



Report

2
2012

ISSN 1860-2835

Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.

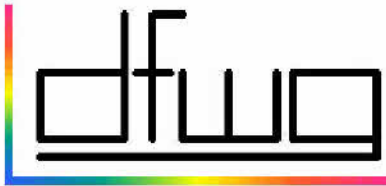
Herausgegeben vom Vorstand der DfwG
Verantwortlich: Dr. Gerhard Rösler

**Vorschau auf die
38. DfwG-Jahrestagung in Aachen
am 09.-11. Oktober 2012**



LF Lehrstuhl
für
Bildverarbeitung

Forschungsgruppe
Farbwissenschaft und
Farbbildverarbeitung



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

Inhaltsverzeichnis Report 03 2011

<i>Impressum</i>	<i>2</i>
<i>Liebe Farbgemeinde,</i>	<i>3</i>
<i>Kassenbericht 2011</i>	<i>4</i>
<i>Kassenprüfprotokoll 2011</i>	<i>5</i>
<i>Einladung zur DfwG Jahrestagung 2012 in Aachen</i>	<i>6</i>
<i>Programm der DfwG Jahrestagung 2012</i>	<i>9</i>
<i>Algorithmen und Verfahren zur geometrischen Korrektur und hochdynamischen Auswertung von Multispektralaufnahmen</i>	<i>11</i>
<i>Gonioreflektometrie-Neue Konzepte zur Bestimmung der Appearance</i>	<i>17</i>
<i>Eine Frage der Geometrie: visuelle und instrumentelle Abmusterungen</i>	<i>33</i>
<i>Auszug aus: Messgrößen der Optik in der Chemiefaser- und Textilindustrie 1960 - 1990 - (2007)</i>	<i>42</i>
<i>Vorschau DfwG Report 03 2012</i>	<i>56</i>

Impressum

ISSN 1860-2835

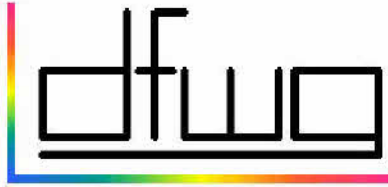
Titel: Offizielle Grafik zur DfwG-Jahrestagung in Aachen

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: PD Dr.-Ing. habil. Peter Bodrogi, Tel. 061511675095, E-Mail: bodrogi@lichttechnik.tu-darmstadt.de

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

August 2012

Liebe Farbgemeinde,

in wenigen Wochen findet in Aachen die DfwG Jahrestagung statt. Ich darf Sie herzlich einladen zu der Tagung mit 13 interessanten Vorträgen über verschiedene Aspekte der Farbwissenschaft. Lassen Sie sich inspirieren von neuen Blickwinkeln auf bekannte und neue Themen, erfahren Sie Details neuester Forschungsergebnisse und nutzen Sie die Gelegenheit zu interessanten Gesprächen.

Das Programm finden Sie in diesem Report auf Seite 9. Ich würde mich freuen, auch Sie im Namen der DfwG in Aachen begrüßen zu dürfen.

Die Arbeitsgruppensitzungen finden am Dienstag, 9. Oktober nachmittags und am Mittwoch, 10. Oktober vormittags statt.

Die Tagung beginnt am Mittwoch, 10. Oktober um 13:00 mit den Vorträgen, um 17:00 ist die DfwG Mitgliederversammlung, danach eine Führung im Aachener Dom und ein gemeinsames

Abendessen. Am Donnerstag, 11. Oktober vormittags weitere Vorträge. Am Nachmittag können einige Laboratorien des Lehrstuhls für Bildverarbeitung der RWTH besichtigt werden.

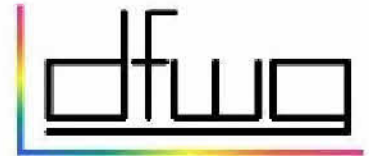
Den Organisatoren Prof. Hill, Frau Paulus und Frau Klein und weiteren guten Geistern danke ich sehr herzlich und freue mich auf eine interessante Tagung mit vielen Teilnehmern. Wir haben schon eine schöne Zahl an Anmeldungen über die homepage (www.DfwG.de) bekommen, legen aber in diesem Heft ein Anmeldeformular bei und würden uns freuen, weitere Anmeldungen auch über diesen Weg zu bekommen.

Ich wünsche Ihnen alles Gute und viel Freude mit unserem gemeinsamen Thema „Farbe“

Ihr Gerhard Rösler

Kassenbericht 2011

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



**Einnahmen - und Ausgabenrechnung
für die Zeit
vom 1.1.2011 bis zum 31.12.2011**

Einnahmen		Ausgaben	
Mitgliedsbeiträge	5.590,00 €	Verwaltungskosten	341,90 €
Tagungseinnahmen	4.690,00 €	Tagungskosten	4.127,52 €
Spenden	92,00 €	Förderpreis	1.000,00 €
		Reportkosten	5.384,84 €
		Sonstige Ausgaben	512,00 €
		Storno	360,00 €
Summe	10.372,00 €	Summe	11.726,26 €
Verlust	1.354,26 €		
Kontostände			
Saldo 31.12.2010	12.146,05 €		
Saldo 31.12.2011	10.791,79 €		
Verlust	1.354,26 €		

Berlin, den 13.04.2012

Dr.-Ing. Carsten Steckert
(Schatzmeister)

Kassenprüfprotokoll 2011

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



Protokoll der Kassenprüfung für 2011

Am 6. Juni 2012 wurde die Prüfung der DfwG-Kasse für das Jahr 2011 von uns gemeinsam durchgeführt.

Überprüft wurden Anfangs- und Endbestand der Kasse für das Jahr 2011, die Ausgabenbelege komplett und die Einnahmebelege stichprobenartig.

Ergebnis:

Die Geldmittel der DfwG per 31.12.2011 stimmen laut Auszügen der Berliner Sparkasse mit dem Endbestand überein, der sich aus dem Anfangsbestand per 31.12.2010 sowie den Einnahmen und Ausgaben im Geschäftsjahr 2011 ergibt.

Die Buchführung ist transparent und übersichtlich. Sowohl in der Einnahme-/Ausgabenliste als auch in den Kontoauszügen sind alle Kontobewegungen fortlaufend nummeriert. Das hat die Prüfung sehr erleichtert und angenehm gemacht.

207,80 € Gebühren für die Kontoführung erscheinen uns sehr hoch. Online Banking und Selbstaussdruck der Kontoauszüge würden vermutlich zu einer Reduzierung führen.

Im Mittel lagen 2011 etwa 10.000 € unverzinst auf dem Girokonto. Wir regen an, einen Teil des Geldes auf ein Tagesgeldkonto zu legen. Die Berliner Sparkasse zahlt zwar nur 1% Zinsen, das Geld ist aber jederzeit verfügbar. 7.000,00 € auf dem Tagesgeldkonto ergäben einen Ertrag von 70,00 €.

Zusammenfassend wird aufgrund der Prüfung der Belege für das Kalenderjahr 2011 die Ordnungsmäßigkeit der Kassenführung der DfwG bescheinigt.

Berlin, den 10.6.2012

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Klaus Reißmann'.

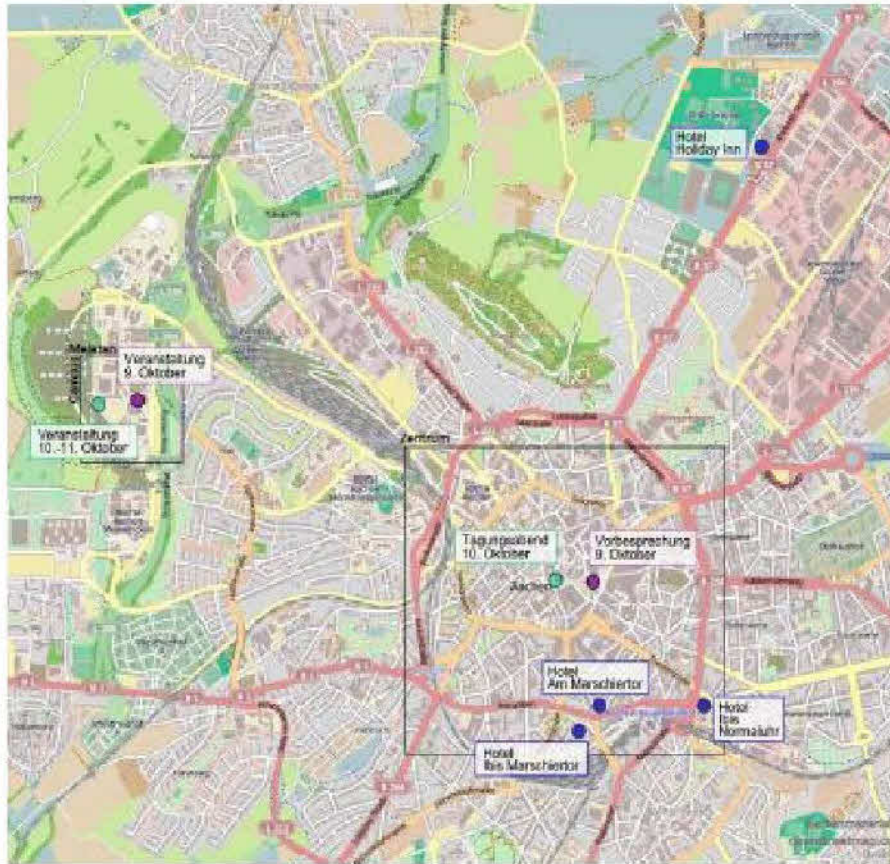
Dipl.-Ing. Klaus-Dieter Reißmann
(Kassenprüfer)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Günter Döring'.

Dr. rer. nat. Günter Döring
(Kassenprüfer)

Einladung zur DfwG Jahrestagung 2012 in Aachen

Willkommen in Aachen



Melaten

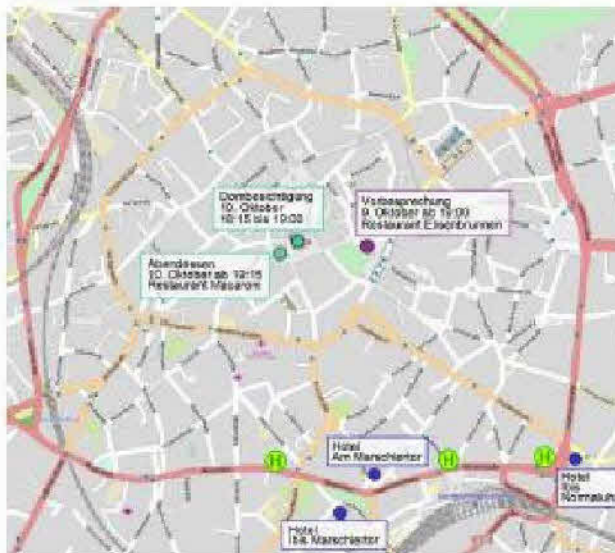


Die DfwG-Tagung 2012 findet im Campus Melaten statt, unweit von der Räumlichkeiten der Forschungsgruppe Farbwissenschaft und Farbbildverarbeitung und des Lehrstuhls für Bildverarbeitung:

- Am 9. Oktober im Werkstattgebäude, Seminarraum 3 im 1. Stock, Otto-Blumenthal-Str. 2
- Am 10. und 11. Oktober im Aditec-Gebäude Raum 004, Steinbachstr. 25

Aachen Zentrum

Zentrum



Das Abendprogramm vom 9. und vom 10. Oktober findet im Zentrum Aachens statt.

Am 9. Oktober:
Vorbereitung ab 19:00
im Restaurant Eisenbrunnen
Friedrich Wilhelm Platz 14



Am 10. Oktober:
Domführung von 18:15 bis 19:00,
Abendessen ab 19:15
im Restaurant Macaroni
Schmiedgasse 24

Anfahrt mit dem Bus

- Vom Zentrum zur Tagung: aus den Haltestellen „Misereor“, „Hauptbahnhof“ und „Normaluhr“ (von links nach rechts auf dem Plan) fahren die Buslinien 3A und 3B zur Haltestelle „Campus Melaten“ jede 15 Minuten. Die Fahrt dauert ca. 20 Minuten mit der Linie 3A und ca. 23 Minuten mit der Linie 3B wegen einer Pause an der Uniklinik.
- Vom Hotel Holiday Inn zur Tagung: die Haltestelle „Polizeipräsidium“ befindet sich unweit vom Hotel, die Fahrt dauert fast 40 Minuten mit Umstieg am Bushof.
- Von der Tagung zum Elisenbrunnen: zur Vorbesprechung fahren die Buslinien 12, 22 (Richtung Stolberg) oder 33 (Richtung Fuchserde) ca. jede 15 Minuten.
- Preis für die Fahrt vom Zentrum zum Tagungsort (Haltestelle „Campus Melaten“):
 - Einzel-Ticket: 2,50€
 - 4Fahrten-Ticket: 8,80€
 - Tages-Ticket: 6,80€
- Der Ticket wird beim Fahrer erworben.
- Siehe auch www.aseag.de

Programm der DfwG Jahrestagung 2012



Dienstag 9. Oktober 2012

Ort: Werkstattgebäude, Seminarraum 3 im 1. Stock, Otto-Blumenthal-Str. 2, RWTH Aachen, Campus Melaten, nahe dem Lehrstuhl für Bildverarbeitung

10:00 Normenausschusssitzung DIN FNF 24 (nur für FNF 24 Mitglieder)

13:30 Öffentliche Sitzung AG Multigeometrie Farbmessung (Dr. Rösler)

- **Untersuchungen zu Farbtoleranzen bei Reparaturlackierungen,**

Werner Mieskes, Akzo Nobel Coatings GmbH

- **Visuelle Wahrnehmung gedruckter Spezialeffektfarben;** *Katharina Kehren, Philipp Urban, Edgar Dörsam,*

Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren, Technische Universität Darmstadt

15:00 Arbeitssitzung AG Fluoreszenz (Dr. Puebla)

15:30 Pause

16:00 Fortsetzung AG Fluoreszenz

17:00 Ende

19:00 Vorbesprechung Restaurant Elisenbrunnen, Friedrich-Wilhelm-Platz 14, 52062 Aachen
5 min. vom Dom entfernt, Tel. 0241 9431 3490, www.Restaurant-Elisenbrunnen.de

Mittwoch 10. Oktober 2012

Ort: Aditec-Gebäude, Raum 004, Steinbachstr. 25, RWTH Aachen, Campus Melaten,
nahe dem Lehrstuhl für Bildverarbeitung

10:00 Arbeitssitzung AG Grundlagen, Farbmeterik (Dr. Bodrogi)

10:50 Pause

11:00 Arbeitssitzung AG Farbbildverarbeitung (Prof. Hill)

12:00 Möglichkeit zum Mittagessen in der Cafeteria

13:00 Eröffnung 38. DfwG Jahrestagung

Begrüßung, Ehrungen

Grußworte des Gastgebers

13:30 Vorträge

- **Farbgenauigkeit bei Stereo-Multispektralaufnahmen,**

Julie Klein (Doktorandin am Lehrstuhl für Bildverarbeitung, RWTH Aachen)

- **Spectral response curves,** *Dr. med. Guido Vogt*

- **Methoden der farbmeterischen Prozesskontrolle,** *Prof. Renate Hiesgen und Prof. Georg Meichsner*

15:00 Pause

15:30 Vorträge

- **Farbmeterische Untersuchungen von Holzoberflächen,** *Prof. Georg Meichsner und Prof. Renate Hiesgen*

- **Toleranzbereiche beim Weißabgleich mit unterschiedlichen Spektren,** *Marvin Böll (Doktorand FGLT, TU Darmstadt)*

- **„Super-Metamerie“ bei Weißabgleichen mit LED-Spektren,** *Saskia Polster, Christoph Schierz Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Lichttechnik*

17:00 DfwG Mitgliederversammlung

Tagesordnung

1. Kassenbericht 2011
2. Weiterentwicklung DfwG, Arbeitsgruppen
3. Verschiedenes

17:30 Organisierte gemeinsame Abfahrt zur Domführung ab 18:15 (ca. 45 min.)

