dfwg

Report

3
2014

ISSN 1860-2835

Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.

Herausgegeben vom Vorstand der DfwG

Verantwortlich: Prof. Dr. Bernhard Hill



Für Beobachter mit Rot-Grün-Schwäche sehen beide Fahrzeuge gleichfarbig aus.

Mit Information von der DfwG-Tagung in Wuppertal am 23. – 25.09.2014



Überblick

- Kurzinformation zu meiner Person
- Kurzinformation zur PTB
- Was ist Reflektometrie?
- Reflektometrie in der PTB
- Effektpigmente, Goniochromasie
- EMRP, xD-Reflect

Andreas Höpe… (In Kürze)



- Geboren: 1964 in Hannover
- Verheiratet, 2 Kinder
- 1983 – 1990 Physikstudium an der Universität Hannover, Diplomarbeit am Institut für Quantenoptik,
  Thema: "Untersuchungen zum Polarisationsverhalten kontinuierlicher Raman-Laser auf Übergängen im Neon-Atom"
- 1994 Promotion ebenda,
  Thema: "Die magnetooptische Falle bei starken Feldgradienten und bei linearer Laserpolarisation"
- seit 1994, Mitarbeiter der PTB
- AG-Leiter, AG 4.24 "Reflexion und Transmission"
- seit 2005 Mitarbeit in der DfwG
- weiterhin Mitarbeit im DIN, CIE, EURAMET, EMRP

Die PTB … (In Kürze)





- ist ein weltweit führendes Metrologieinstitut
- ist wichtigster nationaler Dienstleister im Messwesen
- ist Bundesbehörde im Geschäftsbereich des Ministeriums für Wirtschaft und Energie

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

- beschäftigt ca. 1950 Mitarbeiter
- hat einen Jahresetat von ca. 185 Mio. €
- arbeitet an den Standorten Braunschweig und Berlin
- wurde als PTR im Jahr 1887 gegründet

Die PTB … (Organigramm-Übersicht)

- Mechanik und Akustik
- Elektrizität
- Chemische Physik und Explosionsschutz
- Optik
- Fertigungsmesstechnik
- Ionisierende Strahlung
- Temperatur und Synchrotronstrahlung
- Medizinphysik und metrologische Informationstechnik

Berlin

- Wissenschaftlich-technische Querschnittsaufgaben
- Verwaltung und Betrieb

Dr. Andreas Höpe PTB ■ 40. DfwG Jahrestagung, Wuppertal Seite 5 von 41

Die PTB… (Braunschweig)



- Mechanik und Akustik
- Elektrizität
- Chemische Physik und Explosionsschutz
- Optik
- Fertigungsmesstechnik
- Ionisierende Strahlung
- Wissenschaftlich-technische Querschnittsaufgaben
- Verwaltung und Betrieb

(ca. 1500 Mitarbeiter in Braunschweig)

Dr. Andreas Höpe PTB ■ 40. DfwG Jahrestagung, Wuppertal Seite 6 von 41

Die PTB… (Abteilung 4 “Optik“)

Abteilung 4 Optik Dr. F. Riehle Tel.: 4010					
Fachbereich 4.1 Photometrie und angewandte Radiometrie Prof. Dr. S. Kück Tel.: 4100	AG 4.11 Spektroradiometrie Dr. S. Nevas Tel.: 4115	AG 4.12 Photometrie Dr. A. Sperling Tel.: 4120	AG 4.13 Laserradiometrie Prof. Dr. S. Kück Tel.: 4100	AG 4.14 Solarzellen Dr. S. Winter Tel.: 4140	AG 4.15 Goniophotometrie M. Lindemann Tel.: 4125
Fachbereich 4.2 Bild- und Wellenoptik Dr. E. Buhr Tel.: 4200	AG 4.21 Form- und Wellenfrontmetrologie Dr. M. Schulz Tel.: 4210	AG 4.22 Quantitative Mikroskopie Dr. E. Buhr Tel.: 4200	AG 4.23 Höchstauflösende Mikroskopie Dr. B. Bodermann Tel.: 4222	AG 4.24 Reflexion und Transmission Dr. A. Höpe Tel.: 4240	
Fachbereich 4.3 Quantenoptik und Längeneinheit Dr. H. Schnatz Tel.: 4300	AG 4.31 Längeneinheit Dr. U. Stern Tel.: 4310	AG 4.32 Optische Gitteruhren Dr. C. Lisdat Tel.: 4320	AG 4.33 Röntgenoptik Dr. U. Kuetgens Tel.: 4330	AG 4.34 Frequenzübertragung mit Glasfasern Dr. G. Grosche Tel.: 4340	AG 4.35 Frequenzkammmetrologie Dr. U. Stern Tel.: 4310
Fachbereich 4.4 Zeit und Frequenz Dr. E. Peik Tel.: 4400	SeSc 4.40 Fachgebiet Optische Frequenznormale Dr. C. Tamm Tel.: 4415	AG 4.41 Zeitnormale Dr. S. Weyers Tel.: 4416	AG 4.42 Zeitübertragung Dr. A. Bauch Tel.: 4420	AG 4.43 Optische Uhren mit gespeicherten Ionen Dr. E. Peik Tel.: 4400	

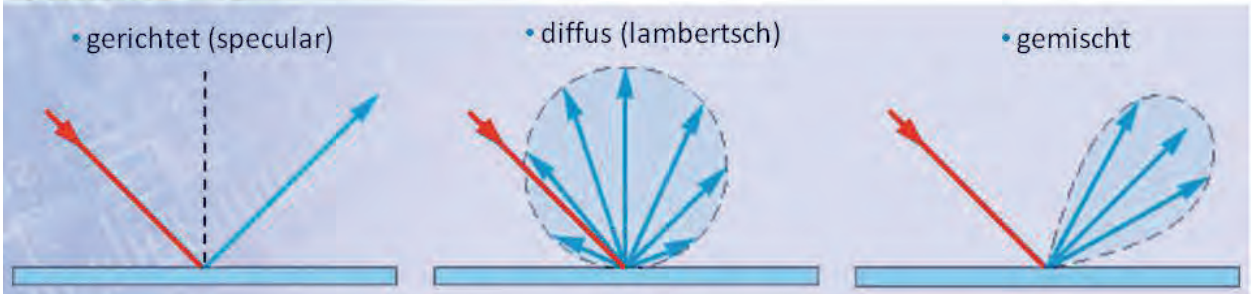
AG 4.24 “Reflexion und Transmission“

Aufgaben:

