study_Phase_II_White_Paper.pdf), 2004. – Forschungsbericht

Vergleich von Methoden zur Herstellung von Prüfvorlagen der ISO/IEC 15775

Dipl.-Phys. Jens Witt; Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM); Berlin


 31. DfwG
 Jahrestagung


Vergleich von Methoden zur Herstellung
 von analogen ISO/IEC-Prüfvorlagen


 Jens Witt, 5. Oktober 2005


ISO/IEC-Prüfvorlagen

Verschiedene ISO/IEC-Normen und Technische Berichte definieren und verwenden analogen Prüfvorlagen. Einige Beispiele, die unter der Mitarbeit von BAM VIII.34 entstanden sind, sind:

- ISO/IEC 15775:1999 Method of specifying image reproduction of colour copying machines by analog test charts - Realisation and application.
- ISO/IEC TR 19797:2004 Device Output of 16 colour scales, output linearization method (LM) and specification of the reproduction properties
- ISO/IEC TR 24705:2005 Method of specifying image reproduction of colour devices by digital and analog test charts.

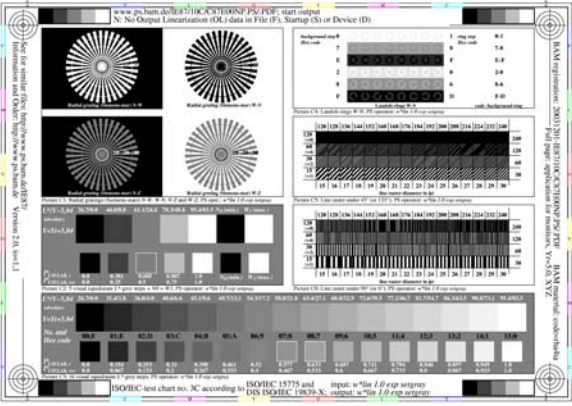

 31. DfwG
 Jahrestagung


Vergleich von Methoden zur Herstellung
 von analogen ISO/IEC-Prüfvorlagen


 Jens Witt, 5. Oktober 2005


ISO/IEC 15775 Prüfvorlagen

- Achromatische Prüfvorlagen
- Mit hohem Kontrast
- Mit mittlerem Kontrast



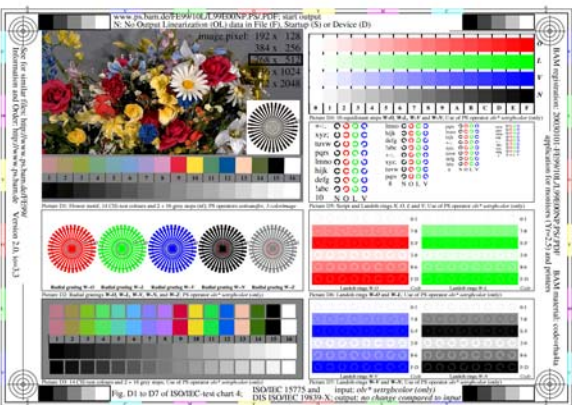

 31. DfwG
 Jahrestagung

Vergleich von Methoden zur Herstellung
 von analogen ISO/IEC-Prüfvorlagen


 Jens Witt, 5. Oktober 2005

ISO/IEC 15775 – Prüfvorlagen

- Chromatische Prüfvorlagen
- CMYN Layout
- OLV Layout



Analoge ISO/IEC-Prüfvorlagen: Farbmetrische Spezifikationen

Farbraum: CIELAB D65, 2°-Normalbeobachter, 45°/0°-Geometrie

L*-Bereich:

	Halbton Technik	Photographisch
Achromatisch Mittel / Hoch	18 - 95 / 10 - 95	13 - 91 / 7 - 91
Chromatisch	18 - 95	7 - 91

Druckfarben: CMYOLVWN - Standardfarben des Offsetdrucks auf nicht fluoreszierendem Papier (ISO 2846 and ISO/IEC 15775).

Farbreihen: Farbmetrisch gleichabständig gestuft (ca. $\Delta E^* = 5$ in CIELAB).

Toleranz: Die Farbabweichungen einer Testproduktion sind in der Norm angegeben. Die 8 Grundfarben besitzen einen mittleren Farbabstand $\Delta E^* = 2.5$, die 14 CIE-Testfarben ein $\Delta E^* = 10$.

Methoden zur Herstellung der analogen Prüfvorlagen

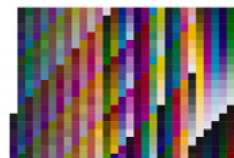
Es wurden verschiedene Methoden zur Herstellung der Prüfvorlagen untersucht. Alle Methoden charakterisieren das Ausgabegerät zunächst durch die Ausgabe und Messung eines Satzes von Referenzfarbwerten. Die Methoden basieren auf:

- Trilineare Interpolation zwischen der Referenzfarbwerten
- Tetraeder-Interpolation mit Delaunay-Tetraedrisierung und rekursiver Stützstellenbestimmung
- Linearisierungsmethode des Technischen Berichts ISO/IEC TR 19797:2004
- Kalibrierung über das ICC-Farbmanagement

Untersuchungen

Zur Untersuchung wurde mit Hilfe der Methoden

- ein Satz von 557 CIELAB-Testfarben ausgegeben und die Farbfehler der Ausgabe bestimmt und



- die Prüfvorlage Nr. 4 der ISO/IEC 15775 hergestellt und ihre farbmetrischen Eigenschaften bestimmt (z. B. die Gleichmäßigkeit g^* der vier 16-stufigen Reihen)



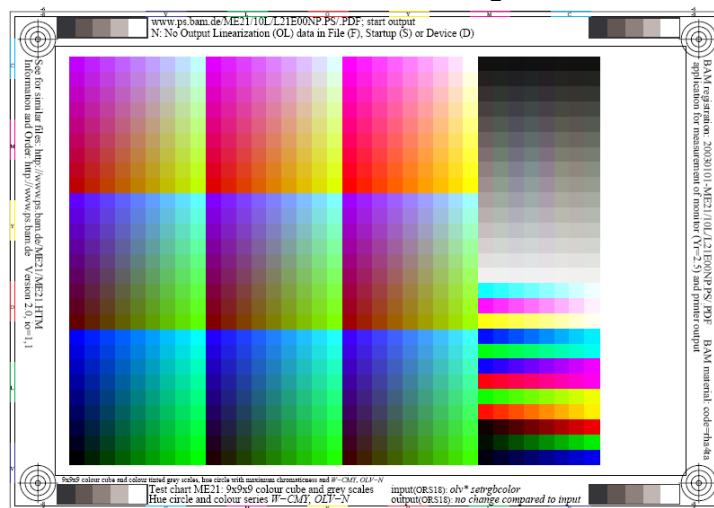
Farb-Management Methode (FMM) vom Scannen bis zur Druckerausgabe unter Benutzung eines relativen CIELAB Farbraumes

Hans Wagenknecht, BAM I und LaserSoft II Imaging AG, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM); Berlin

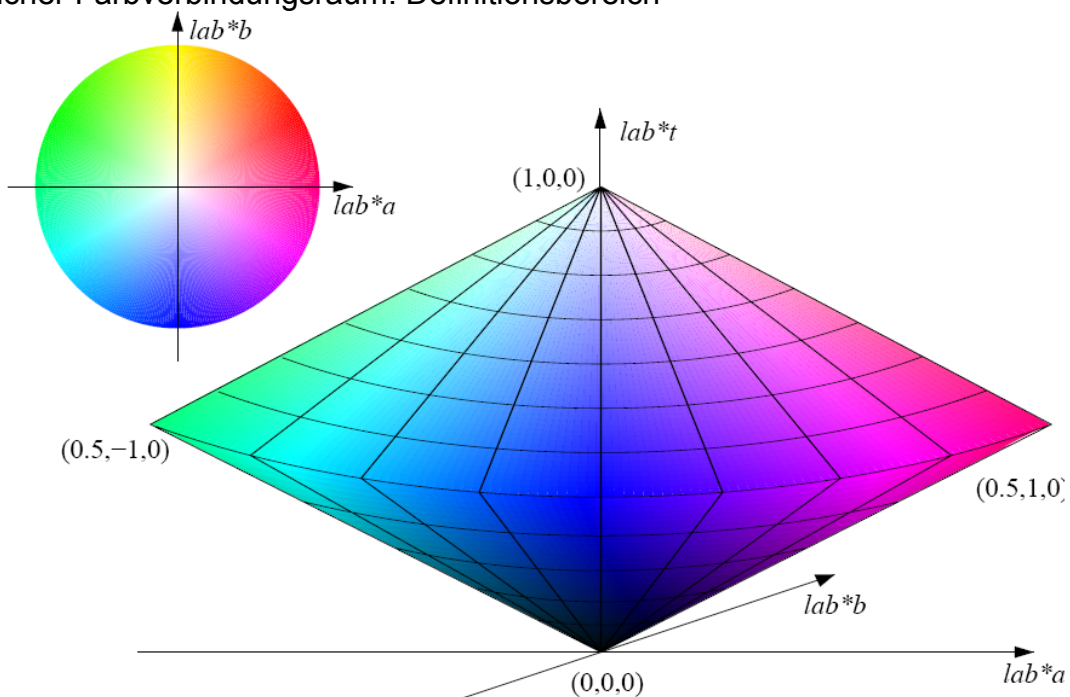
Überblick

- Definition eines Testcharts für die Druckerkalibrierung
- Beschreibung eines Natürlichen Farbverbindungsraumes (NCCS)
- Abbildung des Druckerfarbraumes auf die Koordinaten des NCCS
- Kalibrierung des Scannersystems:
Abbildung der Scanner rgb-Daten auf die Koordinaten des NCCS
- Kontrolle der Bilddaten vom Scan bis zum Druck mittels Zweitausdruck eines eingescannten Bildes