19:15 Tagungsabend: Restaurant Macaroni (im Wintergarten 1. Etage),
Schmiedstraße 24, 52062 Aachen, Tel. 0241 30044,
2 min. vom Dom entfernt, www.Restaurant-Macaroni.de

Donnerstag 11. Oktober 2012

Ort: Aditec-Gebäude, Raum 004, Steinbachstr. 25, RWTH Aachen, Campus Melaten,
nahe dem Lehrstuhl für Bildverarbeitung

09:00 Vorträge

- **Vergleich von Farbabstandsformeln bei mittelgroßen Farbabständen**, *Dr. habil. Eva Lübbe*
- **Farbwahrnehmung als Funktion der Objektgröße (color size effects) - jüngste Labortest-ergebnisse**, *Dipl. Ing. Friederike Geßner, PD Dr.-Ing.habil. P.Bodrogi, Prof. Tran Quoc Khanh*
- **Farbmanagement für optisch aufgehellte Proben**, *Dipl. Ing. Andreas Kraushaar, FOGRA*

10:30: Pause

11:00 Vorträge

- **Farbqualität der leuchtstoff-basierten weißen LEDs für 2700 K, 4000 K und 6500 K Farbgamut, Helligkeit, Farbwiedergabe, Farbpräferenz**
PD Dr.-Ing.habil. P.Bodrogi, Prof. Tran Quoc Khanh
- **Bericht über die AIC-Tagungen 2011 Zürich und 2012 Taipei**,
Dipl. Ing. Frank Rochow (DfwG-Sekretär)

12:00 Ende der DfwG Jahrestagung 2012

Möglichkeit zum Mittagessen in der Cafeteria

Ab 13:00 Besichtigung einiger Laboratorien des Lehrstuhls für Bildverarbeitung der RWTH

Stand: 10.09.2012 GR

Algorithmen und Verfahren zur geometrischen Korrektur und hochdynamischen Auswertung von Multispektralaufnahmen

Dr.-Ing Johannes Brauers, RWTH, Aachen

06.10.2011 Multispectral Imaging 2

Multispectral flash imaging (DfwG 2008)

Multispectral HDR imaging (DfwG 2009)

Transversal aberrations

Longitudinal aberrations

Tilt angle estimation

Filter-internal ghosting

RWTH AACHEN

Lehrstuhl für Bildverarbeitung
Institute of Imaging & Computer Vision

06.10.2011 Multispectral Imaging 3

Multispectral HDR Imaging

- Multispectral imaging enables highly accurate color imaging
- High dynamic range (HDR) imaging covers scenes with large contrast



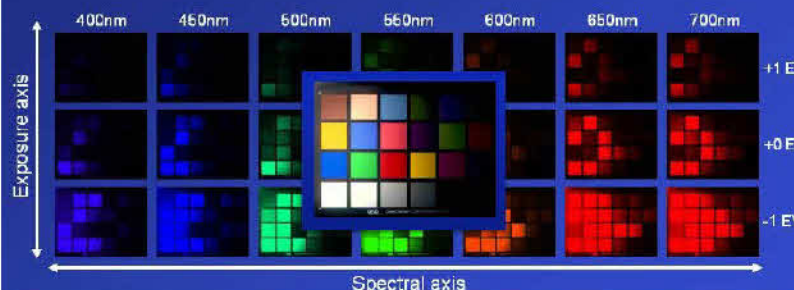
RWTH AACHEN

Lehrstuhl für Bildverarbeitung
Institute of Imaging & Computer Vision

06.10.2011 Multispectral Imaging 4

Multispectral High Dynamic Range Imaging

- Exposure + spectral combination
→ Multispectral High Dynamic Range (MHDR) Image

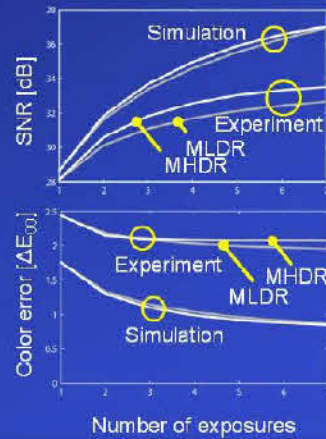


RWTH AACHEN

Lehrstuhl für Bildverarbeitung
Institute of Imaging & Computer Vision

System Evaluation

- Experiment and simulation performed
- Comparison to multispectral low-dynamic-range acquisition (MLDR)
- SNR: improvement in both cases
- Color accuracy
 - Improved in simulation
 - Slightly worse in experiment: higher complexity + sensor restrictions

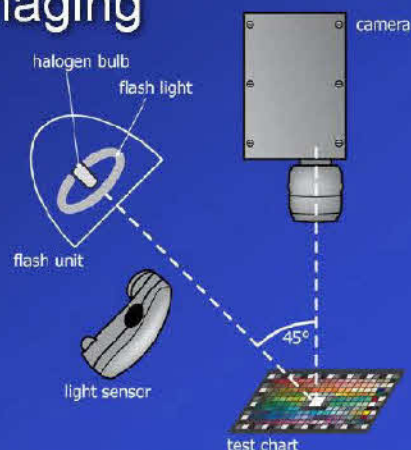


Flash Light Multispectral Imaging



Flash Light Multispectral Imaging

- Emission time of flash is short → shorten acquisition times
- Blur risk is reduced by short exposure times (vibrations)
- Reduced heat compared to halogen bulb



06.10.2011 Multispectral Imaging 8

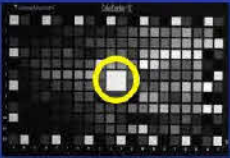

Calibration Algorithms and Results

Intrinsic calibration

- Use reference patch inside image
- Color accuracy comparable to halogen light ($\Delta E_{00} \sim 1.75$)
- Simulation for flash/halogen light: both $\Delta E_{00} \sim 0.7$

Extrinsic calibration

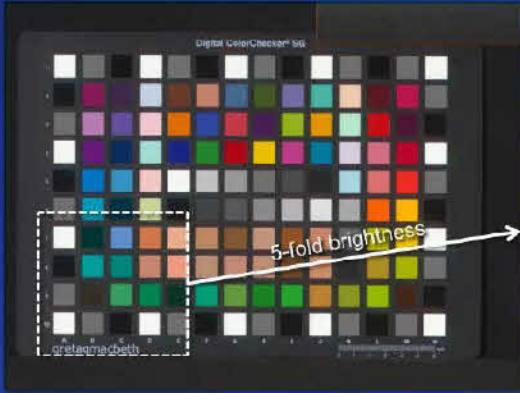
- Use external sensor
- Color accuracy comparable to intrinsic calibration ($\Delta E_{00} = 1.78$)
- Omitting external sensor \rightarrow drastical degradation ($\Delta E_{00} = 2.84$)





RWTHAACHEN
Lehrstuhl für Bildverarbeitung
Institute of Imaging & Computer Vision
LFB

06.10.2011
Multispectral Imaging
9

Ghosting

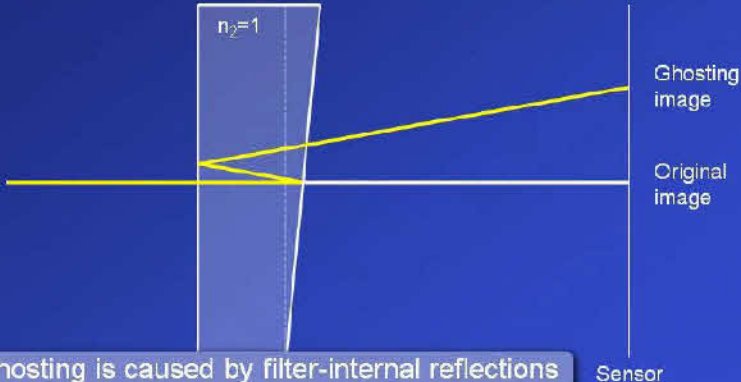




RWTHAACHEN
Lehrstuhl für Bildverarbeitung
Institute of Imaging & Computer Vision
LFB

06.10.2011
Multispectral Imaging
10

Physical Cause



→ Ghosting is caused by filter-internal reflections
Sensor

RWTHAACHEN
Lehrstuhl für Bildverarbeitung
Institute of Imaging & Computer Vision
LFB

06.10.2011 Multispectral Imaging 11

Replacement Model

Mirror axis 1
Mirror axis 2
Intermediate image layer
Corresponding ghostings

→ "Ghosting image layer" describes ghosting without raytracing

RWTHAACHEN
06.10.2011
Lehrstuhl für Bildverarbeitung
Institute of Imaging & Computer Vision
Multispectral Imaging
LFB
12

Impact on Imaging

- Damped reflections
→ ghosting is weaker than original (1%)
→ reflection factor r
- Ghosting layer is not in focus
→ ghosting is blurred
→ Gaussian PSF
- Ghosting layer is displaced
→ ghosting is also displaced
→ projective transformation

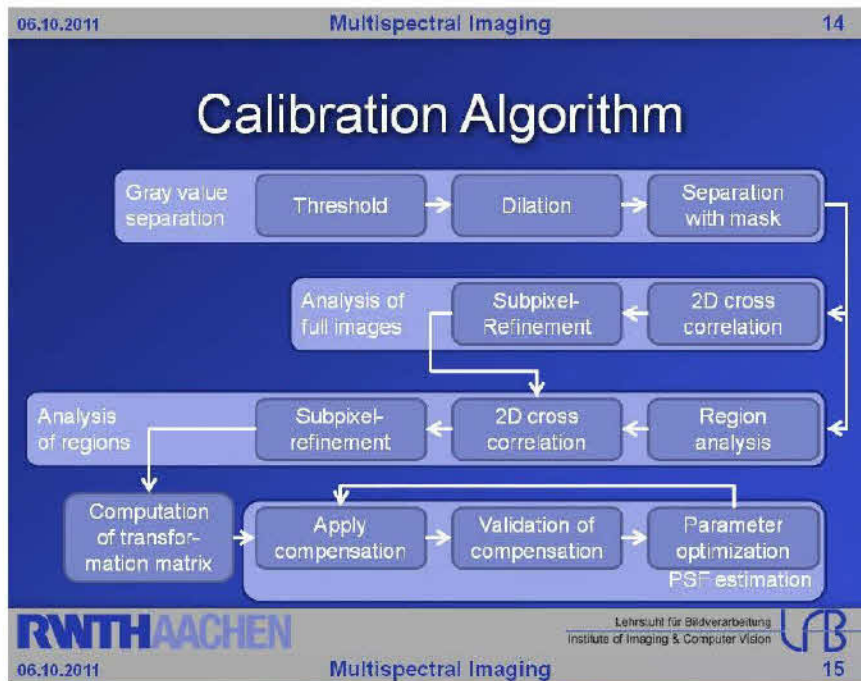
Corresponding ghostings

RWTHAACHEN
06.10.2011
Lehrstuhl für Bildverarbeitung
Institute of Imaging & Computer Vision
Multispectral Imaging
LFB
13

Calibration Setup

- Backlit slide (A4) with symbols is acquired
- High dynamic range (HDR) of slide requires HDR imaging

RWTHAACHEN
06.10.2011
Lehrstuhl für Bildverarbeitung
Institute of Imaging & Computer Vision
LFB



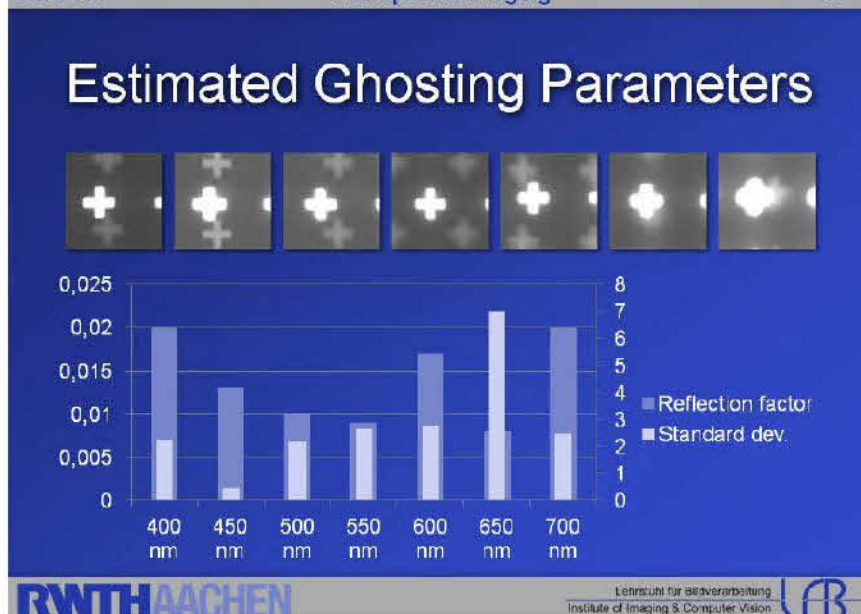
Results

- **Vector field:** vectors point from original symbols to ghosting symbols
 - Large mean vector (13.46, 24.15)
 - Spatial dependency
 - Good model agreement
- **Compensation**
 - Ghosting symbols practically vanish
 - Mean and maximum color error reduced (mean ΔE_{00} : 1.45 \rightarrow 1.39)

Scaled vector field; mean vector (13.46, 24.15) subtracted!

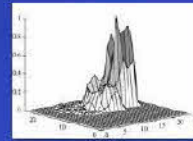
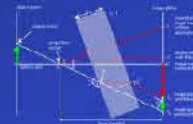
RWTH AACHEN Lehrstuhl für Bildverarbeitung
Institute of Imaging & Computer Vision LFB

06.10.2011 Multispectral Imaging 16



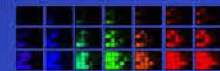
Summary and Conclusions

- Transversal aberrations
 - Model and approximation developed
 - Validation using simulations and experiments
 - Three different compensation algorithms
 - color fringes (and lens distortions) vanish completely
- Longitudinal aberrations
 - Complex optical simulation → PSF properties
 - PSF estimation method and algorithms developed
 - Deconvolution performed with different methods
 - sharpness, contrast improved, color accuracy not tampered
- Method presented for measuring the tilt angle of optical filters; high accuracy certified



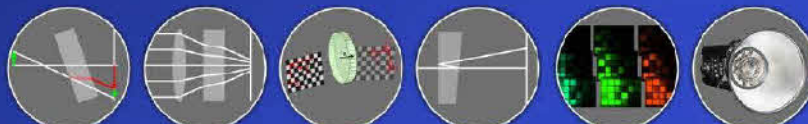
Conclusions

- Ghosting
 - Physical model for ghosting effect developed, adapted to existing computer vision models
 - Characterization and compensation shown, meaningful images and measurement demonstrate quality
- Multispectral high dynamic range imaging presented
 - Model, calibration, acquisition and reconstruction shown
 - SNR and CIEDE00 measurements for both simulation and experiment
 - noise reduction, slightly increased color error
- Multispectral imaging with flash light sources
 - Repeatability of emission spectrum and intensity examined
 - two calibration methods
 - Experiments and simulations confirm good color acquisition properties



...now working at:
INTRAVIS
VISION SYSTEMS

Thanks for your attention!



Gonioreflektometrie: Neue Konzepte zur Bestimmung der Appearance

Dr. Andreas Höpe, PTB, Braunschweig

DfwG-Jahrestagung 2011 05.10.11

Gonioreflektometrie - Neue Konzepte zur Bestimmung der Appearance

Dr. Andreas Höpe
Physikalisch-Technische Bundesanstalt
AG 4.52 „Reflektometrie“
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

 **PTB**

Physikalisch-Technische Bundesanstalt




Übersicht:

- **Gonioreflektometrie: Apparaturen an der PTB**
- **Gonioreflektometrie: International**
- **Konferenznachlese: NEWRAD 2011**
- **“Appearance” von Interferenzpigmenten**
- **Zusammenfassung**



Physikalisch-Technische Bundesanstalt

PTB 

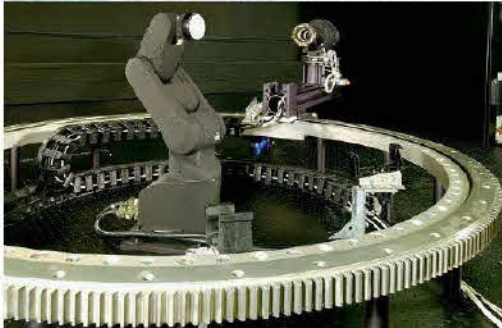
AG 4.52 „Reflektometrie“



Realisierung, Bewahrung und Weitergabe der Skalen der diffusen Reflexion, standardisierendes Laboratorium der ISO

- Messung des (absoluten) spektralen Strahllichtefaktors, für:

← - Kugelgeometrien (d:0 – d:10),
 $\lambda = 250 \text{ nm} - 2450 \text{ nm}$



← - Bidirektionale Geometrien mit roboter-
basiertem Gonioreflektometer
(Realisierung beliebiger Einfallswinkel- und
Reflexionswinkel),
 $\lambda = 250 \text{ nm} - 1700 \text{ nm}$

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

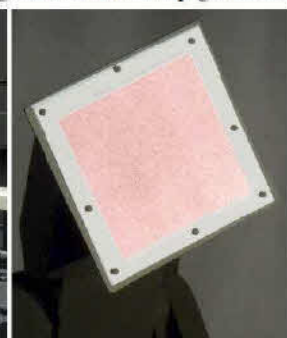


Roboter-Gonioreflektometer



Ideal geeignet zur Messung von außer-
gewöhnlich gestalteten Objekten, wie z.B.:

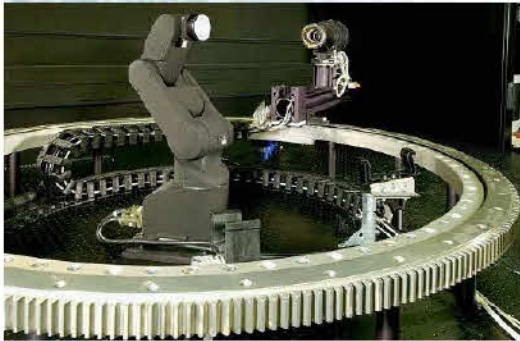
- Testkörper für Sicherheitssysteme für Hochregalstaplersysteme
- Kalibriernormal (Graustandard) für „Multispectral Image Processing“
- Kalibriernormal für Erdbeobachtungssensoren auf Satelliten
- Papierbögen mit gedruckten Effektpigmenten



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



PTB Gonioreflektometrie



- Roboterbasiertes Gonioreflektometer
 - Kalibrierung von Reflexionsnormalen in beliebigen gerichtet/gerichteten Geometrien (beliebiger Einfallswinkel- und Reflexionswinkel)
 - Fertigstellung 2004