- Realisierung, Bewahrung und Weitergabe der Skalen der diffusen Reflexion, standardisierendes Laboratorium der ISO
- Messung und Kalibrierung von diffusen spektralen Reflexionskennzahlen in verschiedenen Geometrien, 250 nm – 2,5 µm
- Realisierung, Bewahrung und Weitergabe der Skalen der gerichteten Transmission und Reflexion, 200 nm – 20 µm
- Messung und Kalibrierung von spektralen Kennzahlen (spekular) für R & T in verschiedenen Geometrien
- Untersuchungen an mikrooptischen Komponenten
- Schutz vor optischer Strahlung (Normung)
- Bestimmung von Brechwerten

Reflexion: Reflektometrie

- In der Reflektometrie werden sowohl die spektrale als auch die räumliche Verteilung der von festen Materialien diffus reflektierten Strahlung gemessen und durch Angabe von Kennzahlen charakterisiert.



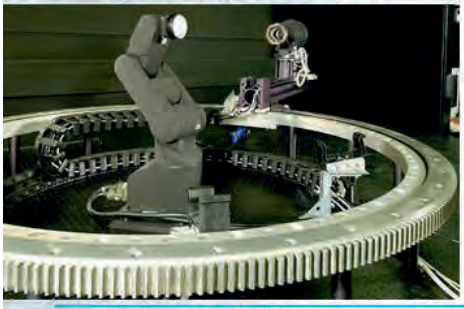
Reflexionsgrad (reflectance): $\rho(\lambda) = \frac{\Phi_r}{\Phi_i}$ Φ : Strahlungsleistung [W]

Reflexionsfaktor (reflectance factor): $R(\lambda) = \frac{I_r(\lambda)}{I_r^{PRD}(\lambda)}$ I : Strahlstärke [W/sr]

Strahldichtefaktor (radiance factor): $\beta(\lambda) = \frac{L_r(\lambda)}{L_r^{PRD}(\lambda)}$ L : Strahldichte [W/sr · m²]

Reflektometrie: hemisphärisch/gerichtet





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

- Messung des (absoluten) spektralen Strahldichtefaktors:

⇦ Kugelgeometrien (d:0° – d:10°)
λ = 250 nm – 2450 nm

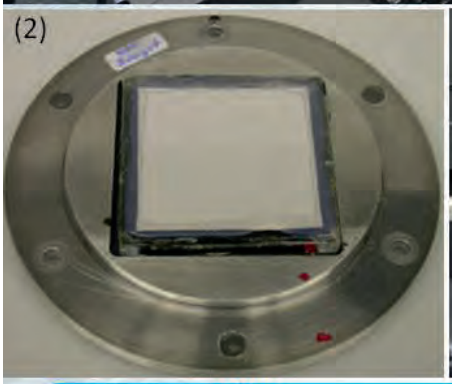
⇦ Bidirektionale Geometrien mit roboter-basiertem Gonioreflektometer (Realisierung beliebiger Einfalls- und Reflexionswinkel)
λ = 250 nm – 1850 nm

Roboter-Gonioreflektometer

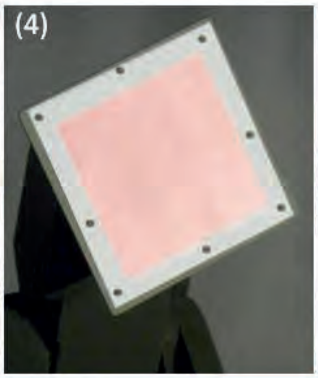


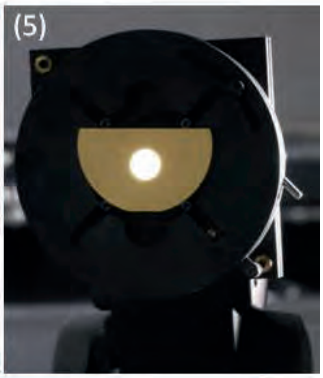
Ideal geeignet zur Messung von außergewöhnlich gestalteten Objekten, wie z.B.:

(1) Testkörper für Sicherheitssysteme für Hochregalstaplersysteme
(2) Kalibriernormal für „Multispectral Image Processing“
(3) Kalibriernormal für Erdbeobachtungssensoren auf Satelliten
(4) Papierbögen mit gedruckten Effektpigmenten
(5) Elektrodengehäuse für die LISA Pathfinder Satelliten-Mission

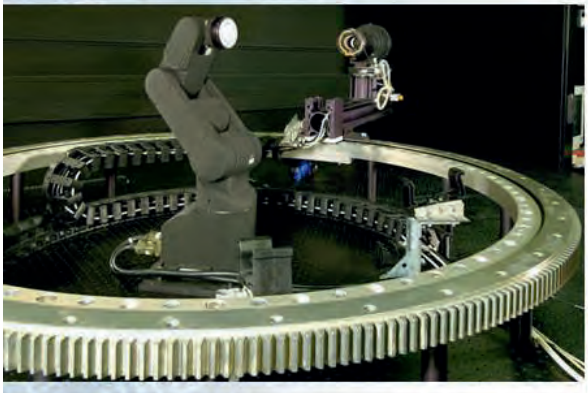






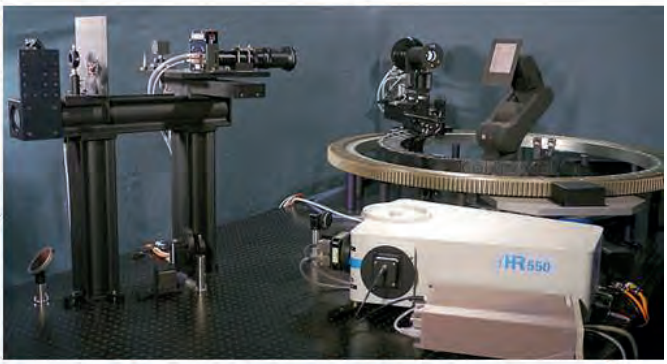


Roboterbasierte Gonioreflektometrie in der PTB



- Standard-Robotergonioreflektometer (seit 2004)