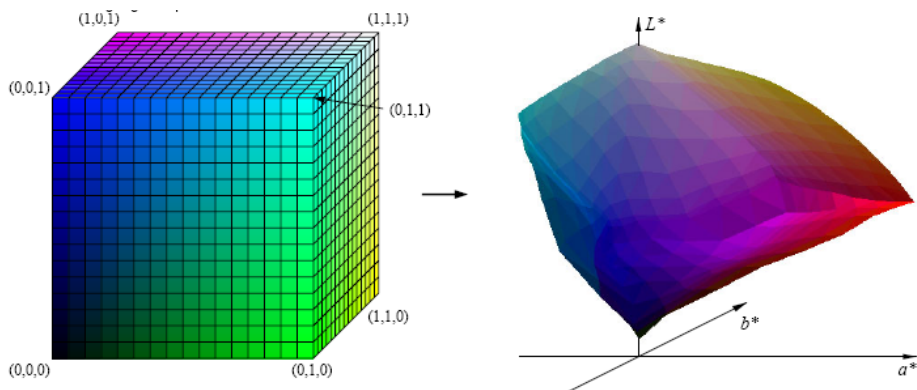
Definition eines Testcharts für die Druckerkalibrierung



Natürlicher Farbverbindungsraum: Definitionsbereich

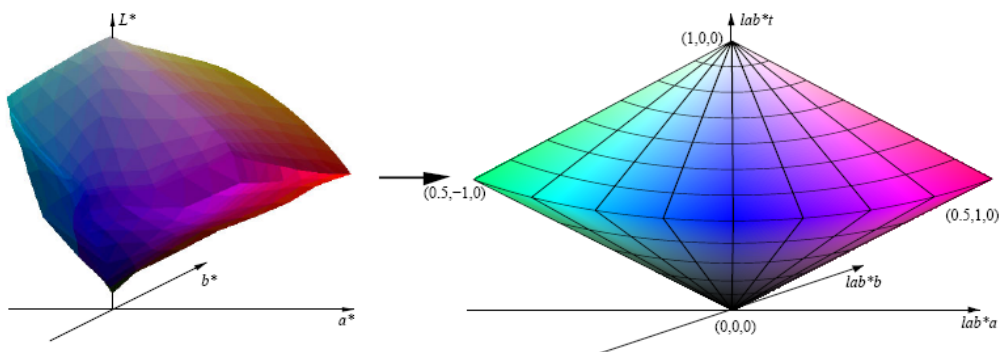


Ausdruck eines RGB Farbwürfels ergibt gerätespezifische CIELAB Daten



- Ansteuerung über rgb ergibt geräteabhängige Ausgabe von CIELAB Daten auf Drucker
- Abbildung der Drucker rgb-Daten auf die Koordinaten des NCCS und weiter auf die CIELAB Werte des Ausdrucks
- farbmetrische Ansteuerung des Druckers über den Farbverbindungsraum und Berechnung der rgb^* Werte

Abbildung der Scanner RGB Werte in den NCCS



- Abbildung der Scanner rgb-Daten auf die Koordinaten des NCCS
- rgb (Scanner) nach rgb^* (Drucker) Transformation, gesteuert über Koordinaten im NCCS
- Kontrolle der Bilddatenverarbeitung: Erstausgabe auf Drucker, Scannen und Zweitausdruck des eingescannten Bildes: farbmetrischer Vergleich beider Ausdrücke

Visuelle Überprüfung großer CIELAB-Farbabstände von 3- und 5-stufigen Farbreihen

Philipp Kittelmann; Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

Aufgabenstellung

Für die Farben Weiß, Schwarz, Cyanblau, Magentarot, Gelb, Laubgrün, Orangerot und Violettblau werden 3- und 5-stufige Farbreihen von Weiß nach Bunt bzw. von Bunt nach Schwarz und von Weiß nach Schwarz visuell beurteilt.

Die einzelnen Stufen sind im CIELAB-Farbraum gleichabständig für die Normlichtart D65 und den 2°-Beobachter.

Es wurden außerdem noch die 3-stufigen Farbreihen von Weiß über Bunt nach Schwarz und mehrere 3-stufige Farbreihen, in denen die Farben nach ihren Bunttonwinkeln geordnet sind, in die Untersuchung einbezogen.

Die CIELAB-Werte der gewählten Farben sollen möglichst nahe an den CIELAB-Werten der Standard-Offsetfarben liegen.

Mehrere Versuchspersonen schätzen die Lage der Mittelfarbe oder der drei Farben auf einer Skala von 0 bis 1. Die Korrelation der visuellen Daten mit den berechneten CIELAB-Farbständen wird ermittelt. Die Eignung der CIELAB-Formel für große Farbabstände wird dargestellt. Die CIELAB-Formel wird mit anderen Farbabstandsformeln verglichen.

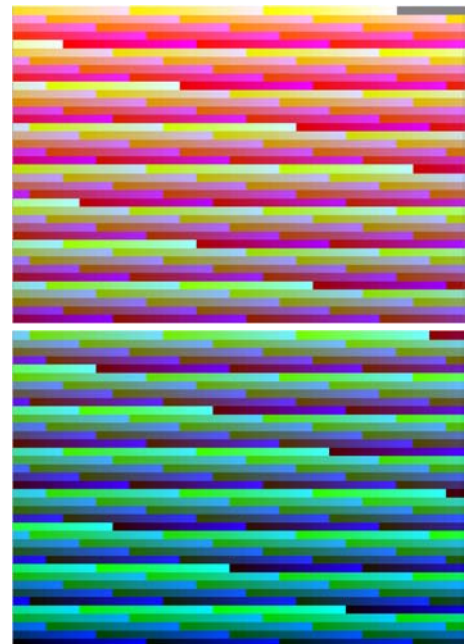
Arbeitsschritte

Damit CIELAB-Werte der Farben möglichst genau den CIELAB-Werten der Offsetfarben entsprechen, muss vor dem Ausdruck eine Kalibration durchgeführt werden.

Dafür werden die zwei Kalibrationsseiten ausgedruckt, die aus 4096 Farben bestehen und durch die rgb-Werte definiert wurden. Dabei nehmen die einzelnen rgb-Werte jeweils 16 Werte von 0 bis 1 an, wodurch eine 16×16×16-Matrix entsteht.

Diese CIELAB-Werte der Farben werden gemessen und ihren rgb-Werten zugeordnet.

Durch diese Matrix können für beliebige CIELAB-Werte die rgb-Werte zum Druck berechnet werden.



Ergebnisse

Vergleich der Bewertungen der Testpersonen:

- CIELAB-Farbabstände _____ 4,1 %
- CIELUV-Farbabstände _____ 5,9 %
- LABHNU-Farbabstände _____ 4,1 %
- CMC-Farbabstände _____ 8,5 %
- CIE94-Farbabstände _____ 7,4 %
- CIEDE2000-Farbabstände _____ 7,3 %
- DIN99-Farbabstände _____ 6,7 %

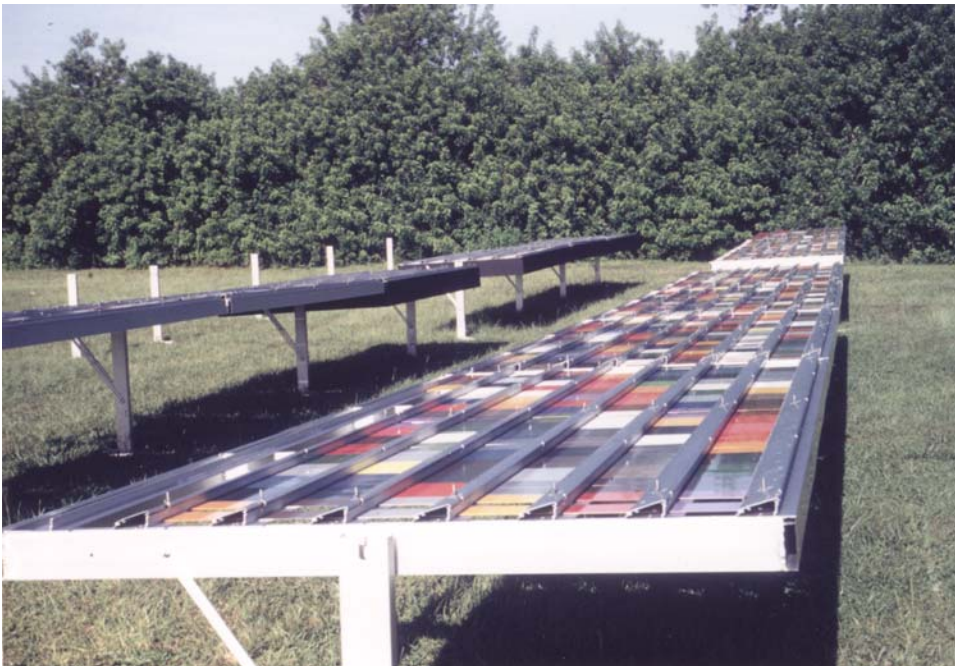
Digitale Bildanalyse zur farbmimetrischen Oberflächeninspektion von Beschichtungen nach Beanspruchung durch Materialprüfung

Carsten Steckert, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

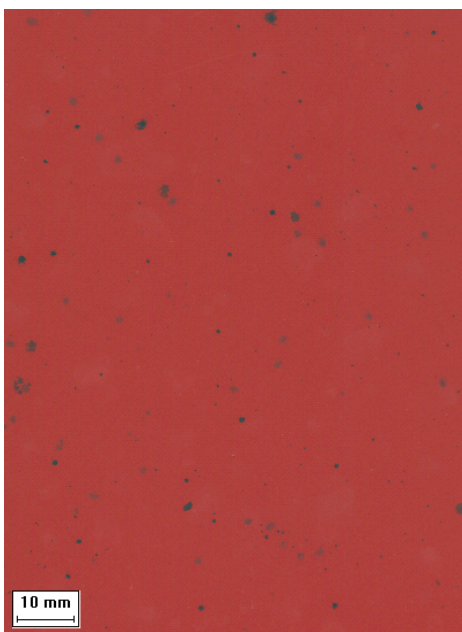
Einleitung

- Erforderliche Methoden zur Qualitätsbewertung
- orts aufgelöste farbmimetrische Untersuchung von Oberflächen
- effizienter Einsatz digitaler Farbbildanalyse
- Verwendung kommerzieller Flachbettscanner

Anwendung: Bewertung freibewitterter Beschichtungen



Freibewitterung in Florida



Freibewitterte Beschichtungen mit Flecken- bzw. Wolkenbildung

Anwendung: Qualitätsbewertung von KFZ-Waschanlagen



Portal – Waschanlage

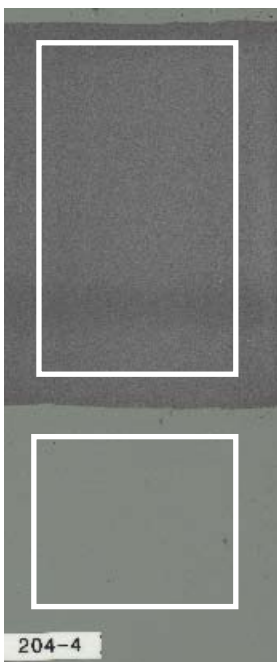


Testfahrzeug mit definierten Verschmutzungen versehen, ...