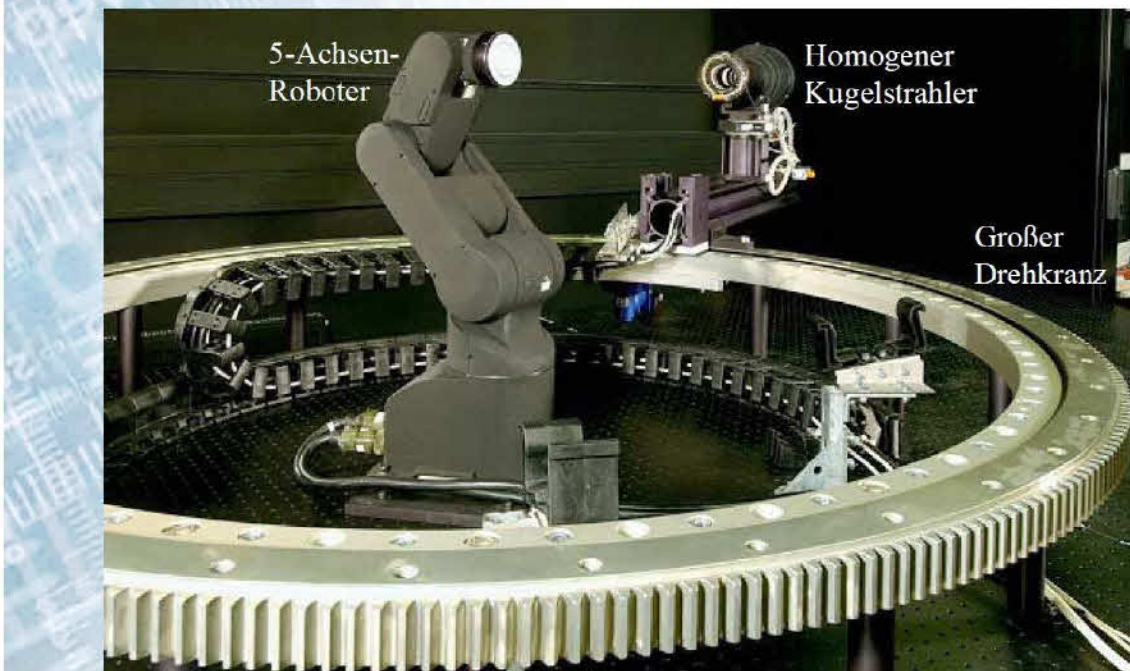


- ARGon³: 3D Appearance Robot-based Gonioreflektometer
 - Forschung und Entwicklung neuer Messverfahren im Bereich der Gonioreflektometrie
 - Fertigstellung 2010

Physikalisch-Technische Bundesanstalt



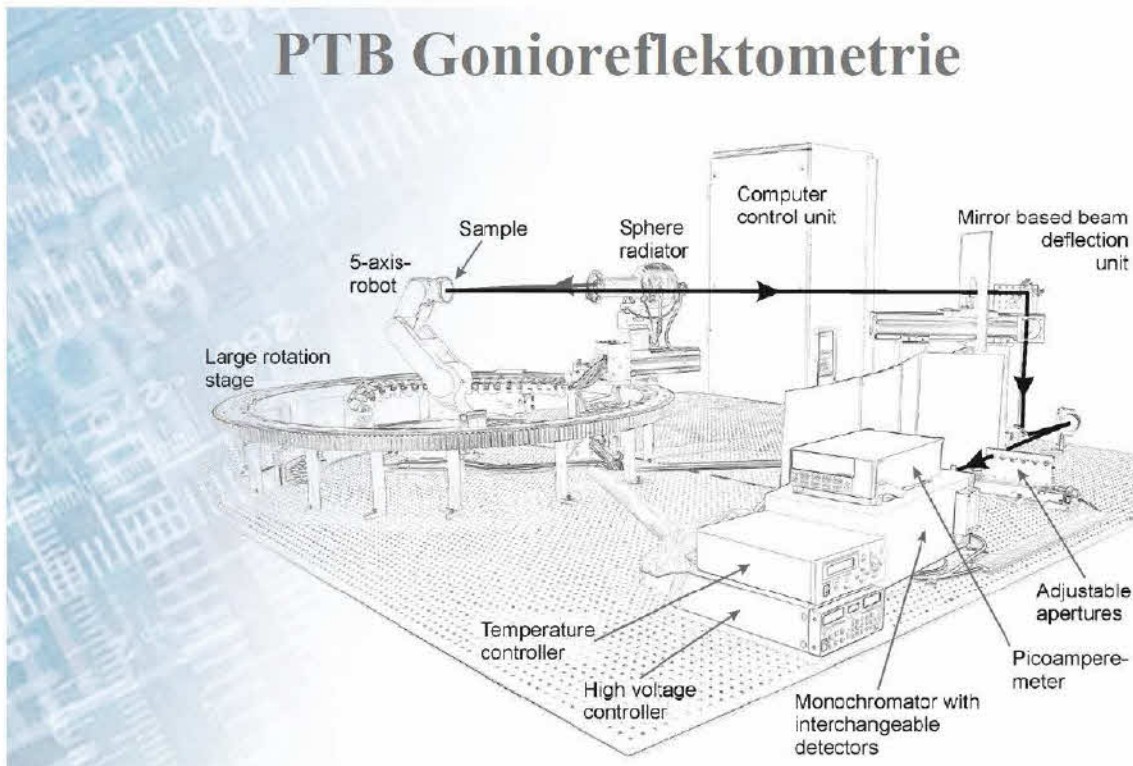
PTB Gonioreflektometrie



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



PTB Gonioreflektometrie



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



„Appearance“, Was ist das?

- Appearance \Leftrightarrow äußeres (optisches) Erscheinungsbild
- **Appearance:** *"A visual sensation through which an object is perceived to have attributes such as size, shape, colour, texture, gloss, transparency, and opacity."*
CIE: TC 1-65 „Visual Appearance Measurement“

Abhängig von:

- Eigenschaften des Messobjektes (Objektbedingungen)
- Beleuchtungsbedingungen
(Geometrie von Einstrahlung und Beobachtung)

Beschreibung:

- Reflexionsindikatrix,
BRDF: Bidirectional Reflectance Distribution Function

Physikalisch-Technische Bundesanstalt



„Appearance“

Charakterisierung von Effektfarben



- Automobil



- Architektur



- Druck

BBG-Verwaltungsgebäude
 Celler Str., Braunschweig
 Aluminium-Verbundplatten,
 Alucobond spectra colours

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

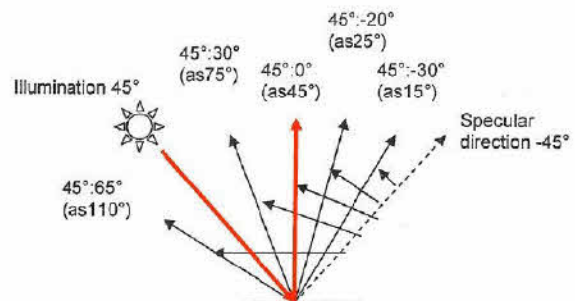


„Appearance“

Charakterisierung von Effektlackierungen



- Empfohlene Messgeometrien für Metallic-Lacke



- Ist dieser Satz von fünf Geometrien hinreichend um Effektlackierungen zu charakterisieren?

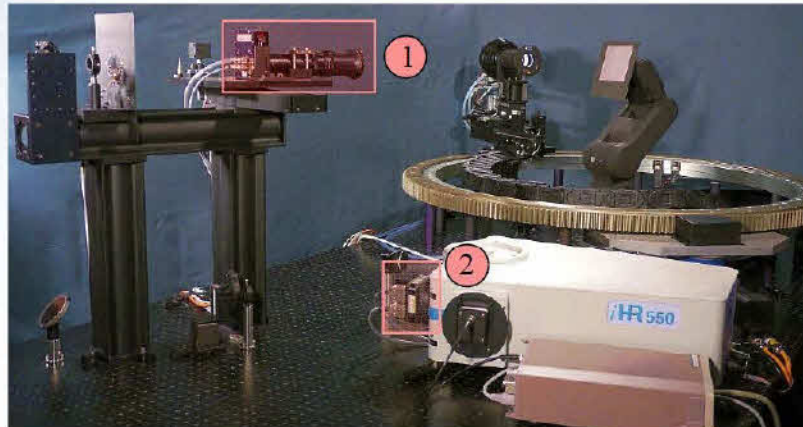
DIN 6175-2: Farbtoleranzen für Automobillackierungen,
 Teil 2: Effektlackierungen

Physikalisch-Technische Bundesanstalt



ARGon³: 3D Appearance Robot-based Gonioreflectometer

- Erweiterungen am Appearance-Messplatz: ARGon³
 - ① Leuchtdichtekamera zur orts- und farbraumspezifischen Messung der Appearance
 - ② Zeilen-Kamera am Monochromator ($\Delta\lambda = 290 \text{ nm}$)

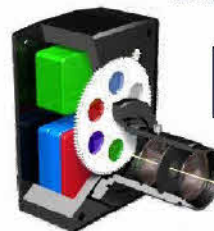
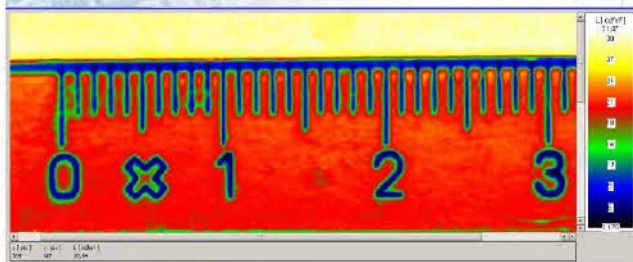
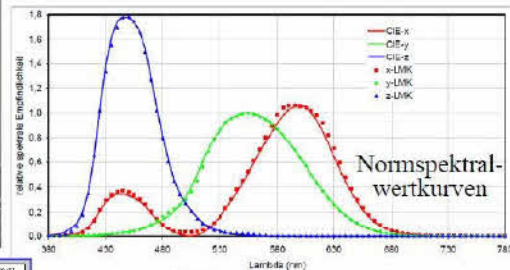


Physikalisch-Technische Bundesanstalt



① ARGon³: Leuchtdichtekamera

- Bestimmung der Leuchtdichte
- Ortsaufgelöste Messungen ($28 \mu\text{m}$)
- Farbraumkoordinaten, z.B. $L^*a^*b^*$



1364 x 1030 Pixel
FOV: 38 x 28 mm

Physikalisch-Technische Bundesanstalt



① ARGon³: Leuchtdichtekamera

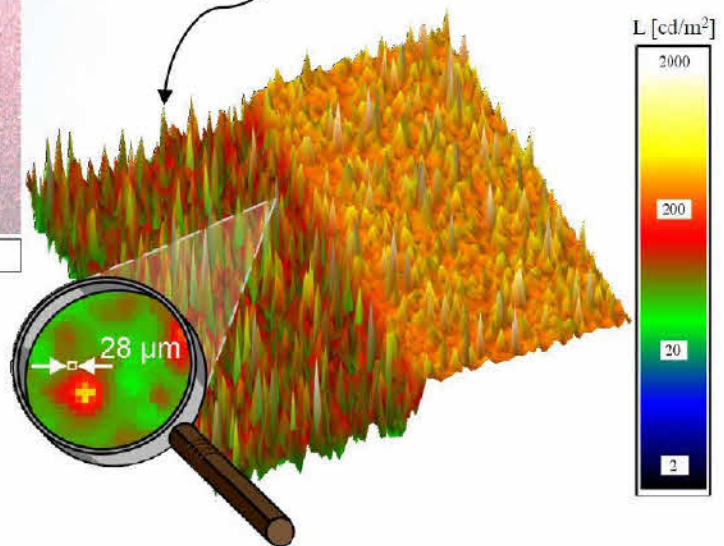
Effektpigment:

Xirona® Volcanic Sparks

Pigment aus Calcium-Aluminium-Borosilikat-Plättchen



Sparkling



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



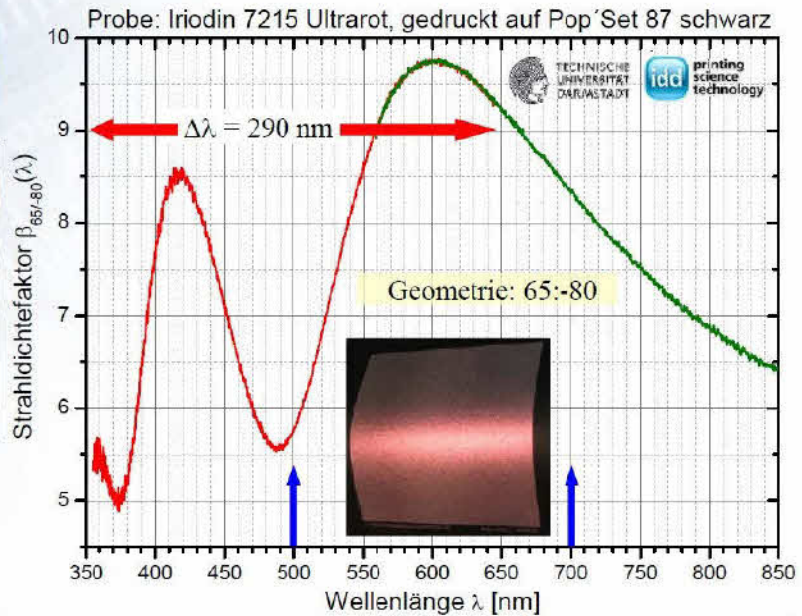
② ARGon³: Zeilenkamera

Spektraler Strahllichtefaktor

Zeilenkamera: 1036 Pixel,
16 Bit,
65536 Counts



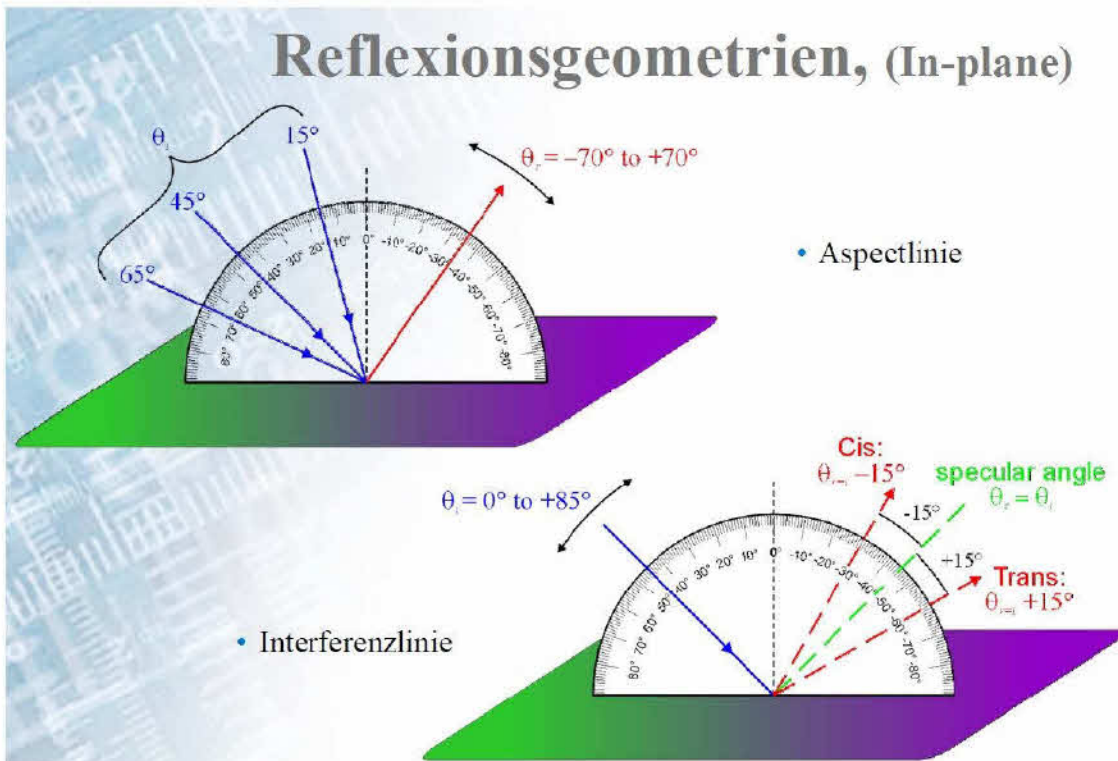
Absolutmessung:
Messzeit: ca. 2 min.