Kalibrierung von Reflexionsnormalen
für: - andere NMI´s (ohne eigene abs. Skala)
- Forschung (Universitäten, Institute)
- Industrie



- ARGon³: 3D Appearance Robot-based Gonioreflectometer
  - Bestimmung von Farbkoordinaten
  - Ortsaufgelöste Leuchtdichte- und Leuchtdichtefaktormessungen

Effektpigmente im Alltag



- Druck
- Automobil
  (PTB:
  Tag der offenen
  Tür 2009)

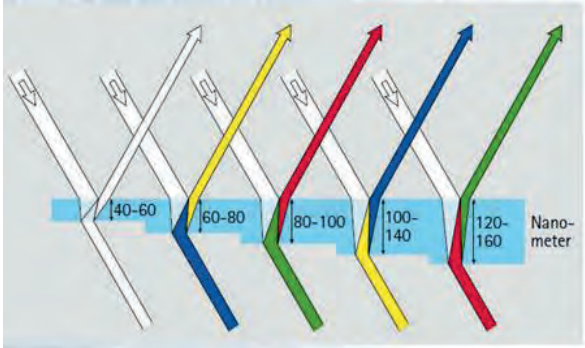


- Architektur

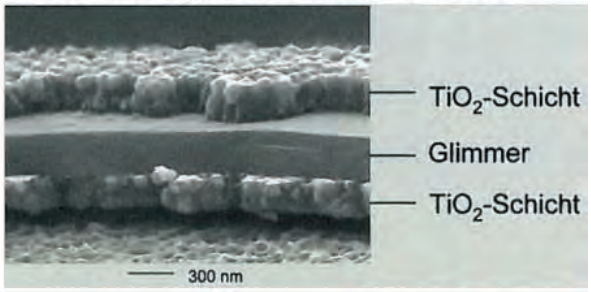


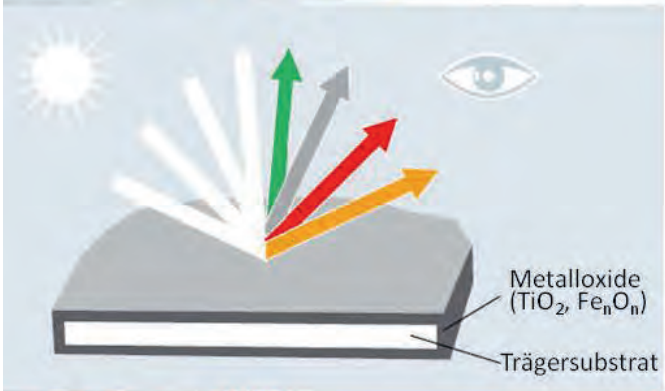
Verwaltungsgebäude, Braunschweig
Aluminium-Verbundplatten,
Alucobond spectra colours

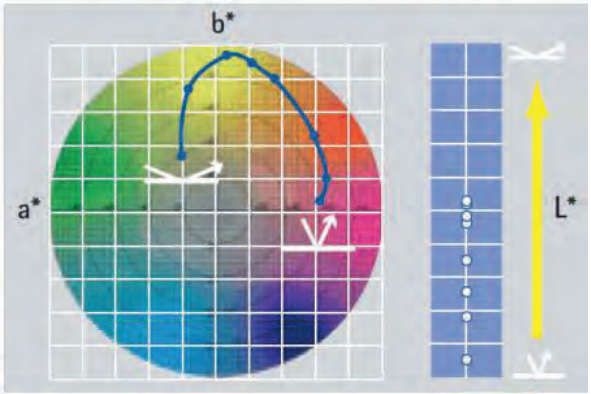
Effektpigmente, Interferenzpigmente



- Teilchendurchmesser im Bereich 5 µm - 200 µm,
  Dicke unter 1 µm, Aspektverhältnis bis zu 200