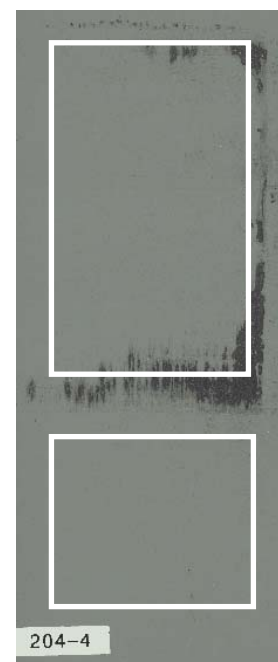


...einer Standardwäsche in der Waschanlage unterziehen...

Verschmutzter Teststreifen
vor der Reinigung



Verschmutzter Teststreifen
nach der Reinigung



Messfläche



unverschmutzte
Vergleichsfläche



... und den Grad der Restverschmutzung bestimmen.

Rückblick auf die wissenschaftlichen Redebeiträge der AIC2005-Tagung

Klaus Witt, Berlin

Einleitung

AIC 2005, Farbwissenschaft und -technologie sind sehr lebendig:
277 Rede- und Poster-Beiträge, nach folgenden Themen

- | | |
|-----------------------------------|-----|
| • Angewandte Farbmatrik | 20% |
| • Farbabbildung | 18% |
| • Farbsehen | 17% |
| • Multispektral-Techniken | 15% |
| • Farbabstand und Farberscheinung | 12% |
| • Farbe und Computer | 6% |
| • Sonstiges | 12% |

Angewandte Farbmatrik

1. Referenzgeräte

Qualitäts-Testate von Messergebnissen erfordern **Aussage der Messgenauigkeit** von

- **spektralen Reflexionsfaktoren oder**
- **Normfarbwerten**

Dazu nötig: **Kalibrier-Ketten**, die auf eine Referenzinstitution rückgeführt sind.

- **NIST** stellte ein **Dreibereichs-Farbmessgerät** vor, kombinierte Ungenauigkeit ($k=1$) 0,1%.
- **NPL** präsentierte ein neues **Gonio-Spektrometer** (für alle Winkelkombinationen),
- ebenso **NIST** mit einer Ungenauigkeit für systematische Effekte von 0,2%.

2. Verbesserte Hilfsmittel

- **NMIJ** verbesserte **Sharp-Little Kugel** mit **sehr gleichförmiger** innerer Wandung (Abweichung 0,22 – 0,34%).
- **LMT: Dreibereichsgerät** mit **Goniophotometer hoher Winkelauflösung** (0,05° Stufen, um Regenbogenfarben im Randbereich von Autoscheinwerfern nachzuweisen).
- Verbesserung der **Bandbreiten-Funktion** eines Spektrometers, wenn **nicht dreieckig**.

3. Additivität in der Farbmatrik

Wie gut gelten **Grassmanns Additivitäts-Regeln**? :

- **Großfelder** zeigten bei niedrigen Leuchtdichten **Abweichungen** besonders für **Rot** (nicht durch ein Modell der Wechselwirkung mit Stäbchen erklärbar),

- **Kleinfeld-Tests ergaben o.k. im Hauptspektalbereich** mit einigen Abweichungen an den spektralen Enden.

4. Farbordnungssysteme

Multidimensionale Skalierung des Munsell-Systems: **Verkippung der Ebenen konstanten Values gegen die Grauachse.**

5. Metamerie

Metamerieindex für Lichtartwechsel: **Fairmans spektrale Dekomposition** ideal

Wir schreiben unsere Metamerienorm neu!

6. Farbwiedergabe von Lichtquellen

- **RGB-LED** Beleuchtung von Kunstwerken in Museen führt zu **schlechter Farbwiedergabe.**
- **CIECAM02** erlaubt eine bessere Berechnung **des Farbwiedergabe-Indexes** (ist aber nicht optimal).
- NIST-Methode der **Simulation der Farbwiedergabe** für beliebige spektrale Verteilungsfunktionen von Lichtquellen.

7. CAD von Effekt-Farben

Grafik Programm **simulierte Gonio-Erscheinung** von Automobil-Lacken.

Die Test-Kette:

Designer - Chemiker - Kolorist - Produkt erwies sich als tragfähig, aber nicht exakt.

8. Kontrastverhältnis

Visueller Kontrast von Monitoren besser durch **gerade erkennbare Differenzstufen** zu beschreiben.

Farbabstand und -erscheinung

Tests von Farbabstand und -erscheinung nach den neuesten Modellen.

1. ΔE Test für Normlichtart A

CIEDE2000 ist für Normlichtart A tatsächlich nicht optimal. Eine **Farbumstimmungs-Transformation** wie CAT02 verbesserte die Daten, aber ein **Farberrscheinungs-Modell** wie CIECAM02 mag noch besser sein.

2. CIECAM02 als Kandidat für ΔE .

CIECAM02 definiert für **wechselnde Betrachtungsbedingungen** Farbenräume, auch für ΔE gut ?

2 abgeleitete ΔE -Formeln ausgezeichnet für große (D65) und kleine (D65 und A) ΔE .

(übrigens: **DIN99d lag sehr gut für NL A!**).

3. Texturierte Proben

- **parametrische Faktoren** in CIEDE2000 für variable, auf CRT produzierte **Textur** ergab maximal **kL=2,1** (wie erwartet), doch sonstige Abweichungen
- Farbabstandsbewertung weist **Diskrepanzen** auf, wenn Probenpaare **unterschiedlicher Textur** verglichen werden

4. Gamma von Monitoren

Farbabstandsformel nach CIECAM02 erklärte Gamma nahezu so effektiv wie **CIELAB**.

5. "Look-Up Tables"

Zur Transformation zwischen Medien verwendete "Look-Up Tables (LUTs)" sollten eine **große Zahl** von Proben auf mehr **irregulären Positionen** im Farbenraum besetzen, um die Farbqualität zu optimieren.

6. Räumliche und zeitliche Eigenschaften des visuellen Systems

Kontrast-Empfindlichkeit des visuellen Systems als Einfluss-Größe für die **Bewertung von Bildqualität**.

7. Unbunte Farberscheinung

Diese ist **zwei-dimensional** mit **Helligkeit** und "**Oberflächen-Hellheit**" als unabhängigen Variablen.

8. Test auf Änderung der Farberscheinung

Wechsel einer komplexen Beleuchtung realer Proben verursacht überwiegend **Verschiebungen des Bunttons**.

9. Modell für mesopisches Sehen

Ein neues Farberscheinungsmodell erlaubt einen **kontinuierlichen Übergang** von skotopischem zu photopischem Beleuchtungsniveau.

Multispektral-Techniken

In AIC2005 wurde das 5. Internationale Symposium "**Multispectral Color Science (MCS '05)**" integriert.

Multispektral geht über RGB-Abbildung hinaus bis zu **vielen schmalbandigen Primärfarben**:

Verbesserung von Farbwiedergabe und Metamerie, jedoch **enorme Datenfülle**.

1. Daten Format

CIE TC 8-07 versucht, ein Format für internationale Zusammenarbeit zu entwickeln.

2. CAD von Textur

Um Texturmaterial naturgetreu abzubilden, wurden **Gonio-Spektrometrie**, **multispektrale Wiedergabe** und **Vielkanal-Monitor** kombiniert. Farbe und Glanz eines roten Stoffes wurden eindrucksvoll simuliert.

3. 6-Primärfarben-Projektoren

6-Primärfarben **DLP-Projektionen** durch Addition spezieller Filter zu 3-Primärfarben-Projektoren.

4. 6-Band-Kamera hoher Dynamik

3 hoch empfindliche und 3 niedrig empfindliche spektrale Bänder zweier Kameras werden geschickt kombiniert.

5. Spektrale Synthese des Tageslichts

CCD-Kamera mit Breitband-Filtern und mathematischer Analyse liefert gute Ergebnisse bei 6 - 9 Sensoren.

6. Analyse der Beleuchtung einer Szene mit Leuchtstofflampen

CCD-Kamera mit **LCT-Filtern** und Kenntnisse über Spektrallinien erlauben Analyse der Beleuchtung

7. Kunstgegenstände

Jugendzustand gealterter Gemälde herstellbar durch:

- Kenntnisse über **Pigmente + Kubelka-Munk-Theorie**,
- **Spektralanalyse**,
- **CIELAB-Differenzen** zu originalen Gemälde-Stellen und
- **Photoshop-Darstellung**
- Maximum **unterscheidbarer Farben eines Gemäldes** bei Beleuchtung mit Quelle der Farbtemperatur **6000-10 000 K** (bisher nicht eingesetzt !),
- **Kalibriersätze** für Spektral-Kameras an Gemälden: **repräsentative Auswahl von Pigmenten** (Künstlerfarben) mit ihren **Spektralkurven** wichtig.
- **Digitale Archivierung** dreidimensionaler Objekte ist möglich mit **Gonio-Spektrometrie** und Berechnung einer Verteilungs-Funktion nach **Wiener**.

8. Qualität spektraler Abbildungen

Intelligente **Kalibriersätze** werden benötigt. Ein Satz von 70 Proben hergestellt aus 9 Pigmenten wurde erfolgreich getestet.

Farbabbildung

1. Kalibrierung von Monitoren

- Empfangssysteme hoher Dynamik sind komplex. Ihre Kalibrierung kann mit **Blick auf andere Systeme** erreicht werden.
- Kalibrierung von CRT-Monitoren **ohne Messeinrichtung**: Beobachter justieren 4 Primärfarben und Grau auf korrekte Farbempfindung.
- **Gamma Korrektur** von CRT-Monitoren mit einer **psychophysikalischen** Methode.