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



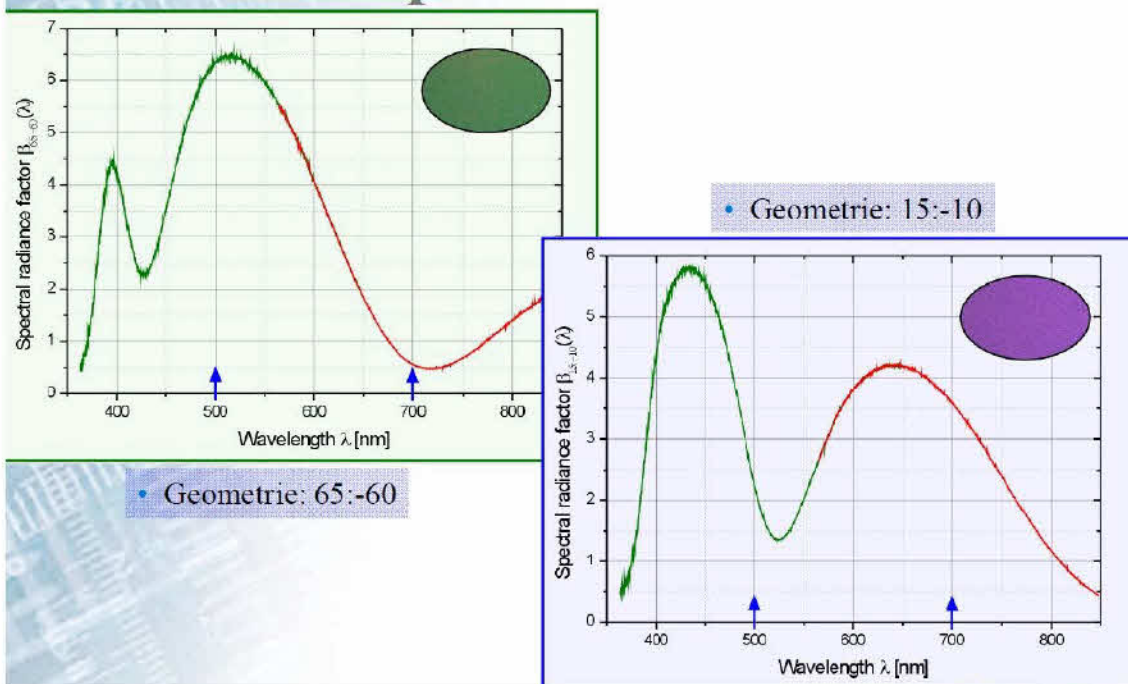
Reflexionsgeometrien, (In-plane)



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Messplatz: ARGon³

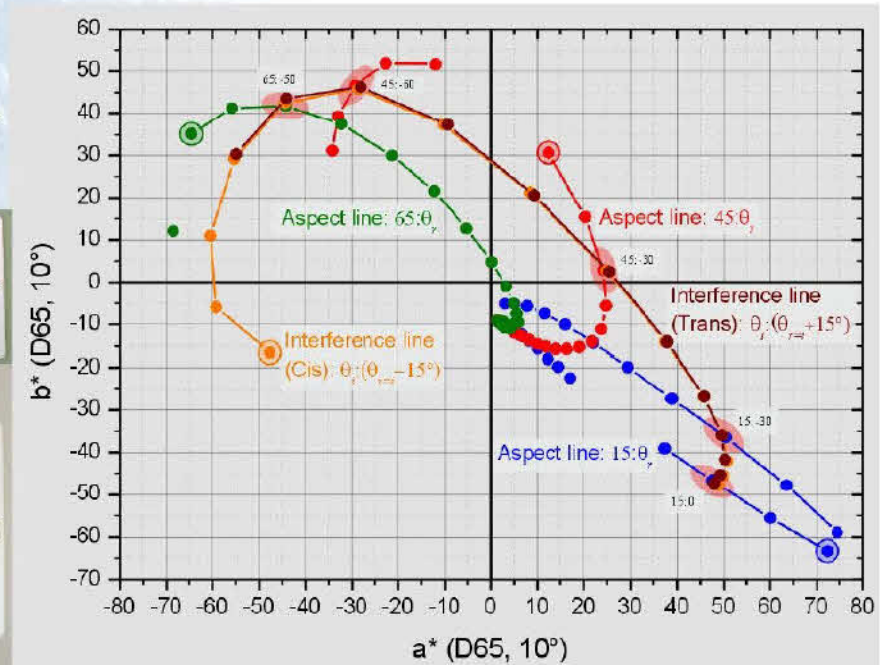


Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Messplatz: ARGon³

- Messungen an Viola Fantasy



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Nachlese NEWRAD 2011

11TH INTERNATIONAL
CONFERENCE ON NEW
DEVELOPMENTS AND
APPLICATIONS IN
OPTICAL RADIOMETRY
19-23 September 2011

NEWRAD 2011 MAUI, HI



NRC-CMRC

Canada

NIST
National Institute of
Standards and Technology

USA

ITRI
Industrial Technology
Research Institute

Taiwan

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Spanien

MIKES

Finnland

NPL
National Physical Laboratory

Großbritannien

Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Gonioreflektometrie, roboterbasiert International

NRC-CMRC

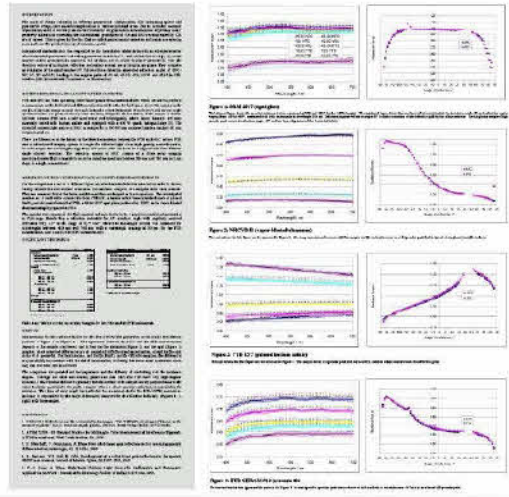
Comparison of the bidirectional diffuse reflection scales of PTB and NRC in the $V(\lambda)$ -range

Bijana Buzdov, Wilson S. Jha, Eli O'Keefe and Andrew Ziegler
NRC: National Research Council Canada, 1200 Montreal Road Ottawa, Canada
Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Bundesallee 111, 38116 Braunschweig, Germany

ABSTRACT
The scale of geometrical albedo (total diffuse reflection) is defined as the ratio of bidirectional diffuse reflection (BRDF) to the Bidirectional Reflectance Factor (BRF) for the same geometry. The scale of bidirectional diffuse reflection (BRDF) is defined as the ratio of bidirectional diffuse reflection to the incident irradiance. The scale of bidirectional diffuse reflection (BRDF) is defined as the ratio of bidirectional diffuse reflection to the incident irradiance. The scale of bidirectional diffuse reflection (BRDF) is defined as the ratio of bidirectional diffuse reflection to the incident irradiance.



Comparison of the bidirectional diffuse reflection scales of PTB and NRC in the $V(\lambda)$ -range



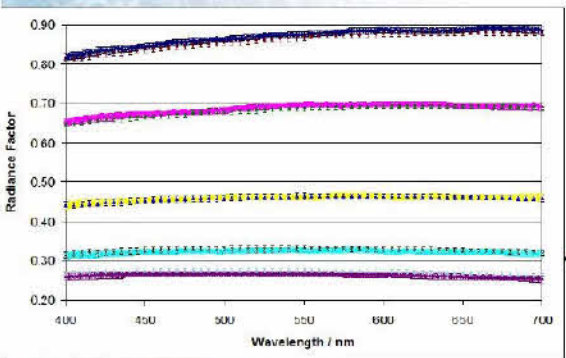
Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Gonioreflektometrie, roboterbasiert International

↔

Comparison of the bidirectional diffuse reflection scales of PTB and NRC in the $V(\lambda)$ -range

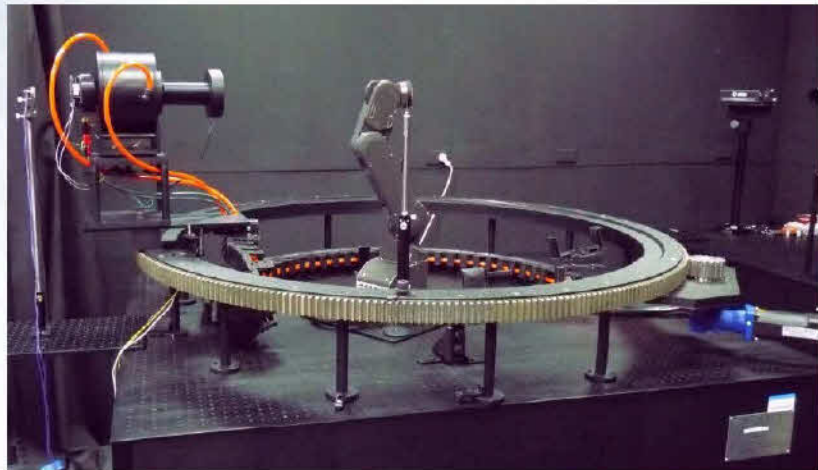


- Messung des spektralen Strahldichtefaktors im Wellenlängenbereich 400 nm – 700 nm
- In 5 verschiedenen Geometrien: 45:-30, 45:-20, 45:0, 45:30 und 45:65, wie in DIN 6175-2 und ASTM E2539-08 empfohlen
- Für vier verschiedene Proben:
 - SRM 2017, NIST opal glass
 - gespachtelte BaSO₄-Probe
 - vapor blasted aluminium
 - CERAM Keramik matt, 61 %, pale gray

Physikalisch-Technische Bundesanstalt



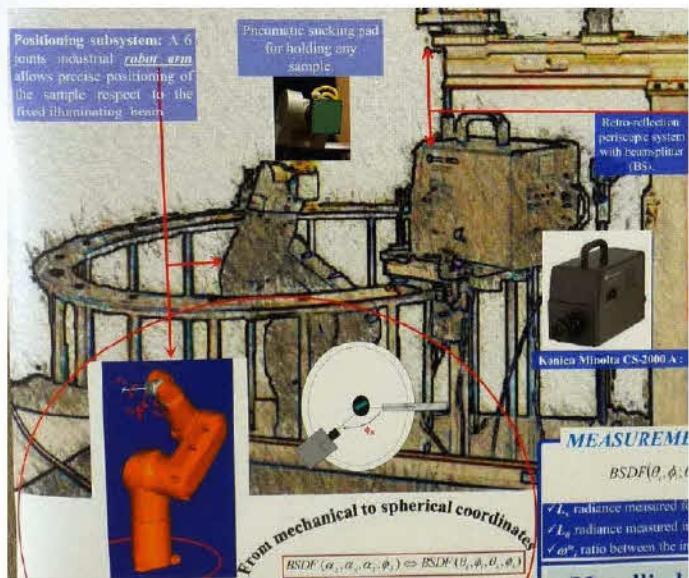
Gonioreflektometrie, roboterbasiert International



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



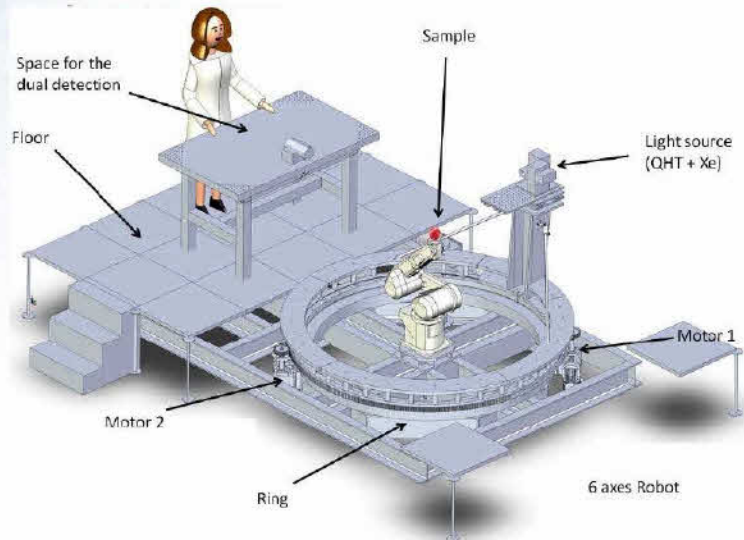
Gonioreflektometrie, roboterbasiert International



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Gonioreflektometrie, roboterbasiert International



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Gonioreflektometrie, roboterbasiert International



• STARR II



• Neuaufbau eines
Transmissions-/Reflexions-
messplatzes mit einem
6-Achsroboter

Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Reflektometrie, Standardreflexionsmaterialien

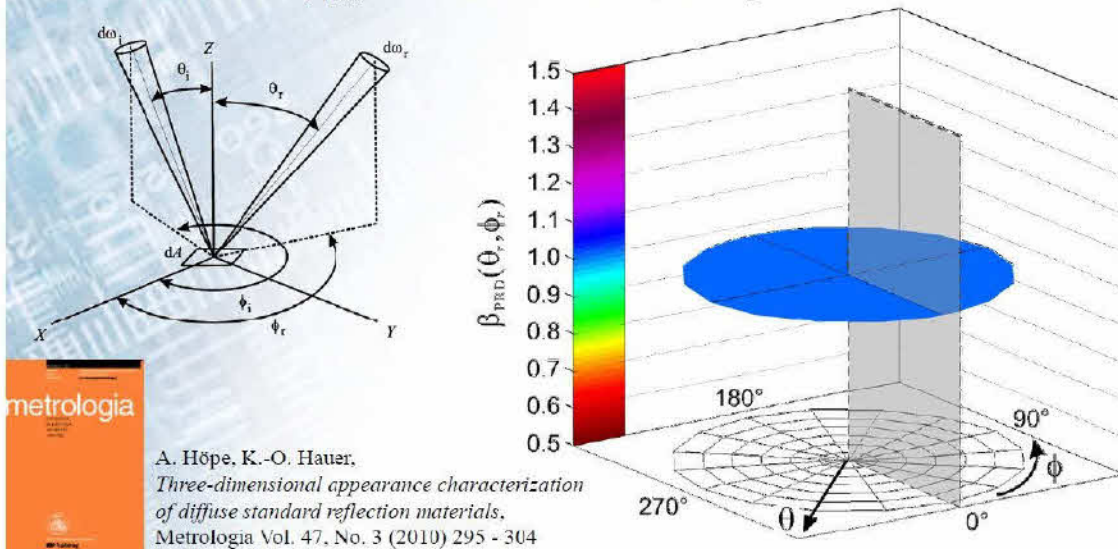


Physikalisch-Technische Bundesanstalt



„Appearance“ Messungen, an Standardreflexionsmaterialien

- Strahldichtefaktor β_{PRD} des absoluten mattenweissen Körpers

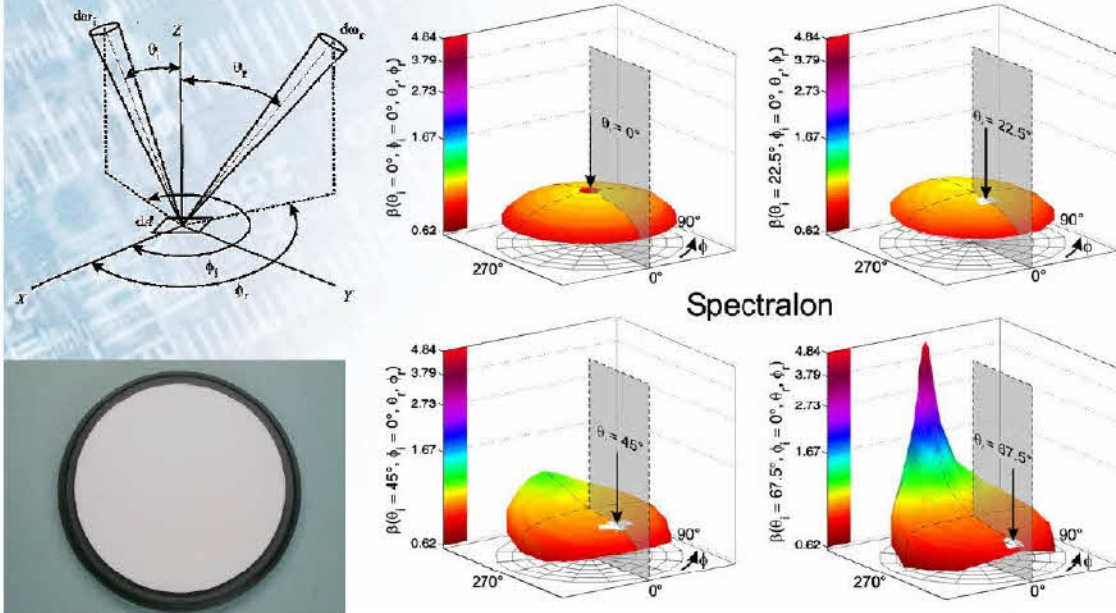


A. Höpe, K.-O. Hauer,
*Three-dimensional appearance characterization
of diffuse standard reflection materials,*
Metrologia Vol. 47, No. 3 (2010) 295 - 304

Physikalisch-Technische Bundesanstalt



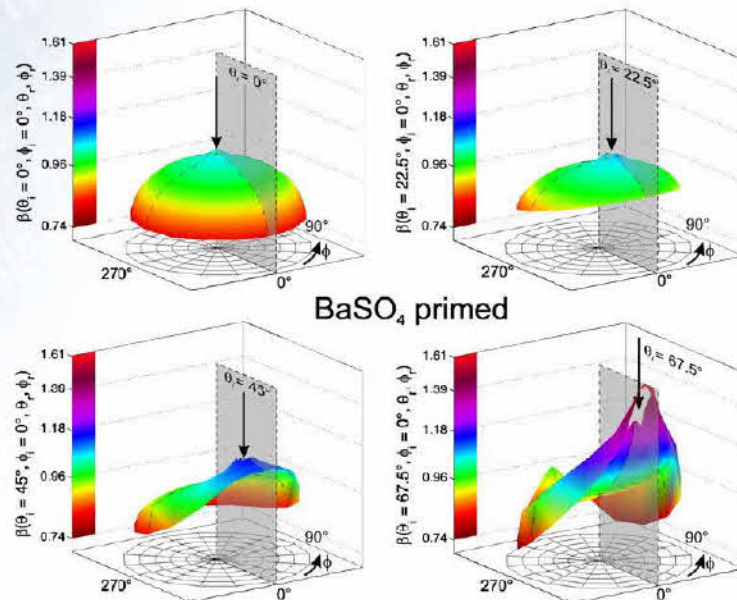
„Appearance“ Messungen, an Standardreflexionsmaterialien, bei $\lambda = 550 \text{ nm}$



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



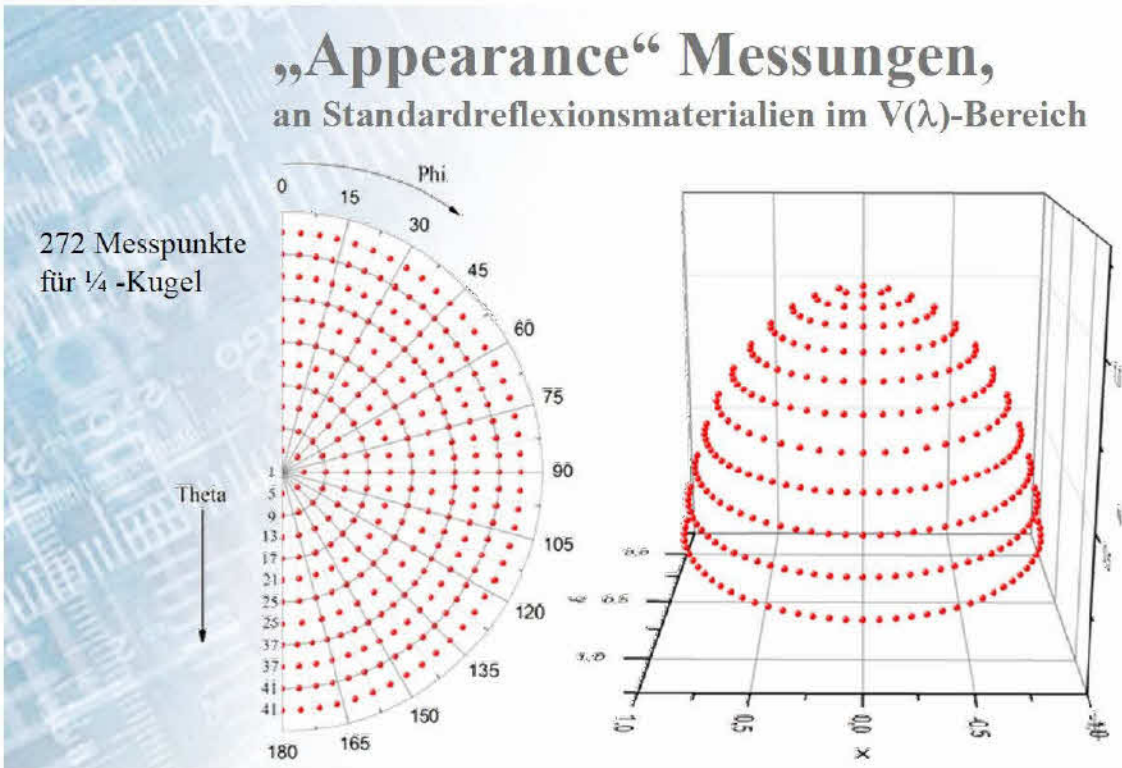
„Appearance“ Messungen, an Standardreflexionsmaterialien, bei $\lambda = 550 \text{ nm}$