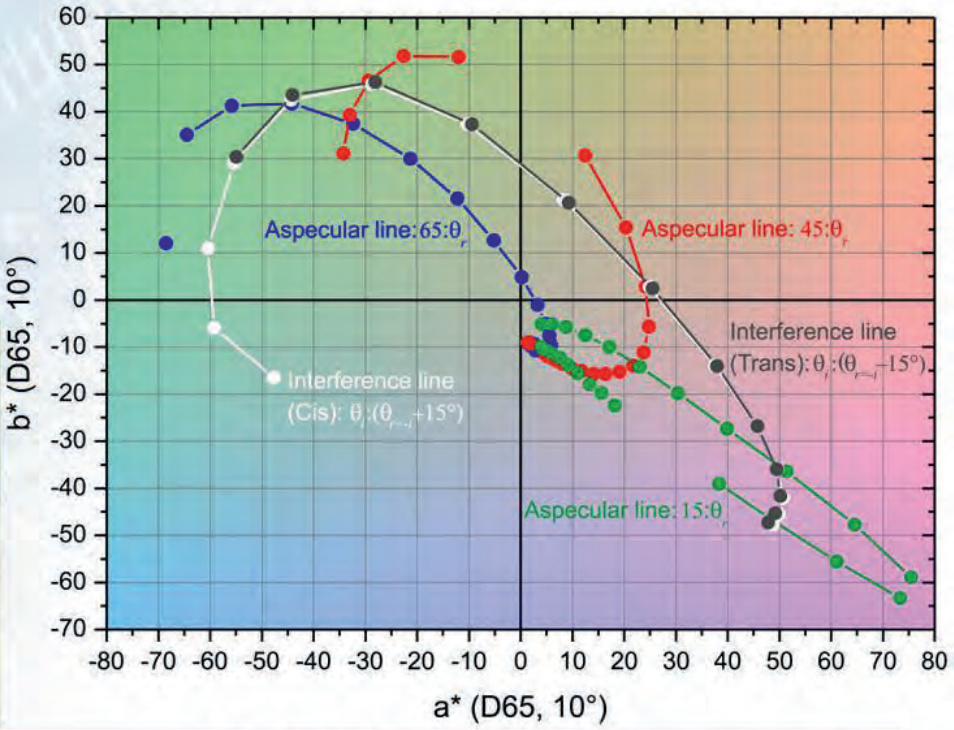




Goniochromasie

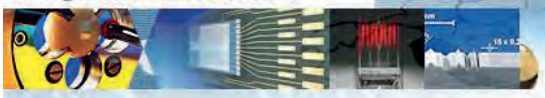
Colorstream®
Viola Fantasy
MERCK



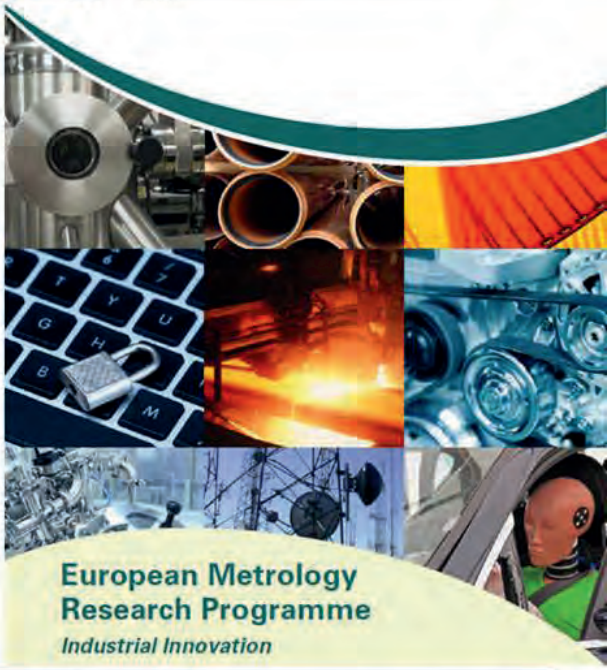


EMRP
European Metrology Research Programme
Programme of EURAMET

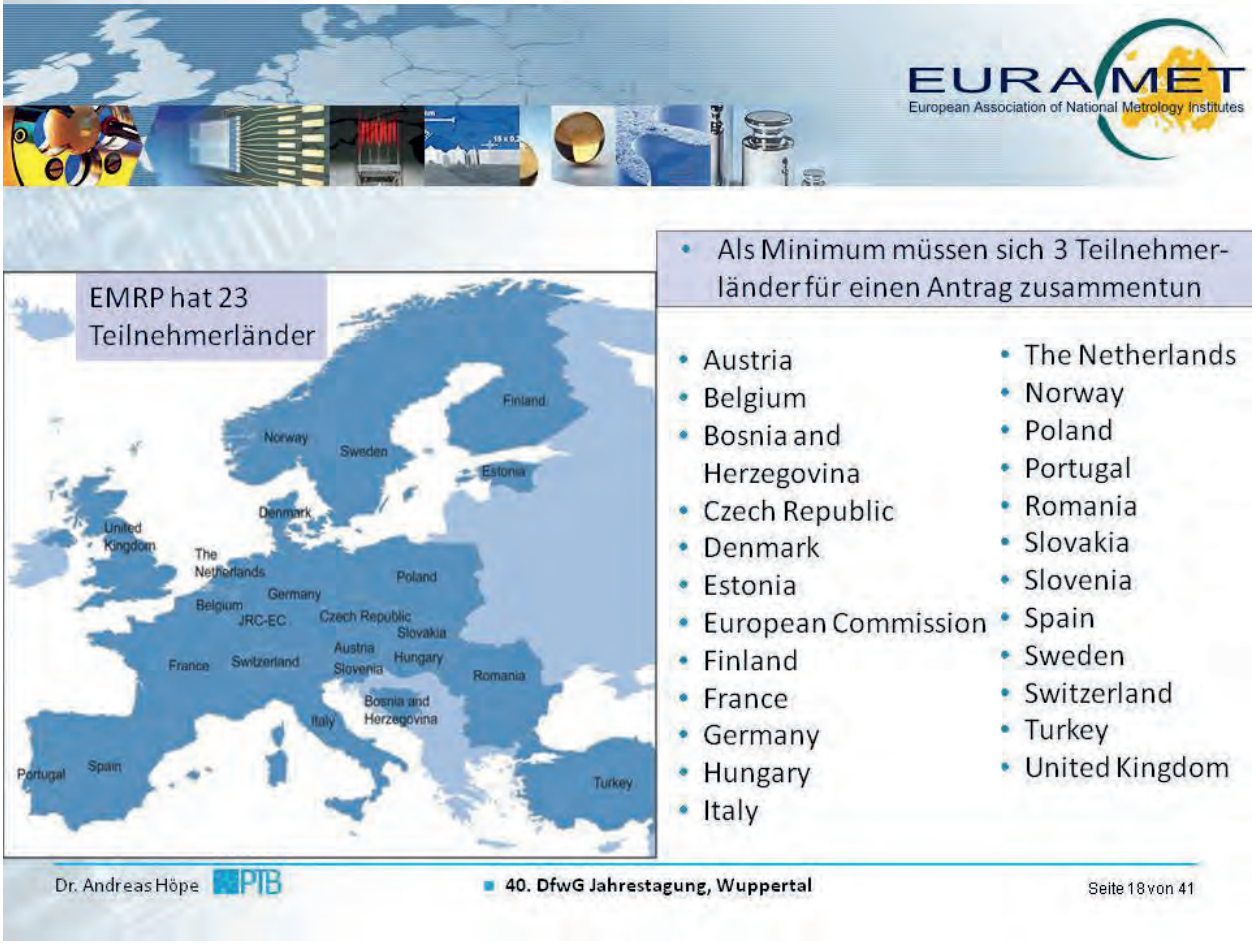
EURAMET
European Association of National Metrology Institutes



- The European Metrology Research Programme (EMRP) is jointly supported by the European Commission and the participating countries within the European Association of National Metrology Institutes (EURAMET).
- The EMRP enables European metrology institutes, industrial organizations and academia to collaborate on joint research projects within specified fields.
- The EMRP is supported by the European Union and has a value of 400 M€.