2. "Gamut mapping"

Wir haben Probleme mit korrekter Farabbildung, weil verschiedene Medien **spektral unterschiedliche Arten von Primärfarben** haben, z. B. Monitor und Drucker.

Verschiedene **Techniken** wurden vorgestellt, wie eine **Optimierung** erreicht werden kann.

3. Bildkompression

Digital-Bilder benötigen hohe Speicherkapazität. **JPEG** und **JPEG2000** beschreiben Kompressions-Schemata um Speicherplatz zu sparen, jedoch stört **Rauschen**, das der **farbmetrischen Genauigkeit entgegen** wirkt.

Ein schneller **Korrekturalgorithmus** mit moderner **Farbabstandsbewertung** kann Ergebnisse verbessern.

Photorezeptoren und Farbsehen

Zwei Hauptvorträge vermittelten Einblick in die immer verwickelter erscheinenden Zusammenhänge der von der Retina ausgehenden **Signale der Photorezeptoren** und ihrer **Verschaltung** in folgenden Nervenebenen.

Sind hieraus **physiologisch** fundierte **Modelle** für z. B. Farbabstand und -erscheinung ableitbar?

Ja für Schwellen
Nein für Skalen

Farbsehen

Unter diesem Titel wurden eine Reihe von Vorträgen vereint, die untersuchten, wie wir **Farben in unserer Umgebung** wahrnehmen.

1. Dreidimensionale Illusion

Zweidimensionale Bilder mit starker perspektivischer Tiefe können dreidimensional wahrgenommen werden, wenn sie unter einem **engen Winkel** und mit **justierter Helligkeit** gezeigt werden.

2. Farberinnerung

Prototypische Farben wie von **Haut**, **Grass**, oder **Himmel** werden genauer erinnert, wenn sie in eine natürliche Szene eingebettet sind.
Ist Erinnerung kategorisch ?

3. Chromatische Diversität natürlicher Szenen

Bestimmte Farbfilter (etwa für Sonnenschutz) **erhöhen** die **Zahl unterscheidbarer Farben** von natürlichen Szenen.
Sehen "Geheimagenten" und "Coole Typen" mehr ?

4. Farbverschiebungen unter variabler Beleuchtung

In natürlichen Szenen variiert die Beleuchtung erheblich. Dennoch erscheinen die **chromatischen Attribute** von Objekten in hohem Maße **unverändert**.

5. Farberscheinung und Dreidimensionalität

Die **dreidimensionale Wahrnehmung** spielt offenbar eine **bedeutende Rolle** für die Farberscheinung und sollte in deren Modelle eingebaut werden.

6. Effekt von Mischbeleuchtung

Beobachter **ignorieren** den Effekt gemischter **Punkt-** und **Streulichtquellen**, wenn sie Aufsichtfarben bewerten.

7. Identifikation von Materialien

Das Material **strukturierter 3D-Oberflächen** wird besser erkannt als für **ebene**, da sich Strukturkontrast bei Änderung der Beleuchtung weniger ändert.

Schlussbemerkung

AIC2005 **hohe Vielfalt** wissenschaftlicher und technologischer Entwicklungen (hier nur Ausschnitte).

Dominierende Themen waren

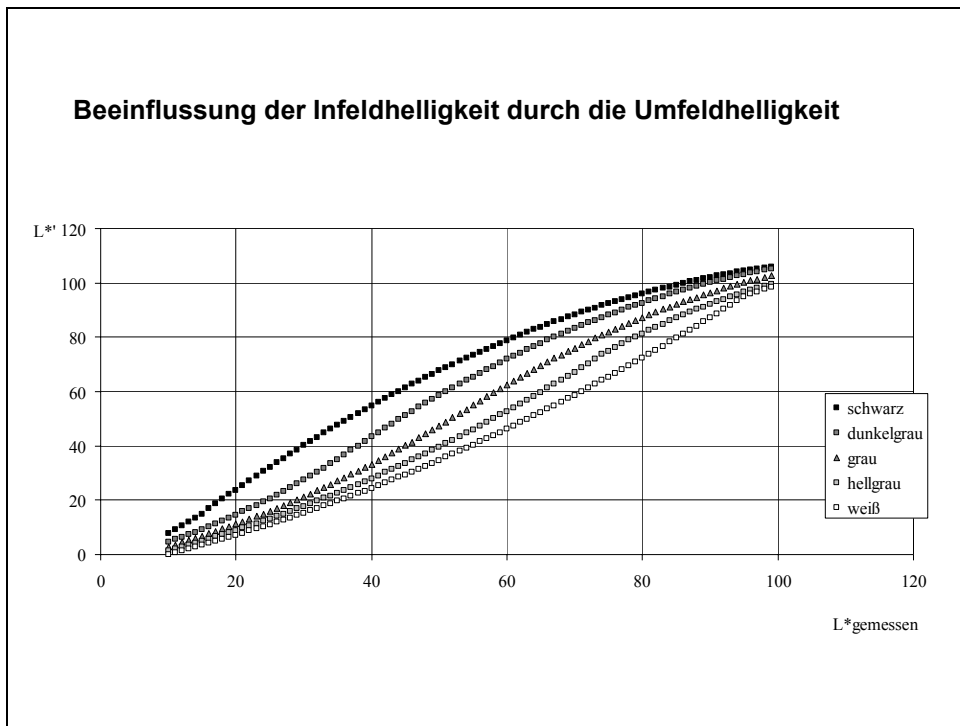
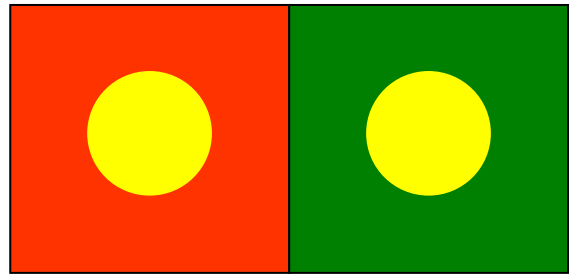
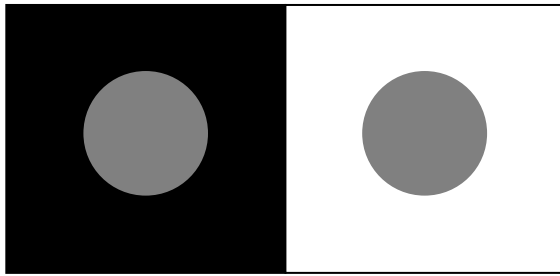
- **Multimedia** Techniken oder
- **Multispektral** Techniken, aber auch
- **Farbabstand** und **-erscheinung**

Vermisst wurden etwas mehr Beiträge zu

- **Fluoreszenz** oder die Verknüpfung von
- **Farbenphysiologie** und **Farbmetrik**

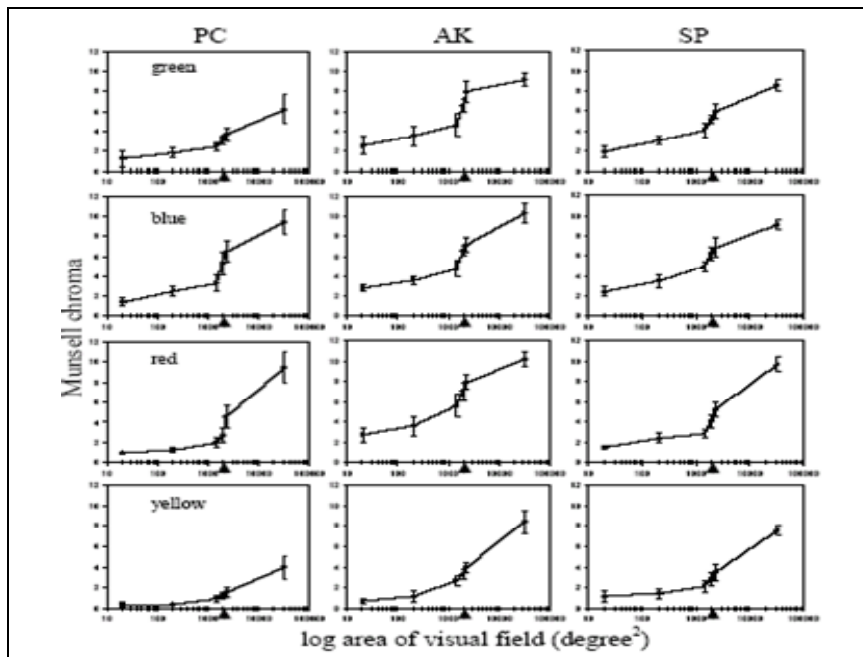
Neue Forschungsergebnisse zum Simultankontrast

Eva Lübke, Leipzig



Simultankontrast (SCC) erklärt mit Hilfe der wahrgenommenen Beleuchtung (recognized visual space of illumination: RVSI)
P. Cunthasaksiri, H. Shinoda and K. Rattanakasamsuk
Ritsumeikan University, JAPAN

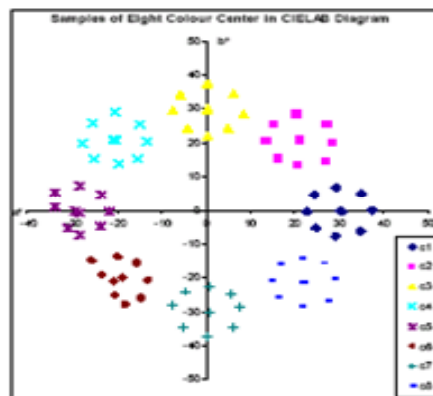
3 Beobachter mit 80 cm Abstand vor einer Wand
vier Hintergründe in Grün, Rot, Blau und Gelb und ein unbunter Vergleichshintergrund
Beobachter mussten das farbig erscheinende Infeld mit Munsell-Charts abgleichen



Farbdifferenzen bei farbigen Hintergründen

K.M.R. Ho, G. Cui, M.R. Luo and B. Rigg
Universität Leeds, UK

Farbpaare mit $\Delta E^*_{ab} = 7,5$, Farbgleich am Monitor



$$\Delta E = \sqrt{\left(\frac{\Delta L}{K_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{K_H S_H}\right)^2}$$