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



„Appearance“ Messungen, an Standardreflexionsmaterialien im V(λ)-Bereich



Physikalisch-Technische Bundesanstalt

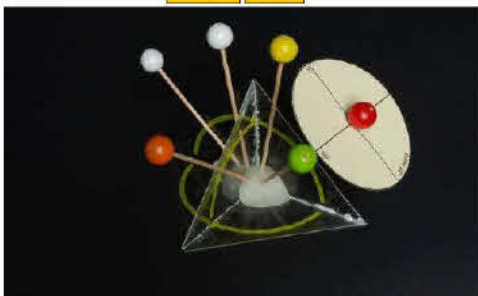


Koordinatensysteme, für „Off-axis-Messungen“

Der 3. Schritt: out-of-plane bei 45°

Es gibt vier „out-of-plane“ – Geometrien bei der 45° - Beleuchtung:

illumination	aspecular	azimuth
45°	25°	90°
45°	25°	-90°
45°	60°	54.7°
45°	60°	-54.7°



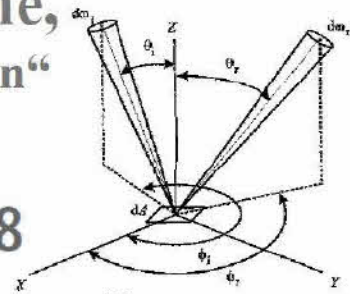
X-Rite MA98

Messgeometrie

Primärer Beleuchtungswinkel

Effektwinkel

Differenzwinkel



45°

-15°, 15°, 25°, 45°, 75°, 110°

25°az90, 25°az-90, 60°az125,3,

60°az-125,3

$\Theta = 50,14^\circ$	$\Theta = 45^\circ$
$\phi_1 = 146,60^\circ$	$\phi_1 = 90^\circ$
$\phi_2 = 213,40^\circ$	$\phi_2 = 270^\circ$

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

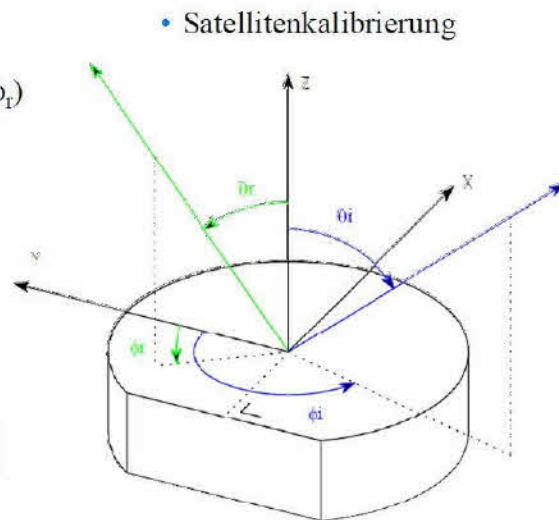


Koordinatensysteme, für „Off-axis-Messungen“

- Strahldichtefaktor: $\beta = \beta(\lambda, \theta_i, \phi_i, \theta_r, \phi_r)$
- BRDF: $f_r = f_r(\lambda, \theta_i, \phi_i, \theta_r, \phi_r)$

45:0
(45;0:0;180)

(65 ; 149,2 ; 24,2 ; 34,5)



Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Zusammenfassung

- Robotergestützte Messplätze für Gonioreflektometrie entstehen derzeit an vielen NMIs
- Insgesamt ein wachsendes Interesse an „off-axis-Geometrien“ und Indikatrixmessung zu verzeichnen
- Normung (DIN, ASTM, CIE) muss fortschreiten, Bezeichnung von Messgeometrien

Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Eine Frage der Geometrie: visuelle und instrumentelle Abmusterungen

Werner Rudolf Cramer, Münster

Ausgangsüberlegungen



- Es gibt verschiedene Gründe für eine Diskrepanz zwischen visueller und instrumenteller Abmusterung.
- Man muss davon ausgehen, dass die Umrechnung von Reflexionswerten nach CIE Lab **nicht** falsch ist.
- Obwohl das CIE Lab-System für Farbabstände entwickelt wurde, kann es auch für die Beschreibung von Farben genutzt werden.

WRC.2

Ausgangsüberlegungen



- Das Auge lässt sich **nicht** täuschen – zumindest bei Normalsichtigen.
- Die Ursachen können auch nicht bei den Instrumenten liegen.
- Die Diskrepanzen können also nur bei **Bedienfehlern** auftreten – sowohl bei der visuellen als auch bei der instrumentellen Abmusterung.

WRC.3

3 Beispiele für Diskrepanzen



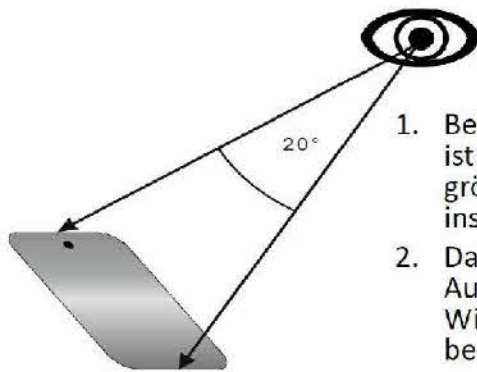
1. Bei der visuellen Abmusterung werden andere Geometrien als bei der instrumentellen eingenommen.
2. Das Messinstrument liefert physikalisch nicht plausible Ergebnisse (z.B. durch falsche Kalibrierung).
3. Das Messinstrument kann Farben und Effekte aufgrund ungenügender Auswahl der Geometrien nicht erfassen – das Auge schon.

WRC.4

1. Beispiel: Visuelle Abmusterung

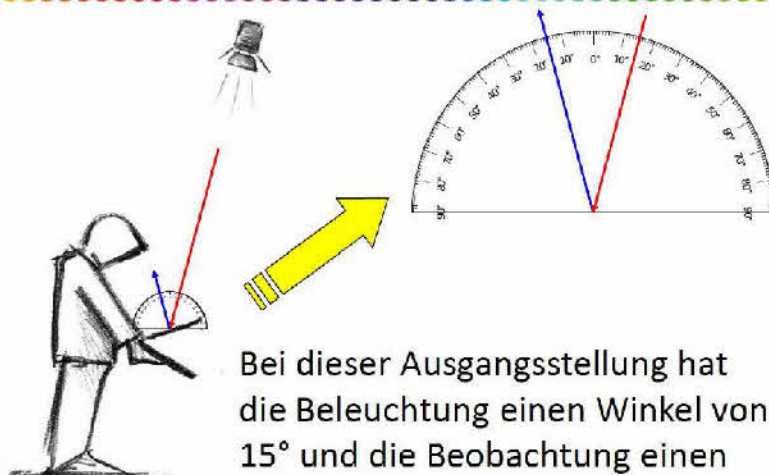
1. Bei der visuellen Abmusterung werden andere Geometrien als bei der instrumentellen eingenommen.
2. Das gilt sowohl für die Abmusterung in der Kabine als auch für die am Fenster.
3. Beim Hin- und Wegkippen des Musterbleches wird sowohl der Beleuchtungs- als auch der Beobachtungswinkel geändert.
4. **Beim tragbaren Messinstrument ändert sich der Beleuchtungswinkel nicht!**

1. Beispiel: Visuelle Abmusterung



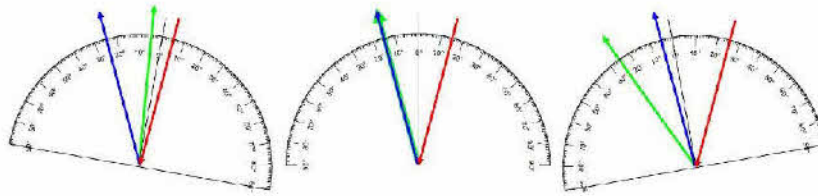
1. Bei der visuellen Abmusterung ist der „Messfleck“ deutlich größer als bei der instrumentellen Messung.
2. Das Probenblech wird vom Auge komplett unter einem Winkel von etwa 20° beobachtet.
3. Messinstrumente besitzen Messflächen von etwa 8 – 23 mm.

1. Beispiel: Visuelle Abmusterung



Bei dieser Ausgangsstellung hat die Beleuchtung einen Winkel von 15° und die Beobachtung einen Winkel von -15° .

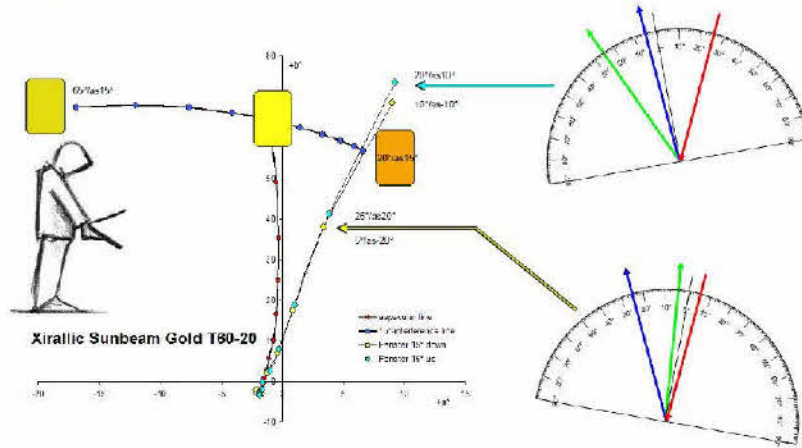
1. Beispiel: Visuelle Abmusterung



- Kippt der Betrachter das Probenblech von sich weg, so wandert der Einfallswinkel zur Normalen. Die Betrachtung findet auf der trans-Seite statt. Beim weiteren Kippen wechselt der Einfallswinkel auf die Seite der Betrachtung, die nun in cis-Stellung steht.
- Kippt der Betrachter das Blech zu sich, so steigen Einfalls- und Differenzwinkel (aspecular).

WRC_9

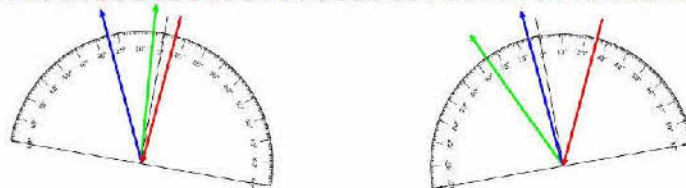
1. Beispiel: Visuelle Abmusterung



Die Messlinien fürs Hin- und Wegkippen am Fenster zeigen nahezu gleiche Verläufe.

WRC_9

1. Beispiel: Visuelle Abmusterung



Bewegung vom Beobachter				
illumination	specular	viewing	aspecular	side
15	-15	-15	0	
10	-10	-20	-10	trans
5	-5	-25	-20	trans
0	0	-30	-30	cis
5	5	-35	-40	cis
10	10	-40	-50	cis
15	15	-45	-60	cis
20	20	-50	-70	cis
25	25	-55	-80	cis
30	30	-60	-90	cis
35	35	-65	-100	cis
40	40	-70	-110	cis
45	45	-75	-120	cis

Bewegung zum Beobachter				
illumination	specular	viewing	aspecular	side
15	-15	-15	0	
20	-20	-10	10	cis
25	-25	-5	20	cis
30	-30	0	30	cis
35	-35	5	40	cis
40	-40	10	50	cis
45	-45	15	60	cis
50	-50	20	70	cis
55	-55	25	80	cis
60	-60	30	90	cis
65	-65	35	100	cis
70	-70	40	110	cis

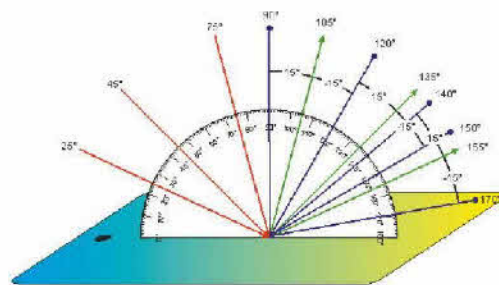
WRC_10

2. Beispiel: Physikalische Plausibilität

- Pigmente wie z.B. Iriodin, Xirallic, Colorstream und Pyrisma folgen den Gesetzen der Interferenz.
- Die Reflexionsfarbe ist abhängig vom Winkel des einfallenden Lichtes.
- **Mit flacheren Beleuchtungswinkel verschieben sich die Reflexionskurven zum Kürzerwelligen (Rot → Gelb, Grün → Blau).**
- **Mit flacherem Beleuchtungswinkel steigt das Reflexionsmaximum.**

WRC 11

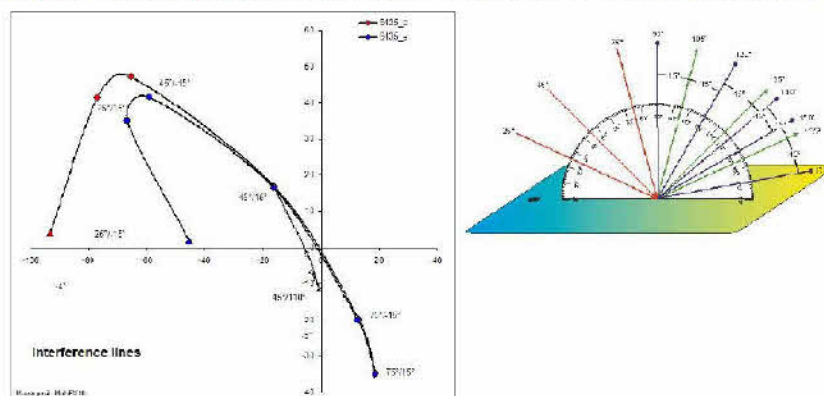
2. Beispiel: Physikalische Plausibilität



Auswahl der eingesetzten Geometrien:
3 Beleuchtungswinkel mit $\pm 15^\circ$ aspecular
(Winkel im Halbkreis).

WRC 12

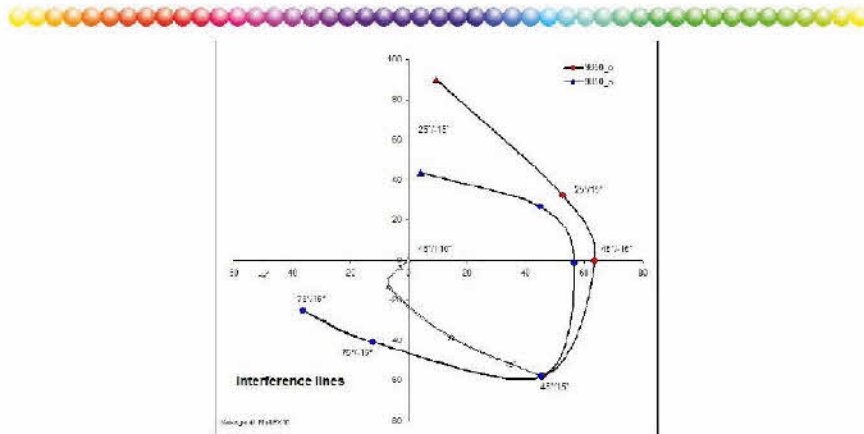
2. Beispiel: Physikalische Plausibilität



Zwei Messungen der selben Probe zeigen bei flachen Winkeln deutliche Unterschiede.

WRC 13

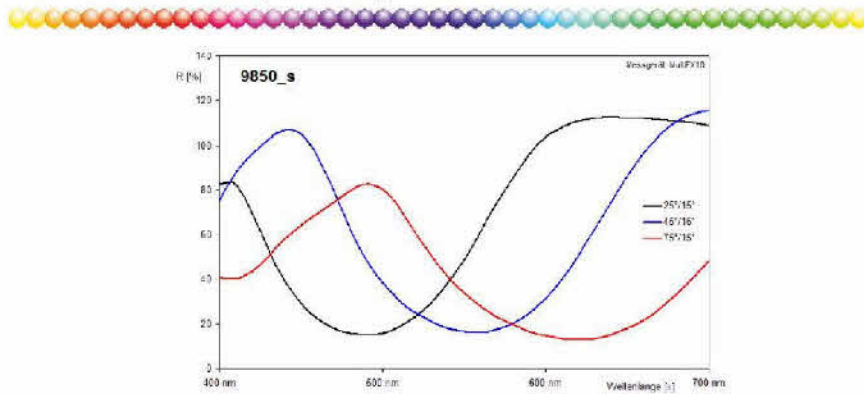
2. Beispiel: Physikalische Plausibilität



Messung nach Kalibration mit Spectralon (-s) und mit Opal (-o).