EURAMET
• EMPIR: European Metrology Programme for Innovation and Research
• EMPIR has a duration of 10 years with calls launched between 2014 and 2020.
• EMPIR extend the range of activities beyond research by including innovation related, standardisation and capacity building activities.
• EMPIR is EURAMET's contribution to achieving Europe's Horizon 2020's ambitious objectives and all other initiatives where they depend on metrology.
The way to EMPIR
Preparation 10/2012 - 06/2013
Member states' proposal for EMPIR
EC: Ex-ante impact assessment
EC: Public Consultation incl. Stakeholder Event
EURAMET: Event at European Parliament
EURAMET: Internal workshops on EMPIR modules
Co-decision 06/2013 - 05/2014
EC: Launch of proposal towards EP and Council
EURAMET: Stakeholder events
Process of coordination in EP and Council
EMPIR From 08/2014
After a positive decision:
EC: Preparing EMPIR contract
EURAMET: Launch 1st EMPIR Call
European Commission
Call 2014 - Support for Impact
Call 2014 - Industry
Call 2014 - Research Potential
Dr. Andreas Höpe PTB
40. DfwG Jahrestagung, Wuppertal
Seite 17 von 41


EURAMET
European Association of National Metrology Institutes
EMRP hat 23 Teilnehmerländer
Finland
Norway
Sweden
Estonia
Denmark
United Kingdom
The Netherlands
Poland
Germany
Belgium
JRC-EC
Czech Republic
Slovakia
Austria
Hungary
France
Switzerland
Slovenia
Romania
Bosnia and Herzegovina
Italy
Portugal
Spain
Turkey
• Als Minimum müssen sich 3 Teilnehmer-länder für einen Antrag zusammentun
• Austria
• Belgium
• Bosnia and Herzegovina
• Czech Republic
• Denmark
• Estonia
• European Commission
• Finland
• France
• Germany
• Hungary
• Italy
• The Netherlands
• Norway
• Poland
• Portugal
• Romania
• Slovakia
• Slovenia
• Spain
• Sweden
• Switzerland
• Turkey
• United Kingdom
Dr. Andreas Höpe PTB
40. DfwG Jahrestagung, Wuppertal
Seite 18 von 41

xD-Reflect: Webseite

Webseite:
www.xdreflect.eu



xD-Reflect: Das Konsortium

- 11 Projektpartner aus 9 Ländern

Funded Partners:

le cnam
PTB
MIKES
CSIC
INRiM Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica
SP

REG´s:

KU LEUVEN
Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante
INNVENTIA

Unfunded Partner:

MSL

xD-Reflect: Konsortium Mitglieder

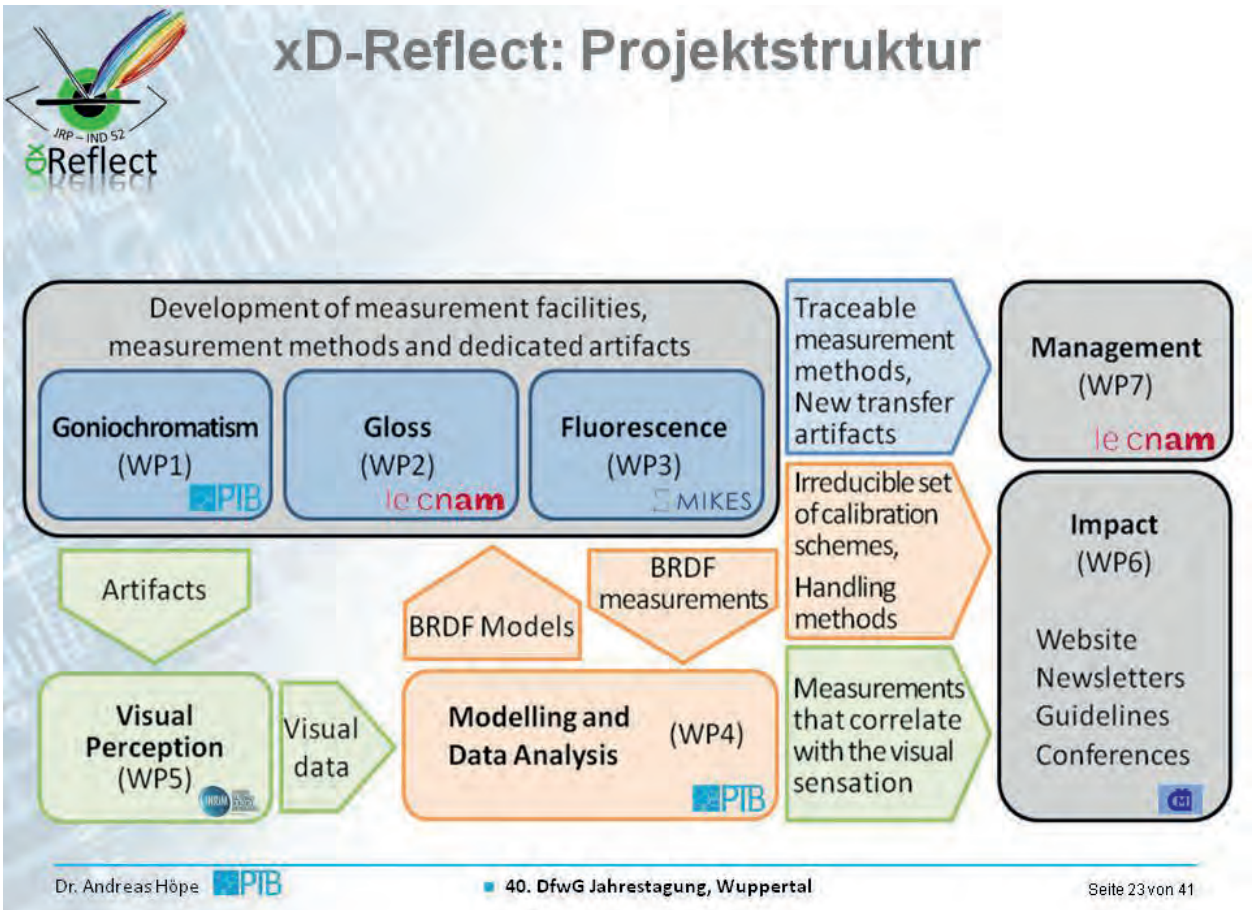
- Kick-off meeting, Paris, September 2013