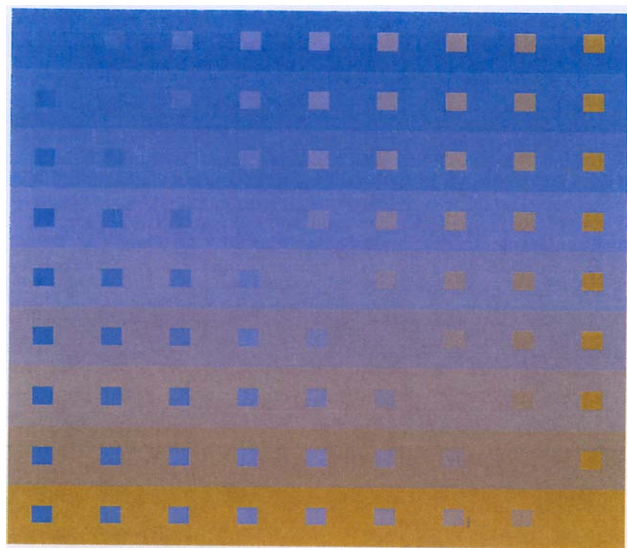
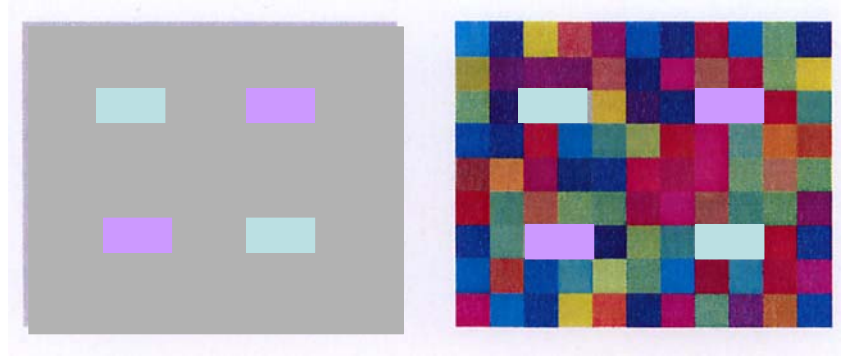
$$\text{Weighting function, } S = 1 + c1 \sqrt{\frac{|\Delta H_{SB}|^{c2}}{|\Delta H_{SB}|^{c2} + 10^{c2}}}$$

ΔH_{SB} Farbdifferenz zwischen dem Probenpaar (gemittelt) und dem Hintergrund

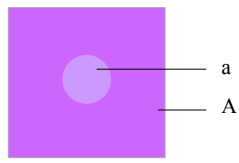
- Bisher nur Farbpaare mit ähnlicher Buntheit ($C^*=30$) untersucht
- CIELAB –Formel besser als CIE 94, CMC und CIEDE2000
- **Der visuelle Farbabstand erhöht sich um 25 %, wenn sich die Farbe vor einem ähnlichen Hintergrund befindet.**

On the nature of Colour Contrast
Vebjorn Ekroll, Dissertation Kiel 2005

Gamut Expansionseffekt nach Brown und MacLeod (1997)
 Infelder beliebiger Farben erscheinen gesättigter, wenn sie sich in einem homogenen grauen Umfeld befinden



Bei farbigem Umfeld kommen ungesättigte Infeld-Farben nur für komplementäre Farbtöne vor. (Vor Blau gibt es kein ungesättigtes Blau)



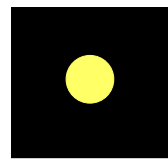
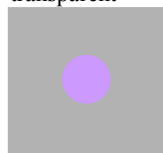
Reiz (a,A)

Dekrement



$$\Phi(a) < \Phi(A)$$

transparent



Inkrement



$$\Phi(a) > \Phi(A)$$

selbstleuchtend

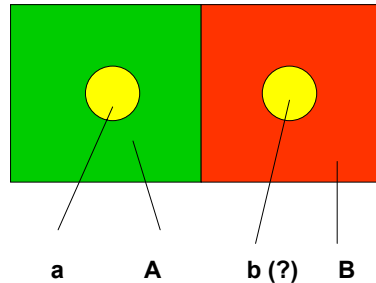
Bei achromatischem Umfeld fehlen niedriggesättigte Farbtöne jeden Farbtöns

Modelle der Kontrastkodierung

Eike Richter, Dissertation 2003 Halle

Prinzip für Versuche:

Farbe für b so wählen, dass gleicher Gesamteindruck entsteht.



Frage: Genügen drei Zahlentripel um eine Farbe zu beschreiben?

- **Ratioprinzip**, Shepherd 1997 Wahrnehmung von Kontrasten basiert auf Quotientenerregungen an chromatischen Kanten

$$(a, A) \sim (b, B) \Leftrightarrow \frac{\phi_i(a)}{\phi_i(A)} = \frac{\phi_i(b)}{\phi_i(B)} \quad (i = 1, 2, 3)$$

$$\psi^A(\mathbf{a}) = \mathbf{D}_A \mathbf{a},$$

- **Koeffizientensatz für Differenzsignale- discounting the background**, Walraven 1976

$$(a, A) \sim (b, B) \Leftrightarrow \mathbf{D}_A(\mathbf{a} - \mathbf{A}) = \mathbf{D}_B(\mathbf{b} - \mathbf{B})$$

- **Zweifacher Kontexteinfluss, zusätzlicher Beitrag der Umfeldfarbe auf das Infeld**, Shevell 1978, Larimer 1981, Jameson & Hurvich 1972

$$(a, A) \sim (b, B) \Leftrightarrow \mathbf{D}_A(\mathbf{a} - (1 - p_A)\mathbf{A}) = \mathbf{D}_B(\mathbf{b} - (1 - p_B)\mathbf{B})$$

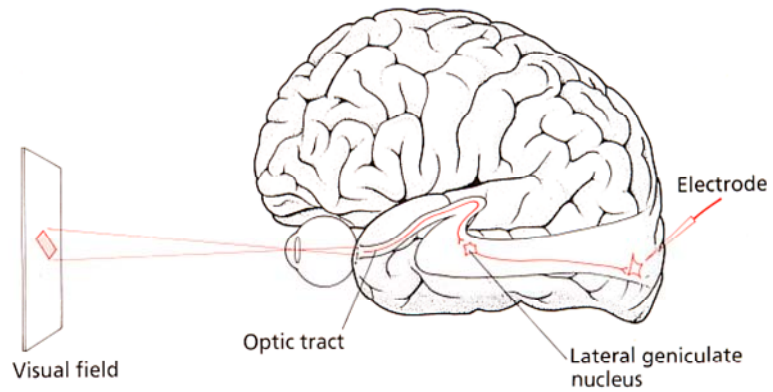
- **Inkrement-Dekrement-Asymmetrie, Oktantenmodell**, Mausfeld & Niederee 1993

$$(a, A) \sim (b, B) \Leftrightarrow \mathbf{D}_A^\circ(\mathbf{a} - (1 - p_A)\mathbf{A}) = \mathbf{D}_B^\circ(\mathbf{b} - (1 - p_B)\mathbf{B})$$

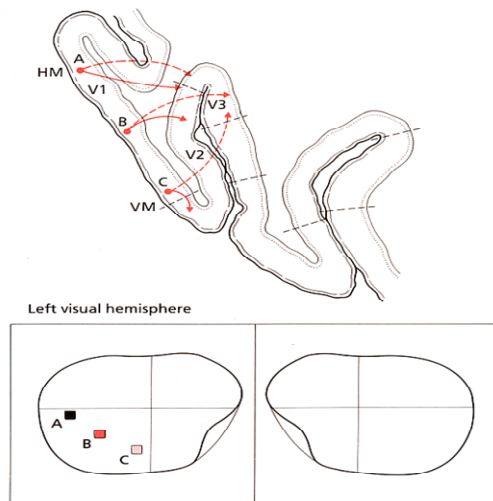
Untersuchungsmethoden der Neurophysiologie

- Bildgebende Verfahren
(Computertomographie, Positronen-Emissions-Tomographie, Kernspintomographie, funktionelle KST)
- Psychophysiologische Messungen (EEG mit einer oder vielen Elektroden, Muskelspannung, Augenbewegung, Hautaktivität, EKG, Blutdruck)
- **Invasive Methoden**
Läsionsverfahren
elektrische Stimulation
invasive Ableitmethoden
- **Psychopharmakologische Methoden**
- **Gentechnik (Inaktivierung oder Ersatz von Genen)**

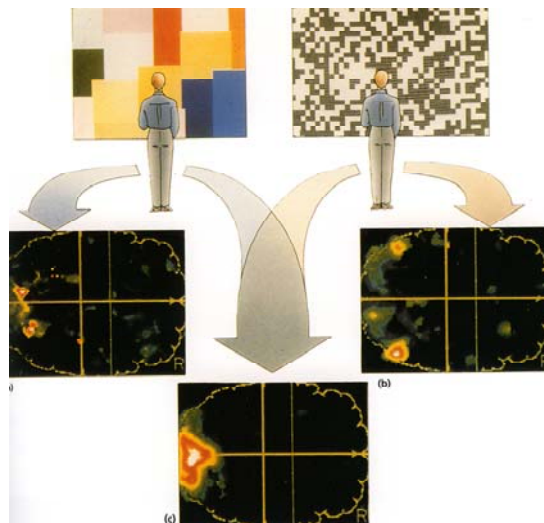
Bestimmung eines rezeptiven Feldes bei Katze und Affe, Elektrode in einem Neuron des primären visuellen Cortex (Fläche V1), Hubel und Wiesel 1962



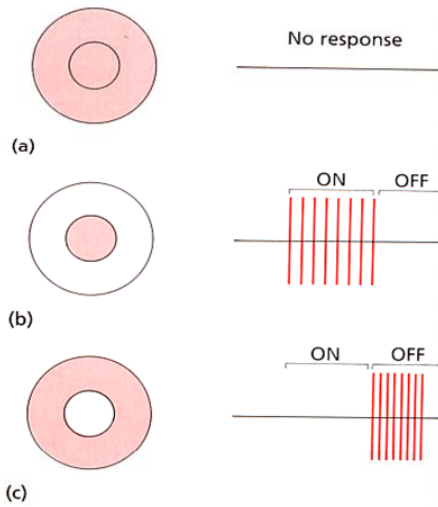
Bereiche der Retina topografisch repräsentiert in der Fläche V1