WRC 14

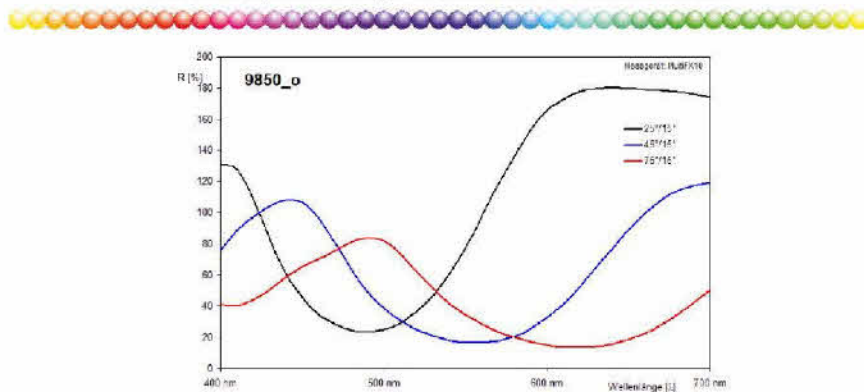
2. Beispiel: Physikalische Plausibilität



Messungen nach Kalibration mit Spectralon zeigen keine physikalisch plausible Ergebnisse bei 25°/15°.

WRC 15

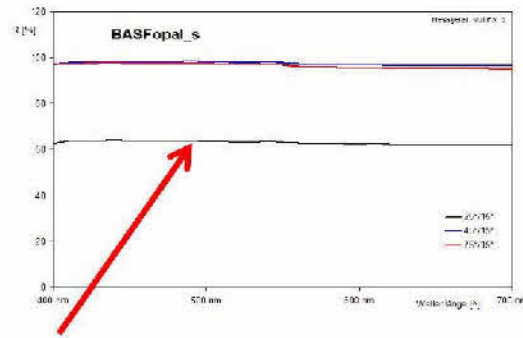
2. Beispiel: Physikalische Plausibilität



Messungen nach Kalibration mit Opal zeigen dagegen physikalisch plausible Ergebnisse bei 25°/15°.

WRC 16

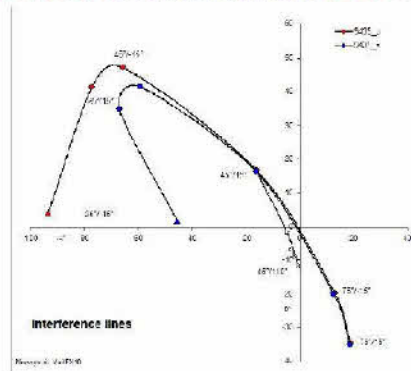
2. Beispiel: Physikalische Plausibilität



cis-Messungen von Spectralon nach Kalibration mit Opal: Bei der Geometrie 25°/15° liegt die Reflexionskurve deutlich niedriger.

WRC 17

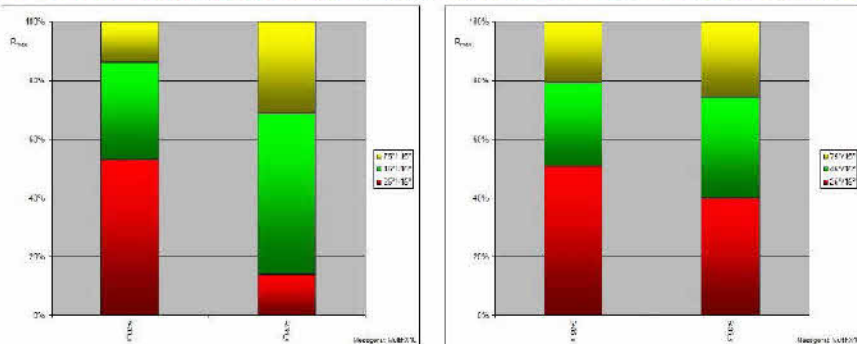
2. Beispiel: Physikalische Plausibilität



Die Kalibrierung mit Opal **ergibt physikalisch plausible Ergebnisse** außer bei der Geometrie 25°/-15°. Die Kalibrierung mit Spectralon **ergibt keine plausiblen Ergebnisse** bei 45°/-15°, 25°/15° und 25°/-15°.

WRC 18

2. Beispiel: Physikalische Plausibilität



Auch die Gegenüberstellung (links trans-, rechts cis-Geometrien) der Reflexionsmaxima belegen die Aussagen über die Kalibrierung.

WRC 19

3. Beispiel: Zu wenige Geometrien

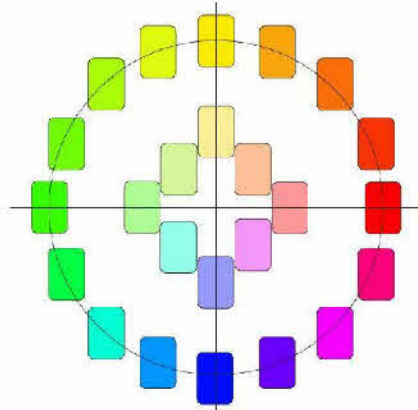


1. Moderne Effektpigmente beruhen auf dem physikalischen Prinzip der Interferenz.
2. Einige Pigmente zeigen einen Regenbogen im definierten Bereich vom Glanzwinkel.
3. Gemessen werden von diesem Regenbogen nur wenige Farben, deren Messergebnisse nicht aufs Ganze schließen lassen.



WRC 20

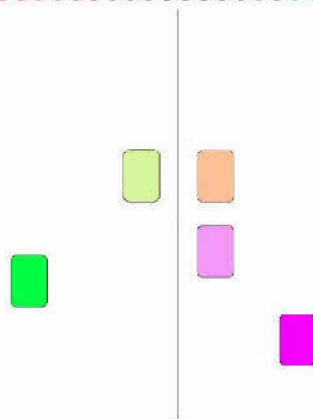
3. Beispiel: Zu wenige Geometrien



Bei diesen Pigmenten kann man einen kompletten Regenbogen mit dem Auge beobachten.

WRC 21

3. Beispiel: Zu wenige Geometrien



Instrumentell wird in den meisten Fällen (aspecular) nur an drei Stellen gemessen.

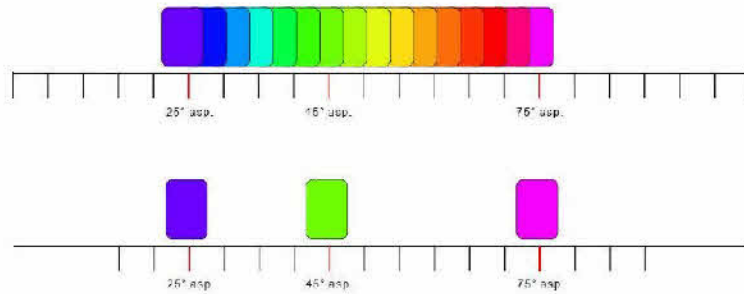
WRC 22



3. Beispiel: Zu wenige Geometrien



Visuell erkennt man alle Farben (Regenbogen).



Gemessen werden nur drei Farben des Regenbogens.

WRC 23

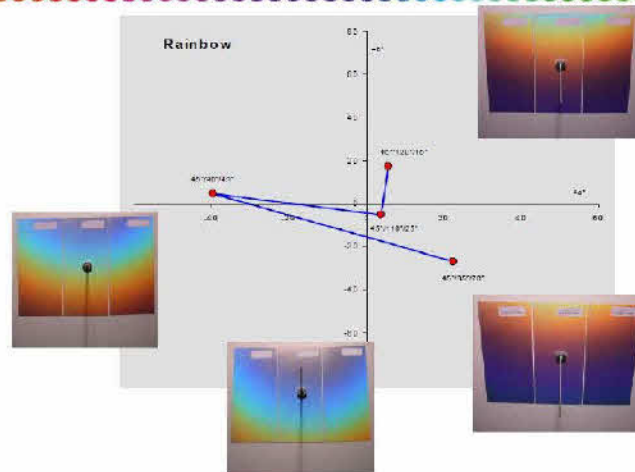
3. Beispiel: Zu wenige Geometrien



Deutlich ist der Regenbogen zu erkennen.

WRC 24

3. Beispiel: Zu wenige Geometrien

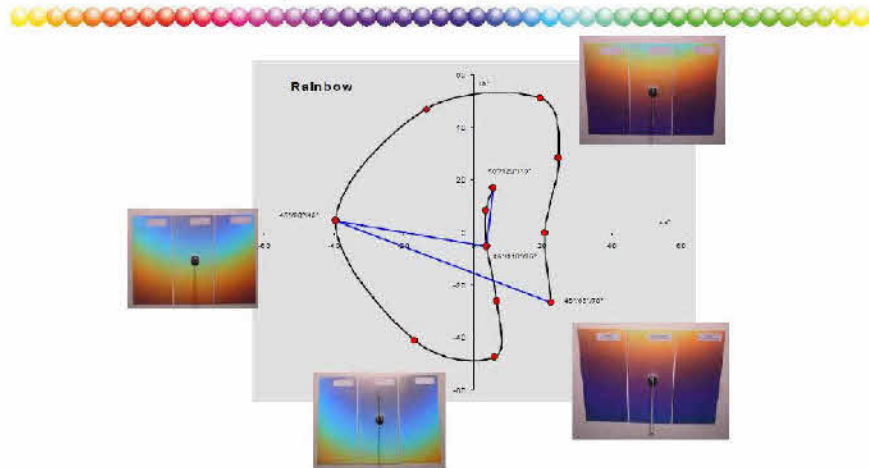


Die Messung spiegelt nicht die visuelle Wahrnehmung wider, weil entsprechende Geometrien fehlen.

WRC 25



3. Beispiel: Zu wenige Geometrien



Zusätzlichen Geometrien zwischen 25° und 75° aspecular erfassen den Regenbogen auch instrumentell.

WRC 26

Resümee

- Grundsätzlich müssen beim Vergleich der instrumentellen und visuellen Abmusterung die Bedingungen überprüft werden.
- Nur mit gleichen Voraussetzungen können die Abmusterungen erfolgen und verglichen werden.
- Insbesondere bei Interferenzpigmenten lohnt sich ein Blick auf die physikalischen Messwerte; die L*a*b*-Werte lassen kaum Rückschlüsse auf eine physikalische Plausibilität zu.

WRC 27

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



WRC 28

Auszug aus: Messgrößen der Optik in der Chemiefaser- und Textilindustrie 1960 – 1990 - (2007)

Dr. Siegfried Kaufmann; ehemals TITK; Rudolstadt/Schwarza; hskaufmann@gmx.de

Übersicht

1. Brechungsindex	n
2. Doppelbrechung	Δn
3. Weißgrad, Farbe, Reflexion	W
4. Farbstreifigkeit	$\Delta B/B$
5. Vergilbung	V
6. Fluoreszenz	F
7. Glanz	G
8. Transmission, Absorption	τ, α
9. Mikrohärtigkeit	H_D
10. Wärmeübergangszahlen	α
11. Literatur	

Im Folgenden sind nur die Kapitel 3 und 6 abgedruckt. Bei Interesse an dem vollständigen Artikel können Sie Dr. Kaufmann gern kontaktieren.

3. Weißgrad : WCIE

3.1. Zielstellung , Definitionen und Messgeräte

Der Weißgrad W ist ein Maß für die vom Auge empfundene Weiße! Die Beurteilung der Weiße ist bei verschiedenen Berufsgruppen unterschiedlich. Diese Beurteilung muss erworben werden. Sie ist nicht von vornherein gegeben.

Der Weißgrad ist deshalb eine subjektive Größe, die trotzdem messtechnisch erfasst werden kann. Das liegt daran, weil die Empfindungen einer großen Berufsgruppe sehr ähnlich sind.

Mit dem physikalischen Weiß (100 % Reflexion für alle Wellenlängen) ist dieser Weißgrad nur sehr weitläufig verwandt, weil beim Weißgrad neben der Helligkeit auch die Sättigung (neuerdings Buntheit) sehr stark eingeht.

Der Weißgrad dient als messtechnisch erfassbare Größe dazu, um die subjektive Größe Weiß für eine bestimmte Berufsgruppe zu erfassen.

Der Weißgrad ist näherungsweise der Helligkeit Y proportional.

Der Weißgrad wird noch weiter farbmétrisch beeinflusst: Er hängt zusätzlich von der Farbart (x,y) ab :

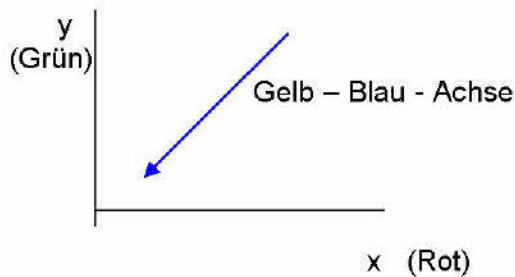
Der Weißgrad nimmt mit dem Blauanteil des Lichtes zu (Sättigung oder Buntheit im blauen Teil des Farbdigramms), um nach einer gewissen Sättigung wieder abzunehmen. Dies geschieht entlang einer Gelb – Blau – Achse (Die Abnahme des Gelbanteiles entspricht dabei der Zunahme des Blauanteiles).

Der Weißgrad kann deshalb auf verschiedene Weise geändert werden:

- Durch Waschen (Die Helligkeit wird erhöht).
- Durch Bleichen mittels Sonne (möglich bei Cellulosefasern) oder chemischen Mitteln (In beiden Fällen wird die Helligkeit erhöht).
- Durch Zugabe von optischen Aufhellern (der Blauanteil wird direkt erhöht, vgl. Pkt. 6). Dies entspricht einer additiven Farbmischung. Es werden sowohl der Blauanteil als auch die Helligkeit erhöht! (Effektiv !).
- Durch Zugabe von blauem Farbstoff (dies entspricht einer subtraktiven Farbmischung. Dabei wird zwar der Blauanteil erhöht, die Helligkeit aber erniedrigt).

Die Gelb – Blau – Achse ist je nach Beobachter nach grün oder rot verschoben. Früher wurde immer darüber geschmunzelt, dass die Beobachter im Osten mehr „rotpräferent“ waren (dazu am Ende ein historischer Exkurs)!

Nachfolgend ist diese Gelb – Blau – Achse in das x – y – Diagramm eingezeichnet (x, y : Normfarbwertanteile, siehe DIN 5033), um den Anteil der Farbart (x,y) an der Veränderung des Weißgrades zu zeigen :



Anhand dieser kleinen Skizze ist schon zu erkennen, wie der Weißgrad zunimmt. Wenn die Normfarbwertanteile x und y abnehmen, nimmt der Weißgrad zu. Ursache: Der Abnahme der Normfarbwertanteile x und y entspricht die Zunahme des Normfarbwertanteiles z ($z = 1 - x - y$) und damit der Zunahme des Blauanteiles entsprechend der o.g. Definition des Weißgrades. Dass durch die Zunahme der Helligkeit der Weißgrad auch zunimmt (Plausibilitätseffekt bzw. geradezu die Anfangs-Definition des Weißgrades), ist aus diesem Diagramm nicht zu entnehmen.

Von Ganz stammt deshalb der allgemeine Ansatz:

$$W = Y - k_1 \cdot x - k_2 \cdot y + K_3 .$$

Dies wurde später speziell so definiert, um für die verschiedenen Beleuchtungs- und Beobachtungsarten variabel zu sein. Für den CIE – Weißgrad ergibt sich:

$$W = Y + 800 (x_0 - x) + 1700 (y_0 - y) .$$

Jetzt müssen die Normfarbwertanteile x_0 und y_0 für die ausgewählte Lichtart und für den ausgewählten Beobachter eingesetzt werden. Diese sind der Norm (DIN 5033, Blatt 7) zu entnehmen.

Für die Lichtart D 65 und den 10°-Normal-Beobachter gilt nach der DIN-Norm, Blatt 7, von 1972, Seite 8a:

$$x_0 = 0,3138 \text{ und } y_0 = 0,3310 .$$

Die Bezugswerte lauten:

$$\begin{aligned} X (D65, 10^\circ) &= 94,81 \\ Y &= 100,00 \\ Z &= 107,34 . \end{aligned}$$

Mit diesen Konstanten erhält man für den CIE – Weißgrad

$$WCIE = Y - 800 \cdot x - 1700 \cdot y + 813,74 .$$

Gültigkeitsbereich : $40 < WCIE < 5 Y - 280$.

Genau diese Beziehung wird z.B. in „Melliand Textilberichte, 85 (2004) 5, Seite 340“ angeführt. In anderen Veröffentlichungen wird sehr oft der Summand „809,46“ bzw. „809,5“ vorgefunden. Die Differenz zum o.g. Weißgrad beträgt $WCIE(D65, 10^\circ) - WCIE(D65, 2^\circ) = 4,28 \text{ ca. } 4,3$.

Der eben genannte. Summand von „809,5“ gilt nämlich für die Lichtart D65 mit dem 2° Beobachter.

Die richtigen Angaben werden deshalb nochmals zusammengefasst (weil sie öfters verwechselt werden) :

Lichtart D65, 10°-Beobachter, $x_0 = 0,3138$ und $y_0 = 0,3310$
mit den Bezugswerten

X (D65, 10°)	=	94,81
Y	=	100,00
Z	=	107,34 .

Genauere Werte von Axiphos : $x_0 = 0,313795$ und
 $y_0 = 0,330972$.

Lichtart D65, 2°-Beobachter, $x_0 = 0,3127$ und $y_0 = 0,3290$
mit den Bezugswerten

X (D65, 2°)	=	95,05
Y	=	100,00
Z	=	108,04 .

Die Umwandlung in die Abhängigkeit von den CIE Lab-Werten L und b ergibt dann

$$WCIE = 2,41 * L - 8,295 * b + 0,04 * L * b - 141,4 .$$

In dieser Form sieht man sehr schön, wie der Weißgrad von der Helligkeit (L [Y]) und der Sättigung im Blau (- b [z]) abhängt!