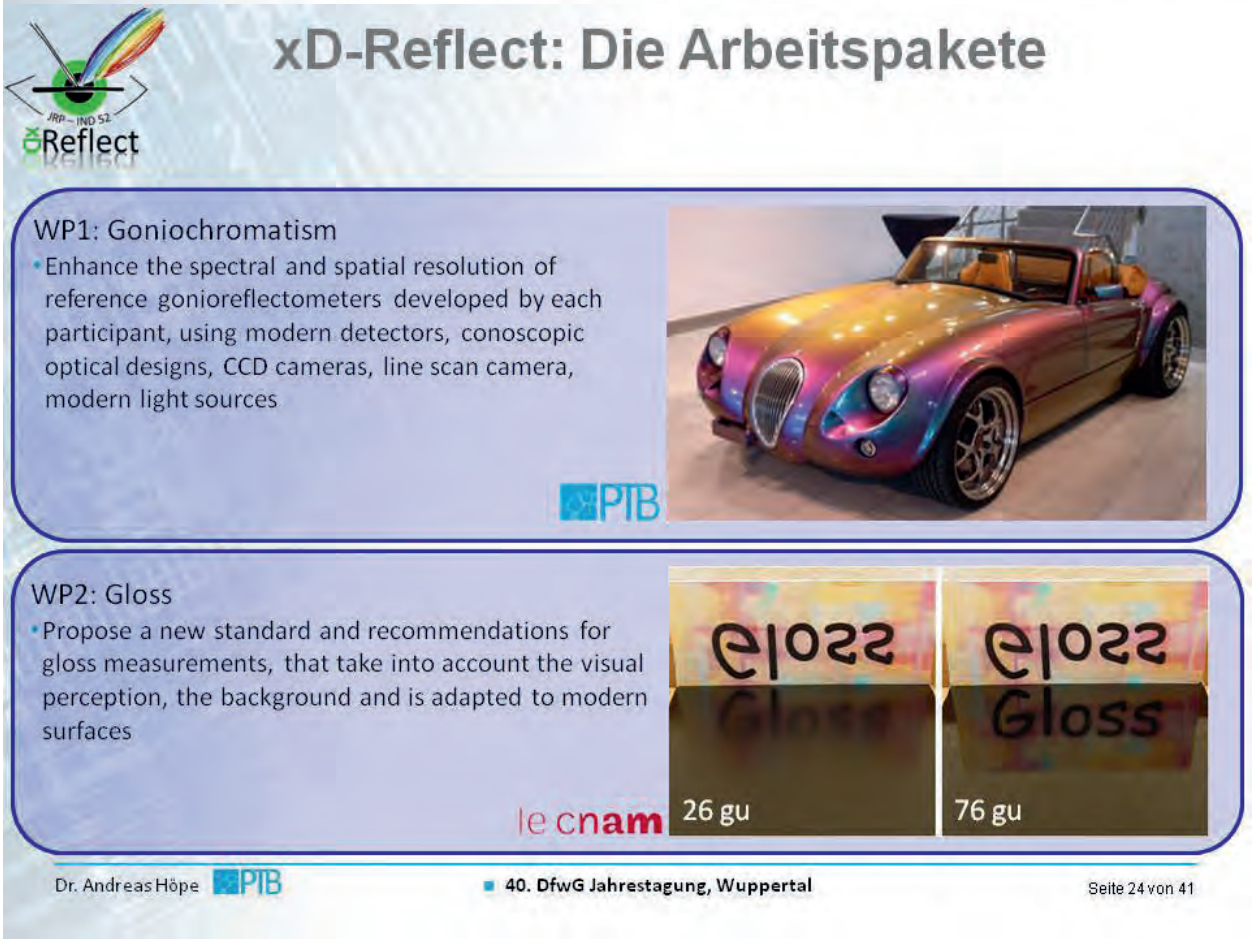


xD-Reflect: Projekt Meeting

- 2. Project Meeting (mit Industriebeteiligung)
(31 Teilnehmer), Braunschweig, 14./15. Januar 2014



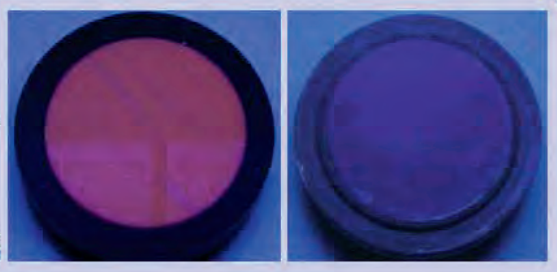

xD-Reflect: Projektstruktur
JRP – IND 52
xReflect
Development of measurement facilities, measurement methods and dedicated artifacts
Goniochromatism (WP1)
PTB
Gloss (WP2)
le cnam
Fluorescence (WP3)
MIKES
Traceable measurement methods, New transfer artifacts
Management (WP7)
le cnam
Irreducible set of calibration schemes, Handling methods
Impact (WP6)
Website
Newsletters
Guidelines
Conferences
Artifacts
BRDF Models
BRDF measurements
Visual Perception (WP5)
Visual data
Modelling and Data Analysis (WP4)
PTB
Measurements that correlate with the visual sensation
Dr. Andreas Höpe
PTB
40. DfwG Jahrestagung, Wuppertal
Seite 23 von 41


xD-Reflect: Die Arbeitspakete
JRP – IND 52
xReflect
WP1: Goniochromatism
Enhance the spectral and spatial resolution of reference gonioreflectometers developed by each participant, using modern detectors, conoscopic optical designs, CCD cameras, line scan camera, modern light sources
PTB
WP2: Gloss
Propose a new standard and recommendations for gloss measurements, that take into account the visual perception, the background and is adapted to modern surfaces
le cnam
26 gu
76 gu
Dr. Andreas Höpe
PTB
40. DfwG Jahrestagung, Wuppertal
Seite 24 von 41

xD-Reflect: Die Arbeitspakete

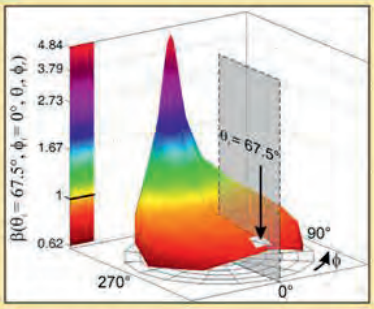
WP3: Fluorescence

- Development of traceable facilities, methods, and reference materials that can be used to improve the uncertainties of appearance measurements of surfaces with fluorescent materials



WP4: Modelling and Data Analysis

- Development of appropriate modelling approaches and uncertainty evaluation schemes for multidimensional reflectometry



xD-Reflect: Die Arbeitspakete

WP5: Visual Perception

- Provide a synthesis between the visual attributes and their metrological characterisation
- Build reference systems and improve the parameteric definitions of visual attributes
- Correlate visual intensity response stimuli to material characteristics and environment attributes