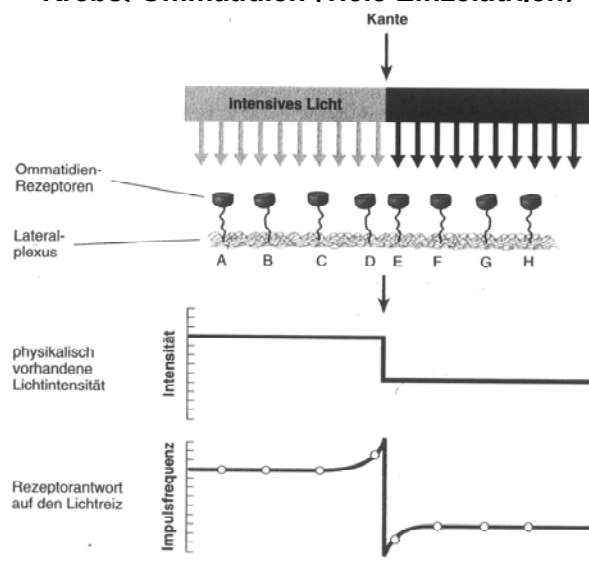
Flächen V1 und V2 sind bei beiden Stimuli aktiv, V4 nur bei Farbe und V5 bei Bewegung, Zeki 1990



Kontrastverstärkung -rezeptive Felder



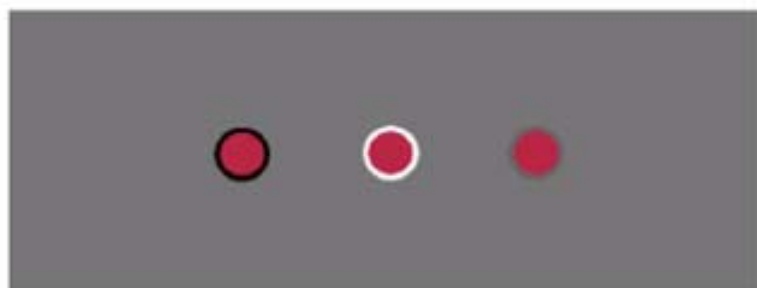
Laterale Hemmung und Kontrastverstärkung beim Krebs. Ommatidien (viele Einzelaugen)



Einfache und Doppelgegenfarben-Neurone im visuellen Cortex der Primaten

R. Shapley, New York University

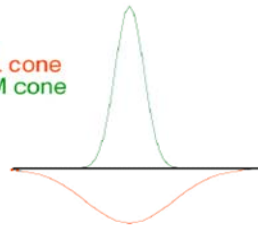
Randeffekte in der Farbwahrnehmung:
Beeinflussung der Farbsättigung?



3 Arten von Neuronen in V1:

Single opponent cell

L cone
M cone

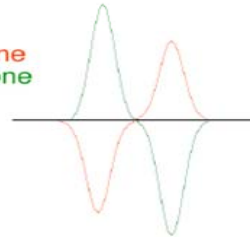


M+ L- Neuron

Farbempfindliche Zelle

Color-Luminance Double opponent cell

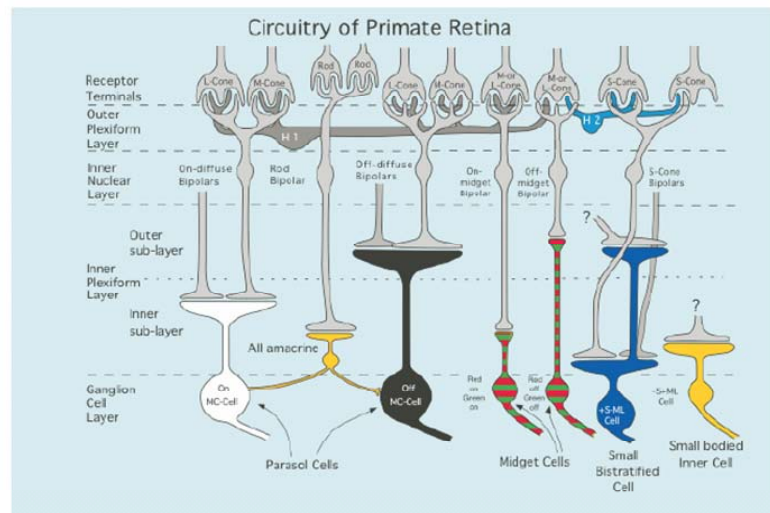
L cone
M cone



Farbenblinde Neuronen summieren die Inputs

Wege zur Farbe in der Retina

B.B. Lee, New York



Evolution des Farbensinns

Völlig farbenblind	Dichromaten	Trichromaten	Tetrachromaten (vier und mehr Sensoren)
Ratten Goldhamster Kaninchen Waschbär Hunde Halbaffen Fledermaus Känguruh	die meisten Säugetiere Neuwelt-Affen	Altwelt-Affen Mensch Manche Weibchen der Neuwelt-Affen	viele Insekten die meisten Fische Vögel Fangschneckenkrebse Manche Frauen

Farb- und Weißgradvorhersage für Textilien bei unterschiedlicher Beleuchtung

Andreas Neudeck & Brigitte Mensak, TITV Greiz
 Claudio Puebla, Axiphos GmbH, Lörrach

Farb- und Weißgradvorhersage für Textilien bei unterschiedlicher Beleuchtung

- **Fluoreszenz** (Einleitung)
 - Segen oder Fluch für den Textilveredler
 - brillantes Weiß und strahlende Farben durch erstaunliche Lichteffekte
- **Grundeffekte auf gefärbten Textilien:**
 - Grundweiß, Fluoreszenz, UV- Absorption (optischer Aufheller) und VIS- Absorption (Nuancierfarbstoff)
 - Wie zeigt sich dieser Effekt im Remissionsspektrum?
 - Wie kann das Spektrum für verschiedene Lichtquellen vorhergesagt werden
 - Separation durch Aufnahme von Spektren unter verschiedenen UV Intensitäten
- **Eine neue Methode der numerischen Separation des Fluoreszenzanteils**
- **Eine einfache Vorhersage des Weißgrades und der Farbänderung bei unterschiedlichen Lichtquellen** (Zusammenfassung)

DfwG, Berlin 2005



TITV

The Institute of Special Textiles and Flexible Materials



Founded: 1992 in Greiz (Germany)
Employs : 50 (about 30 engineers and scientists)
Turnover : ca. 3,1 Mio. € (2003)
Projects: over 30 p.a. promoted by BMBF, BMWA, AiF, EU ...
Patents: 51

DfwG, Berlin 2005



Topics in Research and Development R&D

Textile Micro System Technology



Textiles for Use in Medicine, Bionic and Biotechnology



Coating and Lamination



Textile Technology



DfwG, Berlin 2005



Fluoreszenz – Segen des Veredlers

- **Brillantes Weiß und Farben**
- **Mehr als 100% Weißgrad**
- **Mehr als 100% Lichtremission im sichtbaren Bereich**

DfwG, Berlin 2005



Fluoreszenz – Fluch des Veredlers

- **Nicht vorhersehbare Farbwechsel bei unterschiedlichen Lichtquellen** – gleiche Farben sehen unter Normlicht D65, bei Kaufhauslicht oder anderem Kunstlicht unterschiedlich aus



Norm light D65



Department store light

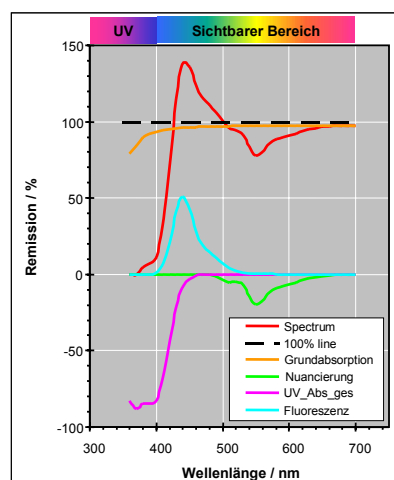
- **Farbänderungen durch optische Aufheller** – der zusätzliche Aufheller bewirkt eine Farbänderung nach dem Waschen
- **Dauerhaftigkeit der Färbung** – auch Farben mit hervorragender Echtheit bei nicht fluoreszierenden Substraten erliegen nach einigen Tragezyklen einem Farbwechsel bei fluoreszierenden Substraten

DfwG, Berlin 2005



Grundlagen gefärbter Oberflächen

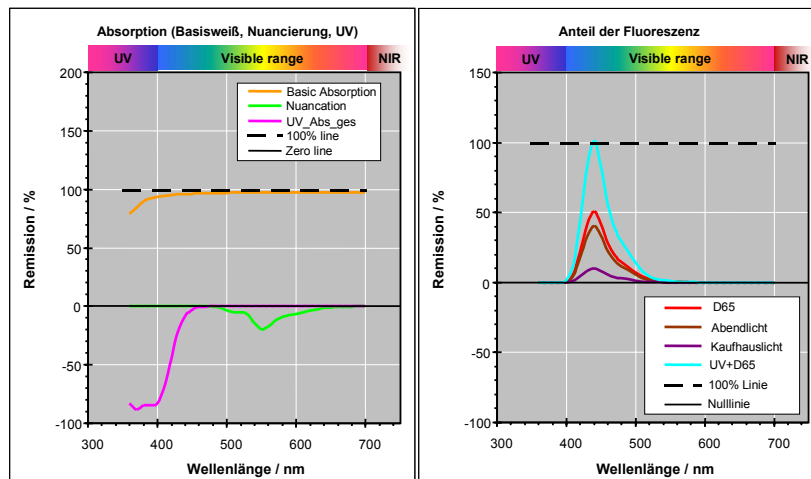
- **Spektrum zeigt alle Bestandteile**
- **Grundweiß des Gewebes**
- **VIS Absorption - Farbnuancen**
- **UV – Absorption**
- **Fluoreszenz**



DfwG, Berlin 2005



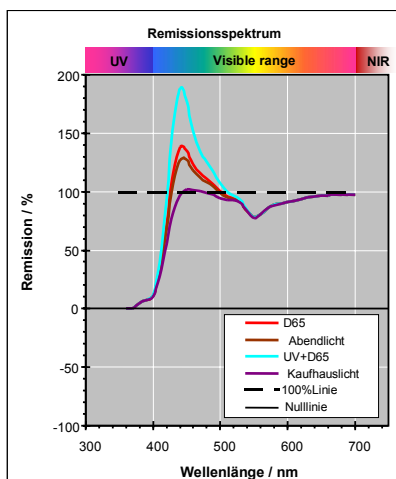
Einfluss der Lichtquelle auf das Spektrum



DfwG, Berlin 2005



Einfluss der Lichtquelle auf das Spektrum



- Ist der Anteil der Fluoreszenz bekannt, kann das Spektrum für verschiedene Lichtquellen berechnet werden
- Damit wird die Farbveränderung berechenbar
- Wie kann der Anteil der Fluoreszenz bestimmt werden?