Für die Farbabweichung gilt für die Lichtart D65 und den 10°-Beobachter:

$$TCIE = 900 (x_0 - x) - 650 (y_0 - y) \text{ oder}$$

$$TCIE = 497,57 - 900 * x + 650 * y \text{ oder}$$

$$TCIE = - 1,58 a - 0,38 b .$$

Bei der Farbabweichung T muss natürlich die gesamte Farbart eine Rolle spielen, also a und b und nicht nur b wie beim Weißgrad (W nur abhängig von L und b). Deshalb ist $TCIE = f(a,b)$ und nicht $f(b)$.

Für die Lichtart D65 und den 2°-Beobachter gilt dagegen:

$$TCIE = 1000 (x_0 - x) - 650 (y_0 - y) .$$

Was hier nicht zum Ausdruck kommt:

Bei jedem Gerät muss die realisierte Lichtart (D65, C, usw.) auch im UV der Norm entsprechen, d.h. D65 auch im UV !

Genau das hängt mit der Fluoreszenz zusammen, die bei optischen Aufhellern zur Erhöhung des Weißgrades ausgenutzt wird! (Vgl. Pkt. 6).

Achtung: Bei Vergleichen mit der Papier-Industrie ist zu beachten: Dort hat man die Lichtart D50 statt D65 gewählt, weil D50 eine einfachere Intensitäts-Verteilung hat! (Wahrscheinlich).

Je nach Messgerät hat man früher andere und vor allem einfachere Weißgrad – Formeln verwendet, die allerdings den umfangreichen Weißraum nicht sauber abdeckten.

Beispiel: In Deutschland (später DDR) wurde vor allem die Stephansen – Formel verwendet.

WL = 2 B – R = Wn = Normal-Weißgrad (TGL 16-650 270, Blatt 1) und in der DDR

zusätzlich für optisch aufgehellte Proben
Wa = 100 + B(Hg) – R(Glühlampe) = Aufhell-Weißgrad (TGL 16-650 270, Blatt 2),
1972.

Dieser Weißgrad wurde mit dem bei Zeiss (Jena) entwickelten „Leukometer“ gemessen.

Spätestens hier muss auf die **verschiedenen Reflexionswerte** hingewiesen werden, weil sonst auch in den Formeln und insbesondere bei den Ergebnissen Unstimmigkeiten auftreten.

In [95] sind sie zusammengestellt:

$\beta (\lambda)$ = Spektraler Strahllichtfaktor, Raumwinkel $\omega \rightarrow 0$ sr.

$R (\lambda)$ = Spektraler Reflexionsfaktor, Raumwinkel $0 < \omega < 2 \pi$ sr .

$\rho (\lambda)$ = Spektraler Reflexionsgrad, Raumwinkel $\omega = 2 \pi$ sr.

Am Zeiss-Leukometer werden z.B. die Reflexionsgrade ρ gemessen, am Minolta-Gerät CM 3700 d aber die Reflexionsfaktoren R. Am ehemaligen Glanzmessgerät von Zeiss (Jena), also dem „Pulfrichphotometer mit Glanzwippe (Pupho mit Glanzwippe)“, wird dagegen der Strahllichtfaktor β ermittelt.

Im Prinzip muss man die Art des Reflexionswertes vereinbaren. Der Strahllichtfaktor entspricht mehr dem visuellen Eindruck, wenn beide Beobachtungsformen (messtechnisch und visuell) auch näherungsweise übereinstimmen (vielfach 45/0). Der Reflexionsgrad (auch „Kugel mit Glanz“) kann den Einfluss der Oberflächenstruktur nicht erkennen und ist deshalb für die Farbnachstellung nach strukturierten Vorlagen geeignet. Die Geometrie „Kugel ohne Glanz“ korreliert wiederum für glatt/glänzende Proben vernünftig mit dem visuellen Eindruck und der 45/0 – Geometrie.

Bei allen Messgeräten müssen die zusätzlichen Geräteeinstellungen angegeben werden, sonst kann es bei Vergleichen zu Fehleinschätzungen kommen. Beim Minolta - Gerät „CM 3700d“ müssen z.B. folgende Bedingungen angegeben werden (gleichzeitig Geräteaufbau CM3700d) :

Lichtquelle	Xenon – Blitzlicht – Lampe
Intensität	normal oder low (Letzteres zur Vermeidung des Ganz-Griesser-Effektes [Intensitätseffekt])
UV – Filter	0 bis 100 % (UV / VIS), wichtig für fluoreszierende Oberflächen !
Kugelgeometrie	d / 8° (152 mm, Barium-Sulfat)
Messblende	LAV (25 mm) , MAV (8 mm) oder SAV (3 • 5 mm ²)
Ohne oder mit Glanz	SCE oder SCI (mit oder ohne Glanzfalle)

Es wird der spektrale Reflexionsfaktor R (λ) gemessen.

Für die Auswertung der Normfarbwerte müssen zusätzlich die Lichtart (D65, C, o.a.) und der Beobachterstatus (2°- oder 10°-Beobachter) eingegeben werden.

Beim Leukometer sind folgende Angaben wichtig(gleichzeitig Geräteaufbau Leukometer):

Lichtquelle für Blaufilter (460 nm)	Glühlampe oder Hg-Lampe (435 ...440 nm) (42 nm Halbwertsbreite bei der Glühlampe) (Hg-Lampe wichtig für fluoreszierende Proben)
für Rotfilter (615 nm)	Glühlampe (28 nm Halbwertsbreite)
Kugelgeometrie	0 / d , Photozellen und Elektrometer – Anzeige,

Es wird der Reflexionsgrad gemessen.

Vergleich von WCIE und WL (Vgl. AiF-Projekt „Signalfäden“ 11087 B, 1997 bis 1999) :

$$WCIE = 1,646 * WL - 56,01 .$$

Bei dieser Korrelation ist eine Besonderheit zu beachten: Die WCIE-Werte wurden am „CM 3700 d“ (Minolta-Gerät) mit folgender, bei uns heute nicht ganz üblichen, Geräteeinstellung gemessen:

LAV, SCI und UV-Filter 100 %.

SCE wäre besser gewesen (war zum Zeitpunkt der Erstellung der Korrelation leider nicht so klar), weil diese Art im Moment eher durch SCI verdrängt ist.

Für den Vergleich der Weißgradwerte optisch aufgehellter Proben mit verschiedenen Geräten wären auch 68,4 % besser gewesen (Besserer Abgleich mit TITV-Greiz und der BAM). Das war ebenfalls bei der Zusammenstellung der Korrelation nicht klar. Die Einstellung des UV-Filters ist für die o.g. Korrelation dennoch nicht so gravierend, weil im Wesentlichen nicht optisch aufgehellte Proben verwendet worden sind.

Trotzdem gilt für die eben genannte Korrelation: Sie gibt im Prinzip einen Anhaltspunkt für die Größenordnung der WL – Werte im Vergleich zu den WCIE – Werten.

Zur Vollständigkeit muss auch angegeben werden, dass es in der DDR zwei verschiedene Definitionen des Weißgrades gegeben hat, einmal für nicht optisch aufgehellte und einmal für optisch aufgehellte Proben (siehe auch oben):

Wn = Normalweißgrad = W(Stephansen) = 2•B (460 nm) – R (615 nm) = WL (s.o.)

mit den Halbwertsbreiten 42nm (für Blau) und 28nm (für Rot)

nach TGL 16 – 650 270 , Blatt 1 von 1972 (Das ist der o.g. Weißgrad).

Wa = Aufhellweißgrad = 100 + Ba (ca. 440nm, Hg-Lampe) – R (615nm, Glühlampe)

nach TGL 16 – 650 270 , Blatt 2 von 1972 (Spezielle Definition, um den Fehler für Ba wegen des relativen Intensitätseffektes beim Leukometer nicht so groß werden zu lassen. Er fiel bei verschiedenen Leukometern sehr unterschiedlich aus und ließ sich nicht so einfach vereinheitlichen [28, 29]).

Es wurde aber auch das **Spekol 11** zur Messung des Weißgrades benutzt (Allerdings weniger als das Leukometer).

Aufbau Spekol 11 zur Weißgradmessung :

Halogenlampe, Gittermonochromator (für B meistens 460 nm, für R meistens 620 nm), Kugel, SEV, V = 1, Bariumsulfat als 100 % - Standard.

Es gibt viele Zusammenstellungen der verschiedenen Formeln. Eigene Zusammenstellung siehe [28, 29] und der nachfolgende Pkt. 3.2.

3.2. Vergleich WCIE mit WBerger und anderen Formeln

Beispiele für den Vergleich von WCIE (nach verschiedenen Formeln berechnet, einmal aus den Normfarbwerten und zum anderen aus den CIELab - Werten) und WBerger mit Textilproben verschiedenen Weißgrades (geschah im Zusammenhang mit der TEGEWA-Kritik) :

$$\text{WCIE}(X,Y,Z) = Y - 800 \cdot x - 1700 \cdot y + 813,74 \quad \text{und}$$

$$\text{WCIE}(L,b) = 2,41 \cdot L - 8,295 \cdot b + 0,04 \cdot L \cdot b - 141,4 .$$

$$\text{WBerger} = Y + 3,448 \cdot Z - 3,904 \cdot X .$$

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Textilprobe \ Formel	WCIE(X,Y,Z)	WCIE(L,b)	WBerger
TITV_01 (85,85 90,82 93,48) L = 96,34 b = 2,69	78,8	78,8	78,0
TITV_02 (86,19 90,55 98,68) L = 96,22 b = - 0,98	95,0	94,8	94,3
TITV_03 (88,20 92,14 106,50) L = 96,88 b = - 4,86	113,8	113,6	115,0
TITV_04 (89,49 93,07 113,51) L = 97,26 b = - 8,49	130,6	130,3	135,1

Folgendes ist zu erkennen:

- Bei mittleren Weißgraden nichtfluoreszierender Proben stimmen die drei ausgewählten Werte gut überein (Erste Zeile). Die Berechnung von WCIE mit X,Y und Z ergibt den gleichen Wert wie die Berechnung mit L und b (Beide Male 78,8). WBerger hat fast den gleichen Wert. Er ist nur 0,8 Weißgradwerte niedriger!
- Mit der Zunahme des Weißgrades gibt es eine Differenz zwischen WCIE(X,Y,Z) und WCIE(L,b), die von 0 auf 0,3 ansteigt.
- WBerger nimmt bei höheren Weißgraden stärker zu und ist bei der letzten Probe (sehr hoher Weißgrad) um 5 Weißgradeinheiten höher !

Schlussfolgerungen :

- Die Berechnung des Weißgrades ist nach WCIE(X,Y,Z) und W(L,b) möglich, ohne dass Differenzen größer als 0,3 entstehen!
- Die Berechnung des Weißgrades nach Berger ergibt eine ähnliche Größenordnung für die Weißgradwerte wie die nach WCIE. Die Differenz von WCIE und WBerger steigt von 0 auf knapp 5 Weißgradwerte an, wenn WCIE von ca. 80 auf 130 erhöht wird (4% Unterschied).
- Man erkennt durch die Übereinstimmung von WCIE und WBerger, dass WBerger mit $3,452 \cdot Z - 3,908 \cdot X$ die Helligkeit und die Sättigung für Blau (Blauanteil) ähnlich berücksichtigt wie WCIE!
- Geht man zu den einfachen Filterwerten R,G und B über, dann folgt aus WBerger mit $G + 3(B - R)$ für den Übergang $G \rightarrow B$ gerade die Taubesche Formel $WT = 4B - 3R$, die die Weißgradtendenzen ebenfalls richtig wiedergibt wie die Bergerformel.
- Die oben schon angeführte Stephansenformel WL schneidet für die Korrelation der Weißgrad-Tendenzen demgegenüber schlechter ab, trotzdem aber noch besser als die Brightness - Formel „B“(In der Taube-Formel ist die Sättigung entsprechend dem oben gemachten näherungsweise Übergang von G zu B eben besser berücksichtigt als bei der Stephansen-Formel. In der Brightness – Formel „B“ ist der richtige Blauanteil wiederum noch schlechter als bei Stephansen angegeben).
- Anfang der sechziger Jahre waren aber auch auf dem Gebiet der DDR noch Diskrepanzen bei der Weißgradmessung wegen der Anwendung der Stephansen-Formel ($2B - R$) in der Chemiefaser- und Textilindustrie auf der einen Seite und der Brightness-Formel (B) in der Zellstoff-Industrie. Der damalige Gruppenleiter der Laboratorien (Herr Friedemann) rief immer wieder dazu auf, dass wir hier eine Lösung herbeiführen sollen. Wir haben es versucht und die Stephansenformel vor die Brightness-Formel gestellt, aber eine sauberere Antwort könnten wir erst heute geben. Heute

können wir mit dem Vergleich von WCIE und Stephansen mit den Möglichkeiten der Herausstellung der Anteile von Helligkeit, Buntheit und Bunnton eine saubere Analyse durchführen. Wie oben schon angedeutet, ist die Taube-Formel dann die noch bessere Lösung als Stephansen.

- Weiter auf Geschichtskurs : Die vom ehemaligen ITC dann später formulierte Beziehung $W = 100 + B - R$ (Aufhell-Weißgrad) hatte nur die Bedeutung, dass sich bei $B-R$ die Fehler durch ungenaue UV-Anpassung nicht so stark auswirken wie bei $WL = 2B - R!$ (s.o.). Bei der Auswahl dieser Formel spielten also messtechnische Aspekte eine größere Rolle als farb- bzw. weißmetrische Gesichtspunkte!

3.3. Wahrnehmungsgrenze für den visuellen und gemessenen Weißgrad

Ein geschulter Colorist kann bei der Abmusterung idealer und nicht metamerer Proben 0,1 bis 0,2 CIELab-Einheiten unterscheiden (Huff,K., Firmenschrift Bayer Leverkusen Geschäftsbereich Kunststoffe, Mai 1993).

Von C.Hacker liegen dazu gegensätzliche Ergebnisse vor, die eine so niedrige Grenze negieren.

Bei Farbdifferenzmessungen (Probe im Vergleich zum Standard) an verschiedenen Geräten ist mit Ungenauigkeiten von 0,1 bis 0,2 CIELab-Einheiten zu rechnen.

Daraus kann die visuelle (mit Einschränkung) und instrumentelle Wahrnehmungsgrenze für den Weißgrad abgeschätzt werden.

Einem $\Delta E = 0,2$ entspricht dann ein $\Delta b = 0,2 / (3)^{0,5} = 0,12$.

Mit der im Pkt.1 genannten Formel für WCIE(L,b) kann daraus für verschiedene Höhen des Weißgrades die Wahrnehmungsgrenze ermittelt werden.

Textilprobe \ Formel	WCIE(L,b)	WCIE(L+0,12, b-0,12)	Δ WCIE
TITV_01 (85,85 90,82 93,48) L = 96,34 b = 2,69	78,8	79,6	0,8
TITV_02 (86,19 90,55 98,68) L = 96,22 b = - 0,98	94,8	95,6	0,8
TITV_03 (88,20 92,14 106,50) L = 96,88 b = - 4,86	113,6	114,3	0,7
TITV_04 (89,49 93,07 113,51) L = 97,26 b = - 8,49	130,3	131,1	0,8

Damit liegt die visuelle und instrumentelle Wahrnehmungsgrenze für den Weißgrad unter idealen Bedingungen (s.o.) in der Größenordnung von

Δ WCIE = 1 .

Dies gilt entsprechend der eben gemachten Ableitung nur für geübte Coloristen!

Für weniger geübte Prüfer gelten folgende Relationen:

Δ WGanz = 5 , T = FAZ = 0,6 und Δ L = 0,2 .

3.4. Kalibrierung

Ganz wichtig ist die Angleichung der Messergebnisse an die Werte der ehemaligen PTB (DDR) bzw. jetzt an die der BAM (Berlin). Trotzdem sind die Unterschiede beachtlich.

3.4.1. PTB

Bei der PTB wurden nur die Milchglas-Standards (oder Normale) für die Leukometer kalibriert. Die UV-Komponente wurde nicht berücksichtigt, wie sie für optisch aufgehellte Proben wichtig gewesen wäre.

3.4.2. BAM

Bei der BAM wird jetzt auch der Anschluss im UV übernommen, sodass dieser in der DDR gemachte Fehler kompensiert ist.

Man kann dann seine Werte in Korrelation zu den BAM-Werten setzen. Eigene Ausführungen dazu wurden von uns in der Literatur gemacht (s.u., Eigene Arbeiten).

3.4.3. Neuere Literatur

Zur Zeit wird ein globales Farb-Management diskutiert, das die manuelle Korrelation vor Ort mehr oder weniger ersetzen soll [Rachel, P. : MTB, (2007) 5 , S. 338 bis 339].

3.4.4. Schlussbemerkung zur Kalibrierung

Trotz Kalibrierung treten bei den einzelnen Geräten durch Anwendung der Kugel und in Folge der Eigenschaften der Proben (Durchlässigkeit, Fluoreszenz) Fehler auf, die auch durch die beste Kalibrierung nicht zu vermindern sind, vgl. Pkt. 3.5., Eigene methodische Arbeiten mit Angabe der verschiedenen Effekte, die nur durch die Kugel, die Probe oder durch die Lampenintensität bedingt sind (Vgl. 3.5), ergeben Fehler auch mit der besten Kalibrierung :

- Messblenden-Effekt bei fluoreszierenden Proben (Proben- und Kugel-bedingt)
- Azimut-Effekt (Probenbedingt)
- Kugelfinnenwand-Effekt (Proben- und Kugelbedingt)
- Glanzfallen-Effekt (Probenbedingt)
- Absoluter Intensitäts-Effekt (Proben- und Lampenbedingt)

3.5. Eigene Methoden und Geräte

Eigene Literatur : [2, 3, 4, 6, 28, 29, 33, 36, 37, 72, 76, 86, 89, 95, 102, 103, 104, 105, 106, 107],
zusätzlich AiF-Projekte „Signalfäden“ 11087 B, 1997 – 1999 und
AiF-Projekt 420 D (1993).