WP6: Creating Impact

- The aim of this workpackage is to ensure that the results achieved by the project are adequately and appropriately communicated to the stakeholders and end-user community and that input and feedback is obtained from this community

Web page, Newsletter, Conferences, Guidelines



xD-Reflect: Tagungen

"Multidimensional Reflectometry for Industry" (xD-Reflect)
an European research project

Paper 9018-3:

SPIE
IS&T / SPIE Electronic Imaging SCIENCE AND TECHNOLOGY



2. – 6. February 2014
San Francisco, California, USA

Conference 9018
Measuring, Modeling, and Reproducing Material Appearance

xD-Reflect "Multidimensional Reflectometry for Industry"
a research project of the European Metrology Research Program (EMRP)

- 3. Project Meeting Espoo, 23. Juni 2014

NEWRAD Finland
24. – 27. June 2014
Espoo, Finland



xD-Reflect: WP1 "Goniochromatism"

*(**PTB**, CNAM, CMI, CSIC, INRIM, MIKES, MSL, SP, UA)*

Task 1.1: Improvement of the traceability for standard goniometric geometries

Task 1.2: Extensive study of existing standard materials (multi-geometry, extended wavelength)

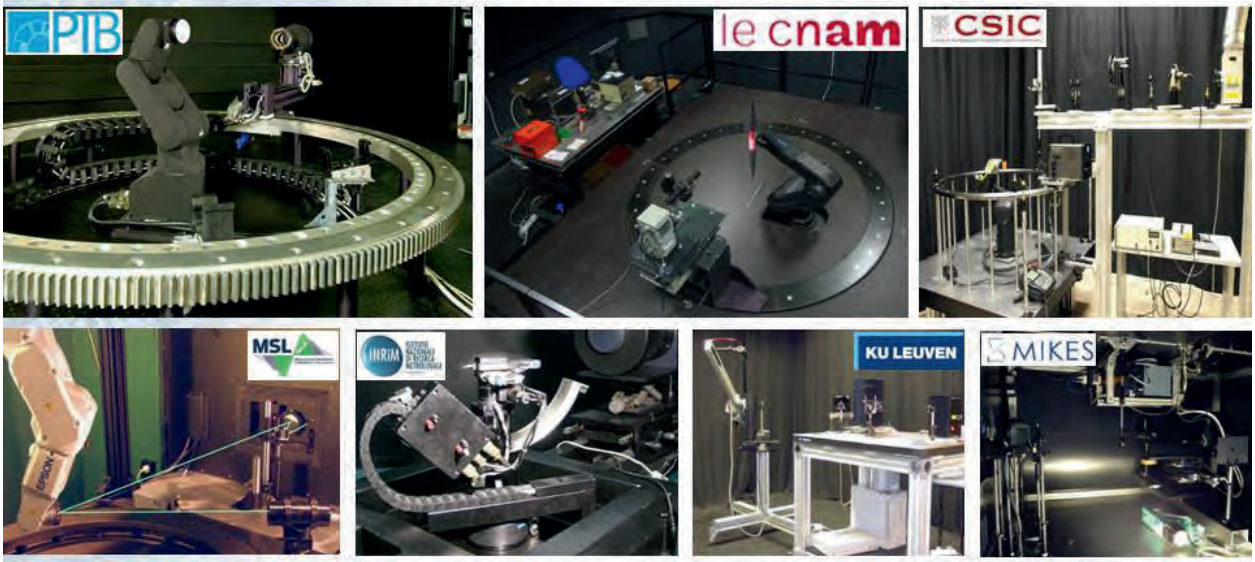
Task 1.3: Identification of a basic set of parameters for goniometric effects

Task 1.4: Data handling recommendation for goniochromatic materials

Task 1.5: Database for impact work package (multi-geometry, wavelength dependent)

xD-Reflect: Traceability of instruments

- Photos verschiedener beteiligter Gonioreflektometer:



xD-Reflect: Traceability of instruments

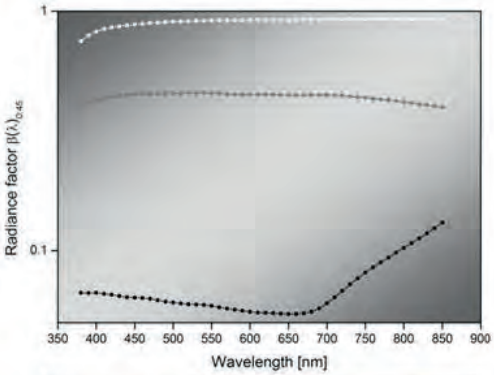
- Zwei Sätze (je 3 Standards) einer Graureihe und Farbreihe werden verglichen

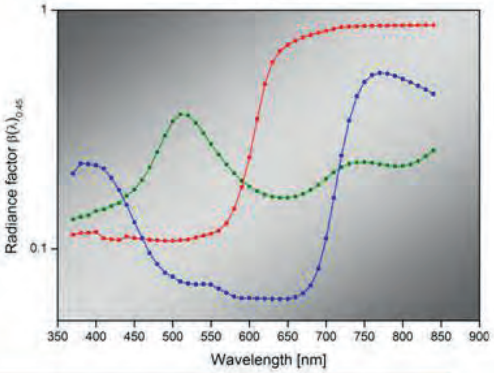


- 88 % weiß, 40 % grau and 5 % dunkelgrau



- Rot, grün and dunkelblau

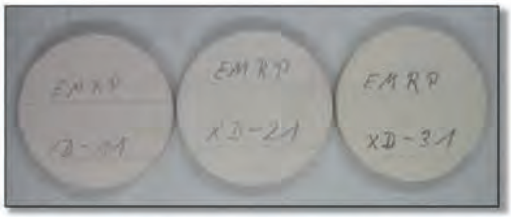


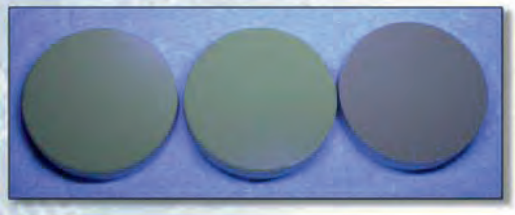


xD-Reflect: Traceability of instruments



88 %
weiß





UV
254 nm

LUCIDEON
vormals
ceram



UV
365 nm



xD-Reflect: Traceability of instruments

Die Sätze von Graustandards und Farbstandards in ihren Transportbehältern



xD-Reflect: Traceability of instruments

- Auswertung des internen "project key-comparison"
- Bestimmung des KCRV und des DOE
- Veröffentlichung der Daten und der Ergebnisse
- Evtl. Einreichung als "Key-Comparison" beim CCPR