DfwG, Berlin 2005



Bestimmung des Fluoreszenz-Anteiles

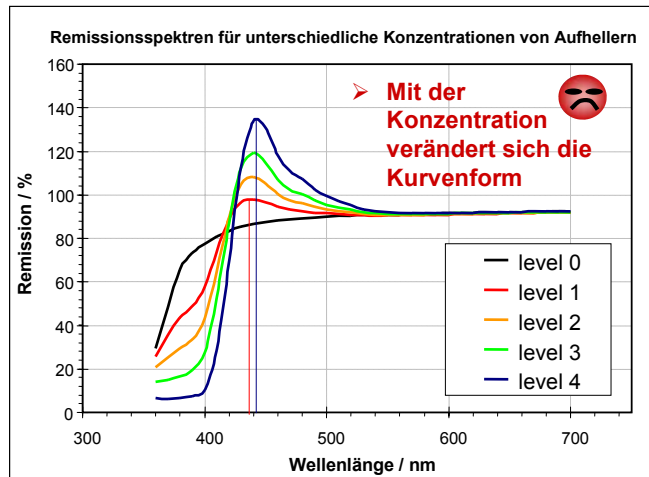


- i. **Durch Verwendung verschiedener UV-Intensitäten und Extrapolation auf auf die UV-Intensität Null**
 - ✓ keine weiteren Informationen notwendig
 - nächste Generation von Spektrometern
 - vorhandene Datenbanken sind nutzlos
- ii. **Durch Anpassung der Spektren mit Komponenten d. Fluoreszenz, UV-Absorption, Nuancierung (VIS-Absorption) und Grundweiß**
 - ✓ kein hochentwickelte Ausstattung notwendig
 - mehr Informationen über Farben und Aufheller sind notwendig
 - ✓ bestehende Datenbanken können verwendet werden

DfwG, Berlin 2005



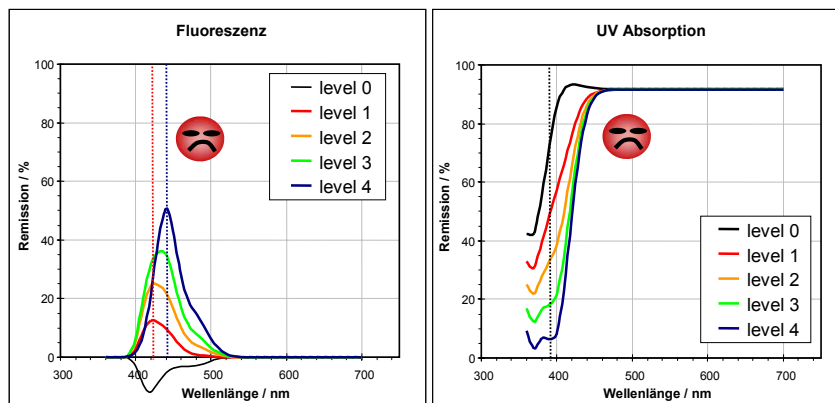
Problem der Bestimmung der Fluoreszenz



DfwG, Berlin 2005



Problem bei Bestimmung der Fluoreszenz



➤ Mit der Konzentration verändert sich die Kurvenform der Fluoreszenz und UV-Absorption

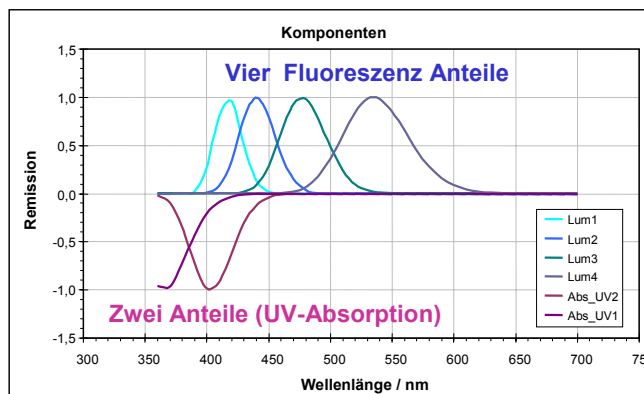
DfwG, Berlin 2005



Lösung



➤ Zerlegung der Fluoreszenz- und UV-Absorptionsspektren in zwei UV-Absorptions- bzw. vier Fluoreszenz-Anteile



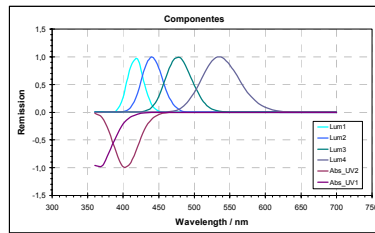
DfwG, Berlin 2005



Lösung



➤ Zerlegung durch mehrmalige lineare Anpassung



Fluoreszenz-Anteile:

$$R_{F1}(\lambda) \dots R_{F4}(\lambda)$$

UV-Absorptions-Anteile:

$$R_{A1}(\lambda) \dots R_{A2}(\lambda)$$

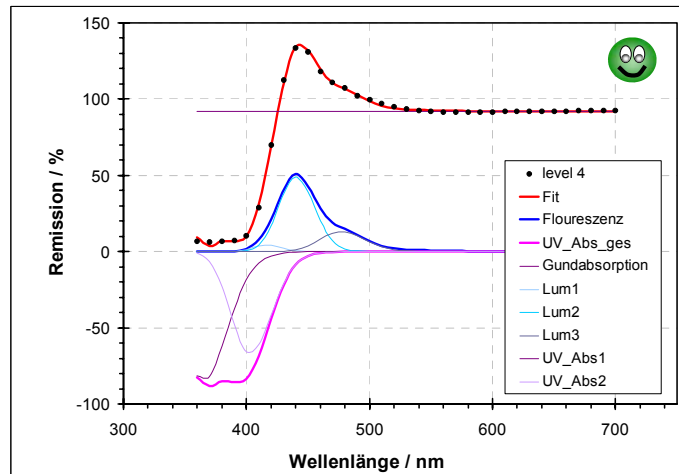
$$R_{sample}(\lambda) = k_0 + kA_1 \cdot R_{A1}(\lambda) + kA_2 \cdot R_{A2}(\lambda) + kF_1 \cdot R_{F1}(\lambda) + kF_2 \cdot R_{F2}(\lambda) + kF_3 \cdot R_{F3}(\lambda) + kF_4 \cdot R_{F4}(\lambda)$$

Remissions-Grundwert
Zwei Anteile (UV-Absorption)
Vier Fluoreszenz-Anteile

DfwG, Berlin 2005



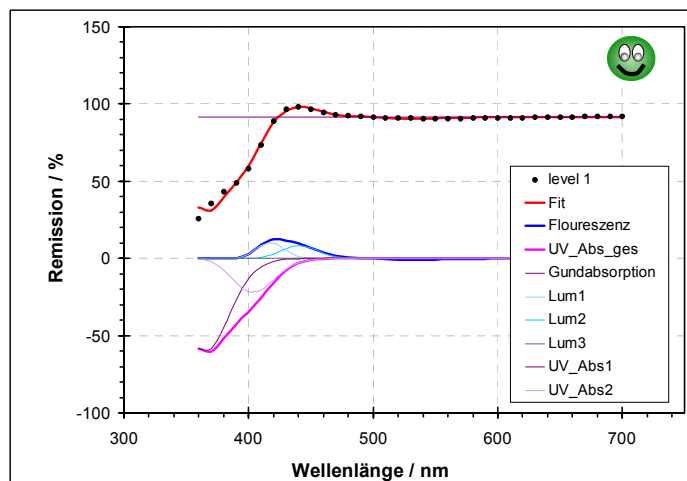
Anpassung eines Spektrums mit hohem Aufheller-Anteil



DfwG, Berlin 2005



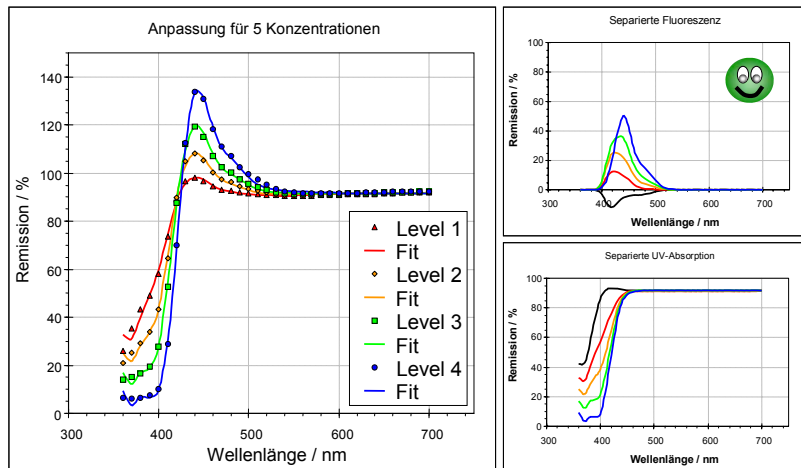
Anpassung eines Spektrums mit geringem Aufheller-Anteil