Eigene methodische Arbeiten

Bei den eigenen methodischen Arbeiten ist darauf zu verweisen, dass insbesondere der Einfluss der Messblende herausgearbeitet werden konnte, der sowohl bei blau wie bei bunt fluoreszierenden Proben existiert, wenn mit der Kugel gemessen wird (Bei blau fluoreszierenden Proben wirkt sich die Durchlässigkeit der Probe besonders negativ aus und ergibt je nach Dicke der Probe und Größe der Messfeldblende unterschiedliche Reflexionswerte [Azimutaler Lichtverlust]. Mit der Messblende nimmt die Reflexion zu! Bei grün- und rot-fluoreszierenden Proben überwiegt der feedback-Effekt {fluoreszenzbedingter Kugelfehler}, der mit der Messblende eine Abnahme der Reflexion ergibt! (AiF-Projekt Signalfäden 11087B, 1997-1999).

Ansonsten wurden alle Messeffekte für nichtfluoreszierende und fluoreszierende Proben, die im Zusammenhang bei der Messung mit der Kugel eine Rolle spielen, mathematisch zusammengestellt, als da sind (vgl. 3.4.4) :

- Azimut-Effekt (Teil des von uns beschriebenen Messblenden-Effektes)
- Feedback-Effekt (Teil des von uns beschriebenen Messblenden-Effektes)
- Glanzfallen-Effekt
- Relativer Intensitäts-Effekt (Mit diesem Effekt wurde der UV-Vorfilter entwickelt, s. 3.5.1)

und 3.5.2) (Berger, Koch)

- Kugelfinnenwand-Effekt (Billmeyer)
 - Triplet-Effekt (Ganz-Griesser), bisher absoluter Intensitäts-Effekt (Anregung von Molekül-Komplexen, Übergang vom Singulett- in höher angeregte Zustände, z.B. Triplet-Zustand)
- Dies geschieht alles auch mit der besten Kalibrierung!

Hier zwei Vorschläge zur Verminderung der Auswirkung von drei Messeffekten :

- Anwendung der Geometrie 45/0 oder 0/45 (Das würde keinen Messblendeneffekt und keinen Glanzfalleneffekt bedeuten).

Beispiele : MOMColor oder Pupho mit Glanzwippe (45/0).

- Kreuz- statt Parallel-Wicklung bei Fäden (Das würde keinen Azimut-Effekt bedeuten).

Eigene Geräteentwicklungen :

3.5.1.

Im Prinzip geht dies bei den Weißgradmessgeräten darauf hinaus, dass ein Vorfilter eingebaut wurde, der das Verhältnis UV / VIS einzustellen gestattet, um an allen Geräten vergleichbare Weißgradwerte speziell für optisch aufgehellte Proben zu erzielen! Die Grundlagen dazu sind bereits 1963 in [6] und umfassender 1970 in [28, 29] dargestellt worden.

3.5.2.

Bei Carl Zeiss Jena wurde daraufhin der „Zusatz für UV – Anpassung zum Leukometer“ entwickelt, zu einer Zeit, wo alle anderen Geräte auf der Welt noch keine Ausrüstung in dieser Hinsicht hatten.

3.5.3.

Im Rahmen der Vorbereitung eines EU-Projektes wurde viel später in Regensdorf (Schweiz) am 24.November 1995 ein universelles Gerät von uns vorgestellt, das aber dann nicht gebaut wurde.

Kurzfassung :

Abschließend wird nochmals zusammenfassend darauf hingewiesen, dass die Weißgradmessung nicht nur auf der Helligkeitsmessung (Y) beruht, sondern auf der Abnahme der Sättigung (Buntheit) auf der Gelb-Blau-Achse in Richtung Mittelpunkt und Zunahme der Sättigung nach Überschreiten des Mittelpunktes, wobei diese Gelb-Blau-Achse je nach Art des Beobachters (rot- oder grün-präferent) nach Rot oder Grün verschoben ist.

Wichtigste Geräte : Früher (DDR) „Leukometer“ (Zeiss).

Heute (BRD) Spektralphotometer, u.a. „CM 3700d“ (Minolta) .

Wichtigste Formeln : Früher (DDR) „Stephansen“, $WL = 2B - R$ (Normal-Weißgrad)

und $Wa = 100 + B(Hg) - R$ (Glühlampe (Aufhellweißgrad)).

Heute (BRD) „WCIE“, vgl. Pkt. 3.1.

Kurz vor 1989 gelang es noch im ITC eine Formel zu entwickeln, die ähnliche Werte wie die Stephansenformel ergab, aber die bessere Korrelation zum visuellen Eindruck zeigte:

$$WS = 170 \cdot (2B - R / B + R) \quad (\text{Geschichte !}).$$

Europäischer Ausblick :

RGW :

Zum Abschluss eine weitere, anfangs schon angekündigte Geschichte zur Rot-Präferenz der osteuropäischen Beobachter:

Diese Rot-Präferenz kommt in der von 1970 bis 1975 in Dvur Kralové gemeinsam mit der DDR, Polen und Rumänien ausgearbeiteten Weißgrad-Formel zum Ausdruck, die zwar an Ganz angelehnt ist, aber die Rotkomponente enthält [72]:

$$WRGW = Y + 2761 x - 5154 y + 840 \quad (B = 0,93).$$

Die Rotpräferenz kommt allein schon durch das „ + „ beim Normfarbwert x (Rotanteil) zum Ausdruck. Man beachte dagegen die WCIE-Formel (Pkt. 3.1), die für beide Normfarbwertanteile (x und y) das „Minuszeichen“ enthält!

Das **Paradoxe** innerhalb des RGW bestand damals noch zusätzlich darin, dass zum gleichen Zeitpunkt, als die eben genannte RGW-Formel 1975 in Budapest angenommen wurde, in Ho-Chi-Minh'-Stadt Hanoi die WCIE-Formel (in der o.g. Form im Pkt. 3.1) für das RGW-Gebiet beschlossen worden ist, vgl. die Ausführungen im AiF-Bericht „420 D, Methodische Untersuchungen zur Weißgradmessung“ vom 10.06.1993, Seite 10, d.h. eine ganz andere Formel :

RGW : NTM RGW 16 – 86 „Methoden zur Bewertung des Weiß“, allerdings ohne Berücksichtigung der optisch aufgehellten Proben.
Gültigkeit für Papier, Textilien und weiße Pigmente.

ISO – Standard 105 – J 02 .

Diese Diskrepanz hat wirklich nur noch historisches Interesse.

EU :

Nach der Wende hatten wir in den neunziger Jahren versucht, europäische Geschichte auf dem Gebiet der Weißgradmessung zu schreiben. Das gelang nicht, weil unseren Anträgen in Brüssel für beide Fälle jeweils ein Negativpunkt anhaftete:

- Beim ersten Versuch „**FLUO-MESS**“ wurde uns die fehlende europäische Dimension angekreidet. Der Haupteinreicher (DDR) hatte folgende Länder angegeben: D, Österreich, Schweiz, Südtirol, Luxemburg u.ä. . Länder wie Griechenland und Portugal fehlten völlig!
- Beim zweiten Versuch „**EURO-FLUO**“ hatten wir natürlich GB und Frankreich dabei und wohl auch ein bedürftiges Land. Nachdem wir uns kurz vor der Abgabe in Regensburg (Schweiz) getroffen hatten, sagten die Franzosen 14 Tage später ab und der ganze Traum war geplatzt. 1998 gab es das endgültige „Aus“ aus Brüssel.
- Hoffnungsvoll stimmte eine Veröffentlichung in Melliand Textil-Berichte, wonach mittels virtueller Standards ein „Internationales Farb-Management“ möglich sein soll? (Siehe oben : Pkt. 3.4.3).

...

6. Fluoreszenz F

6.1. Definition

Fluoreszenz ist eine Erscheinung, die auf der Absorption des Lichtes beruht, das nach der Absorption mit meist geringerer Frequenz wieder ausgestrahlt wird. Dieser Vorgang entspricht den Energie-Niveaus in den Atomen oder Molekülen (Siehe Pkt. 6.2).

In dem Chemiefaserstoff – Forschung und – Industrie hat die Fluoreszenz in verschiedenen Gebieten eine gewisse Bedeutung:

- Optische Aufheller** basieren auf der Zugabe von fluoreszierenden Stoffen, deren Fluoreszenz-Wellenlänge im Blauen liegt. Dadurch wird die Sättigung im blauen Teil des Spektrums und dadurch der Weißgrad erhöht! (Siehe Pkt. 3).
- Bunt fluoreszierende Stoffe** werden vielfach für Arbeitsschutzanzüge verwendet.
- Antielektrostatisch ausgerüstete Granulate und Fäden** fluoreszieren, weshalb die Messung der Fluoreszenz zum Nachweis ausgenutzt wird.
- Thermooxidativ geschädigte Granulate** fluoreszieren mehr als ungeschädigte Granulate. Das hängt vielfach damit zusammen, dass durch Vernetzungsvorgänge die Löschung der Fluoreszenz erschwert wird, weshalb sich der Fluoreszenzwert F (s.u.) erhöht.

Für bunt fluoreszierende Proben muss zur Erfassung des Effektes das gesamte Spektrum herangezogen werden, während für thermooxidativ geschädigtes Material bereits einfache Kennwerte genügen.

Die beiden verschiedenen Fluoreszenz – Kennwerte sind nur im Zusammenhang mit dem Messgerät verständlich, weshalb sie im Pkt. 6.2 dargestellt werden.

6.2.Messung

Die Fluoreszenz kommt durch die Anregung des Polymeren mit kürzer welligen Strahlen zustande. Nach Absorption der kürzer welligen Strahlung wird infolge Wechselwirkung der Strahlungsenergie mit dem Molekül nur ein ganz bestimmter, kleinerer Teil der Energie als Strahlung wieder ausgesandt. Deshalb ist diese „Fluoreszenzstrahlung“ genannte Strahlung langwelliger, d.h. wenn z.B. UV-Strahlen zur Absorption verwendet werden, werden meistens violette oder blaue Strahlen vom Molekül emittiert.

Zur Erfassung der Fluoreszenz bei **bunt fluoreszierenden Proben** muss deshalb das gesamte Spektrum zur Anregung und zur Messung zur Verfügung stehen, auch das UV (Vgl. Pkt. 3, insbesondere Pkt. 3.4 und 3.5).

Zur Messung der Fluoreszenz bei **thermooxidativ geschädigtem Material** müssen UV-Strahlen vorhanden sein und ein Empfänger, der mindestens im blauen Teil des Spektrums empfindlich ist (Allgemein ist natürlich ein Spektrometer am günstigsten, siehe die Problematik bei allgemein bunt fluoreszierenden Stoffen).

Die beiden Kennwerte „F1“ und „F2“ sind nur im Zusammenhang mit dem Messgerät verständlich.

Die Messung dieser Werte wird zuerst behandelt, danach die Messung der Werte für die bunt fluoreszierenden Proben.

F1

Messung mit dem **Spekol 11** :

Lichtquelle Quecksilberlampe Hg E/3

Gitter-Monochromator vom Spekol 11 (366 nm zur Anregung des fluoreszierenden Moleküls)

Vorfilter : Ohne UG2

Remissions-Ansatz 45 / 0 (mit Probe, für Schnitzel sind Mess-Schalen, wie im Pkt. 5.2 beschrieben, erforderlich)

Schottfilter VG8 , 2 mm dick, (2 Stück)

Empfänger SEV

V = 3

Eichpapier , zumeist 6500 SKT.

Glasnormal : GG 17, 36 mm Durchmesser, Dicke = 2 mm.

Alu – Hohlschale glänzend : 6750 SKT, 27,8 mm 4350 und 3900 SKT.

Samt : 3360 SKT.

F2

Messung mit dem **Spekol 11** :

Lichtquelle Quecksilberlampe Hg E/3

Gitter-Monochromator vom Spekol 11 (366 nm zur Anregung des fluoreszierenden Moleküls)

Vorfilter : UG2 (Lässt nur UV-Licht hindurch)

Fluoreszenz-Ansatz (mit Probe, für Schnitzel sind Mess-Schalen, wie im Pkt. 5.2 beschrieben, erforderlich)

Schottfilter GG13 , 2 mm dick, (2 Stück)

Empfänger SEV

V = 3

Eichstandard WG9 , 9000 SKT.

Reflexionsmessungen bunt fluoreszierender Proben

Siehe Veröffentlichungen [86, 89, 95, 102, 103, 104, 105, 106, 107]. Die Problematik durch **Messfehler auch bei der besten Kalibrierung** werden im Pkt. 3.4 und 3.5 behandelt.

...

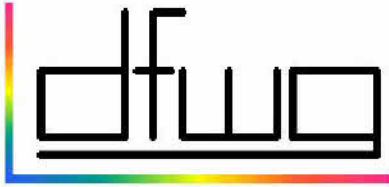
11. Literatur

(Farbstreifigkeitsliteratur separat bei Pkt. 4)

Veröffentlichungen

- [2] Kaufmann, S. :
Farbänderung belichteter Zellwolle, Teil I.
Mitt. Inst. Textiltechnol. Chemiefasern Rudolstadt , 5 (1961) 3 ,
134 – 143 .
- [3] Kaufmann, S. :
Farbänderung belichteter Zellwolle, Teil II.
Mitt. Inst. Textiltechnol. Chemiefasern Rudolstadt , 5 (1961) 3 ,
144 – 147 .
- [4] Kaufmann, S. :
Farbänderung belichteter Cellulose.
Optik , 19 (1962) 1 , 56 – 66 .
- [6] Kaufmann, S. :
Fluoreszenzmessungen am Jena – Leukometer.
Mitt. Inst. Textiltechnol. Chemiefasern Rudolstadt , 7 (1963) 2 ,
71 – 79 .
- [28] Kaufmann, S. :
**Messung des Weißgrades optisch aufgehellter Faserstoffe und
Textilien mit dem Leukometer.**
1.Allgemeine Probleme der Weißgradmessung.
Dt. Textiltechn. , 20 (1970) 1 , 46 – 49 .
- [29] Kaufmann, S. :
**Messung des Weißgrades optisch aufgehellter Faserstoffe und
Textilien mit dem Leukometer.**
Pkte. 1 bis 7 (Weißgradmessung mit dem Leukometer).
Dt. Textiltechn. , 20 (1970) 2 , 107 – 114 .
- [33] Kaufmann, S. :
**Weißgradänderung von Viskosefasern durch spektrale
Bestrahlung.**
Teil 1 : Experimente.
Faserforsch. u. Textiltechn. , 22 (1971) 1 , 16 – 20 .
- [36] Kaufmann, S. :
**Weißgradänderung von Viskosefasern durch spektrale
Bestrahlung.**
Teil 2 : Anwendungen.
Faserforsch. u. Textiltechn. , 22 (1971) 5 , 278 – 280 .
- [37] Kaufmann, S. :
**Weißgradänderung von Viskosefasern durch spektrale
Bestrahlung.**
Teil 3 : Kinetik der Weißgradänderung.
Faserforsch. u. Textiltechn. , 22 (1971) 6 , 316 – 319 .
- [72] Kaufmann, S.; und Hilscher, K. :
Bewertung optisch aufgehellter Textilien mit dem Leukometer.
Taschenbuch für die Textilindustrie 1994, 143 – 149 .
Berlin : Schiele u. Schön 1994.
- [76] Kaufmann, S.; und Hilscher, K. :
Definierte Weißgradmessung optisch aufgehellter Textilien.
Melliand – Text. – Ber. , 76 (1995) 9 , 672 – 676 .

- [86] Kaufmann, S.; und Feustel, M. :
Fluoreszierende, synthetische Filamentgarne für die Textilindustrie.
Melliand, Band- und Flechtindustrie, 37 (2000) 1, 16 – 22. (Zweisprachig).
- [89] Kaufmann, S.; und König, H. :
Farbdifferenzen bunt fluoreszierender Oberflächen bei der Kugelgeometrie.
Melliand – Text. – Ber., 83 (2002) 9, 656 – 659.
- [95] Kaufmann, S. :
Instrumentelle optische Bewertung bunt fluoreszierender Filamentgarne.
Melliand – Text. – Ber. , 85 (2004) 5 , 340 – 343.
- [102] Kaufmann, S. :
Reflexionsspektrometrie fluoreszierender polymerer Proben in Abhängigkeit von der Messfeld-Blende mit der Messgeometrie d/8.
DfwG – Report (2005) 3 , 6 – 16.
- [103] Kaufmann, S. :
Die CIELab-Formel und ihre theoretischen Grenzen.
DfwG – Report (2005) 3, 17 – 18.
- [104] Kaufmann, S.; und Nicolai, M. :
Korrelation der Farbwerte bunt fluoreszierender Proben.
Melliand – Text. – Ber. , 87 (2006) 6 , 458 – 462.
- [105] Kaufmann, S. :
Abgleich der Farbmessgeräte für blau fluoreszierende Proben mittels Korrelationen.
DfwG Report , (2006) 1 , 32 – 37 .
- [106] Kaufmann, S. :
Optische Einschätzung fluoreszierender polymerer Proben in Abhängigkeit von der Messfeld – Blende mit der Messgeometrie d/8°.
Farbe interdisziplinär Jahrbuch (2006) , 17 – 21 .
- [107] Hacker, Ch. ; und Kaufmann , S. :
Vergleich der instrumentellen Weißgradmessung, insbesondere von optisch aufgehellten Proben (Ringversuch der AG Fluoreszenz)
DfwG Report , (2007) 1 , 9 – 22 .



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

Vorschau DfwG Report 03 2012

Im nächsten DfwG Report erwarten Sie voraussichtlich folgende Beiträge:

Fotos und Vorträge von der DfwG-Jahrestagung 2012