DfwG, Berlin 2005



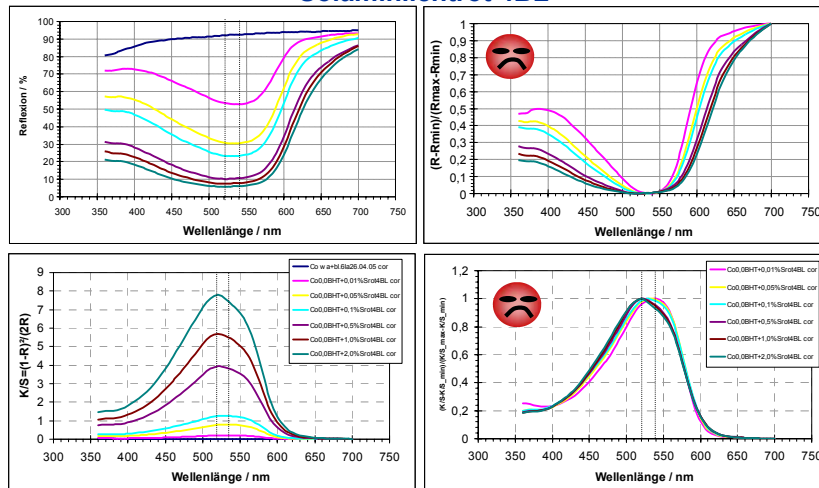
Anpassung eines Spektrums mit unterschiedlichen Anteilen



DfwG, Berlin 2005



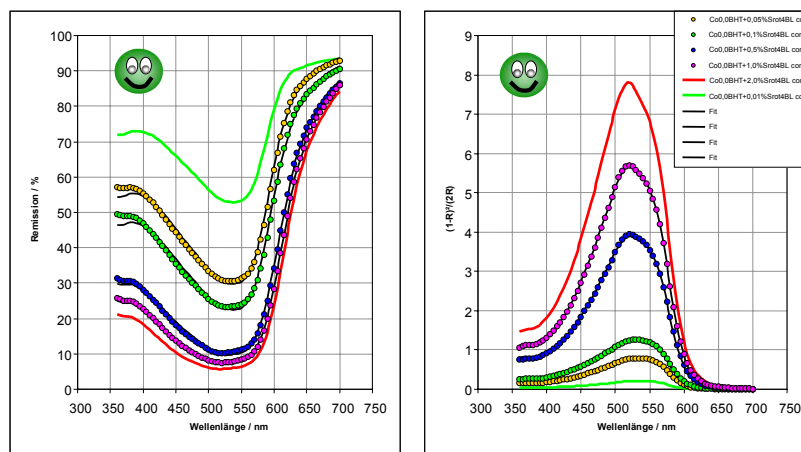
Remissionsspektren von Baumwolle, gefärbt mit Solaminlichtrot 4BL



DfwG, Berlin 2005



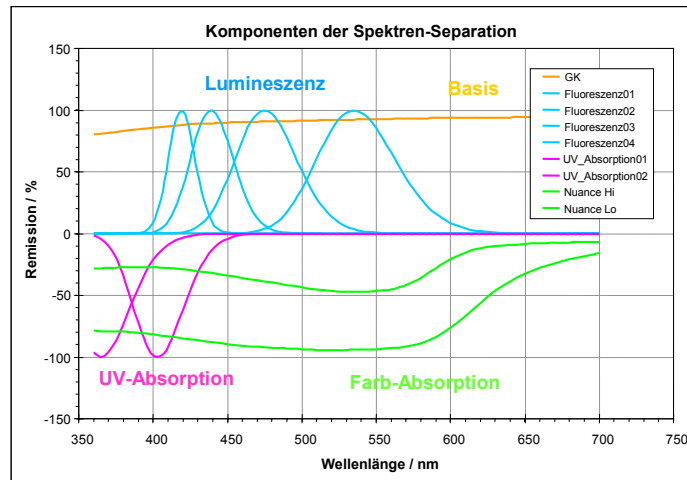
Anpassung des Remissionsspektrums von Solaminlichtrot 4BL



DfwG, Berlin 2005



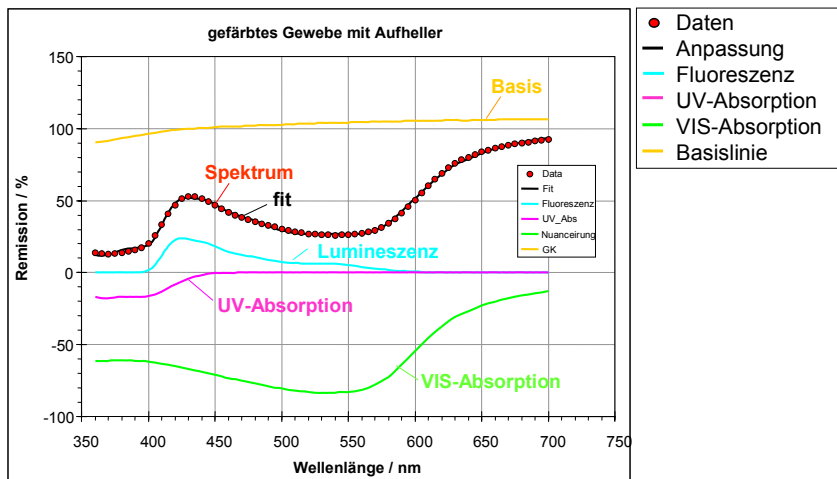
Grundlagen zur Separierung der Fluoreszenz



DfwG, Berlin 2005



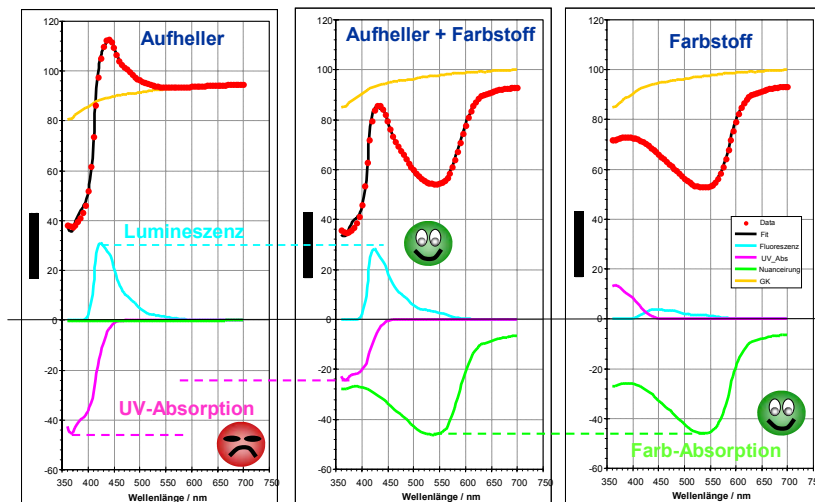
Separierung der Lumineszenz, UV- und Farb-Absorption



DfwG, Berlin 2005



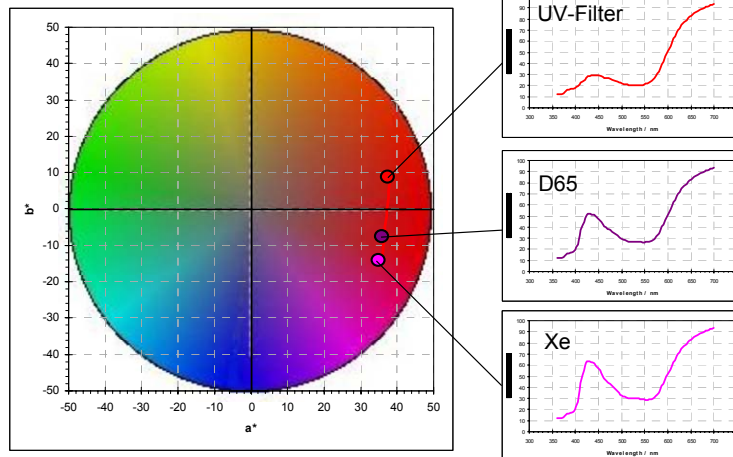
Separierung der Lumineszenz, UV- und Farb-Absorption



DfwG, Berlin 2005



Farbänderung durch UV-Licht an fluoreszierendem Gewebe







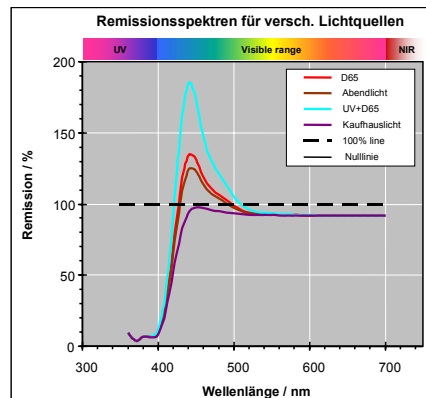
DfwG, Berlin 2005



Zusammenfassung

Das numerische Verfahren basiert auf der Zerlegung der **Fluoreszenz** und **UV-Absorptionsspektren** in **zwei (UV-Absorption)** und **drei bis vier (Fluoreszenz)** Anteile

- ✓ **Perfekte Anpassung der experimentellen Spektren** 
- ✓ **Beschreibt die Formänderung des Fluoreszenzsignals mit zunehmender Konzentration des Aufhellers** 
- ✓ **Separierung des Fluoreszenz-Anteils** 
- ✓ **Vorhersage des Weißgrades und der Farbänderung für verschiedene Lichtquellen** 



DfwG, Berlin 2005



Danksagung

BAM, Berlin: Herr Günther, Herr Dr. Steckert
TITV: Herrn Dr. H. Müller, Praktikantin Frau John, Frau Rittner
Arbeitsgruppe Fluoreszenz DfwG e.V.,
Ciba Spezialitätenchemie,

Dem Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit – für die Förderung des BMWA-Projektes 88/04,

sowie

der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschung – AiF

DfwG, Berlin 2005





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

Vorschau DfwG Report 01 2007

Im nächsten DfwG Report erwarten Sie voraussichtlich folgende Beiträge:

Kaufmann, Hacker: Auswertung des Ringversuches zum besseren Abgleich des Weißgrades WCIE, insbesondere von optisch aufgehellten Proben

Lübbe: Gestalter arbeiten mit dem LSh-Farbraum

DfwG Jahrestagung 2006 in Dresden: Protokoll der Mitgliederversammlung

Rösler: Multigeometrie Farbmessung von Interferenzpigmenten

Jäger: Anwendungsrelevante Aspekte und Beispiele der spektralbildgebenden Farbmessung in der industriellen Qualitätssicherung im Automobilbereich

Hacker: Stellar Spektrografie - Die Farben der Sterne