The KCRV, Δ_{KCRV}, is determined by

$$\Delta_{KCRV} = \sum_{i=0}^{N} w_i \Delta_i$$

The uncertainty of the KCRV (weighted mean with cut-off) is given by

$$u(\Delta_{KCRV}) = \sqrt{\sum_{i=0}^{N} \frac{u^2(\Delta_i)}{u_{adj}^4(\Delta_i)}} \Big/ \sum_{i=0}^{N} u_{adj}^{-2}(\Delta_i)$$

The unilateral DoE of NMI i is given by

$$D_i = \Delta_i - \Delta_{KCRV}$$

$$U_i = k \sqrt{u^2(\Delta_i) + u^2(\Delta_{KCRV}) - 2\left(\frac{u^2(\Delta_i)}{u_{adj}^2(\Delta_i)} \Big/ \sum_{j=0}^{N} u_{adj}^{-2}(\Delta_j)\right)} \quad ; \; k=2$$

xD-Reflect: Effekt-Charakterisierung

MERCK xirallic Crystal Silver





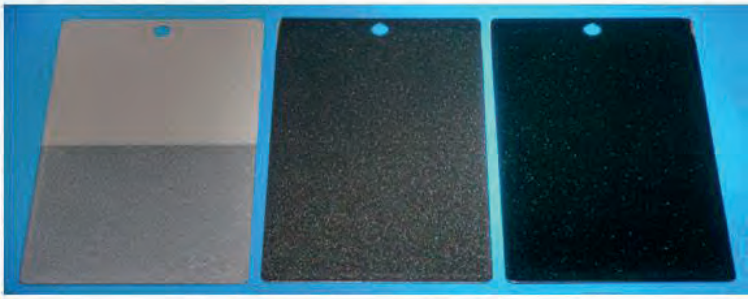
identische Konzentration wie ①, zusätzlich abgetönt mit Ruß

reduzierte Konzentration gegenüber ① und ②, Ruß wie in ②

xD-Reflect: Effekt-Charakterisierung

- Erste Proben für die Charakterisierung von Sparkle

Xirallic® Crystal Silver MERCK



Aluminium pigmente:
- Corn flakes
- Silver dollar

ECKART Effect Pigments

- METALURE®

verschiedene Teilchengrößen

∅ ≈ 35 µm ⇒



xD-Reflect: Effekt-Charakterisierung

MERCK ➡

ECKART Effect Pigments

⬇



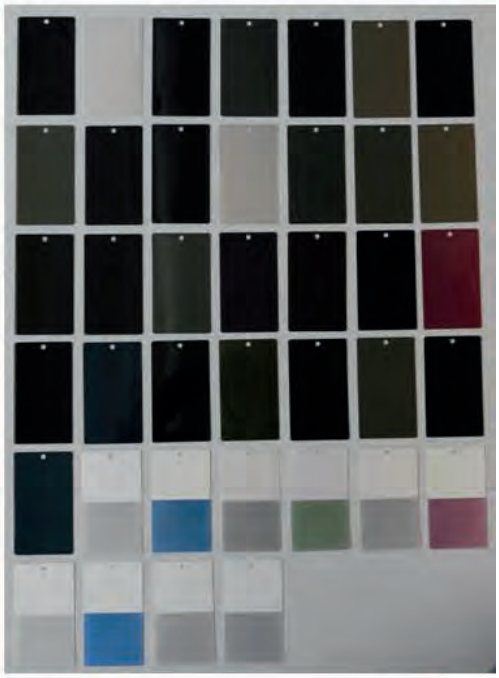


xD-Reflect: Effekt-Charakterisierung

- 43 Effektpigmentproben:
  - verschiedene Pigmente
  - verschiedene Konzentrationen
  - verschiedene Abtönungen
  - verschiedene Hintergründe (schw./weiß)





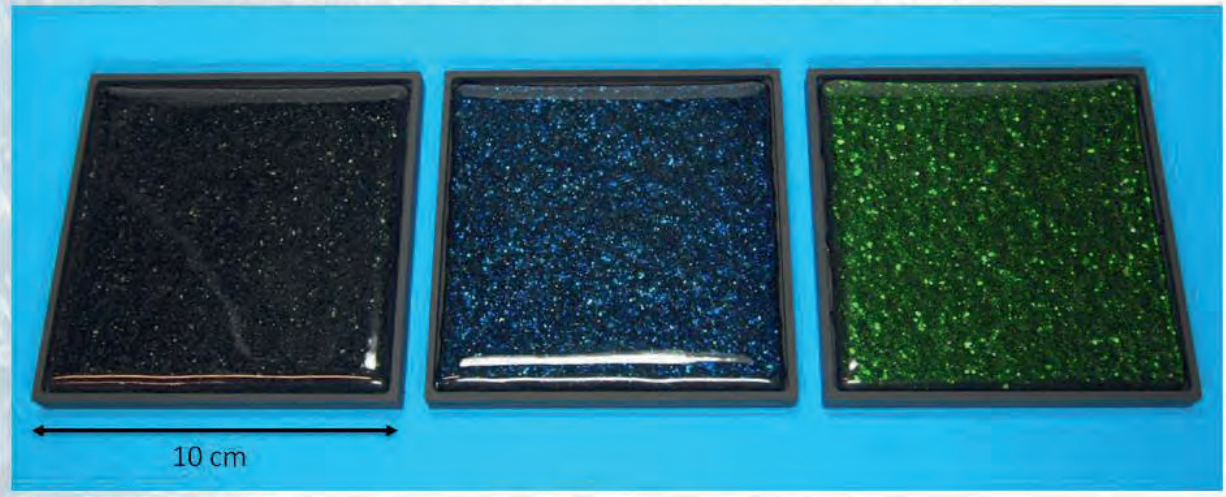


xD-Reflect: Effekt-Charakterisierung

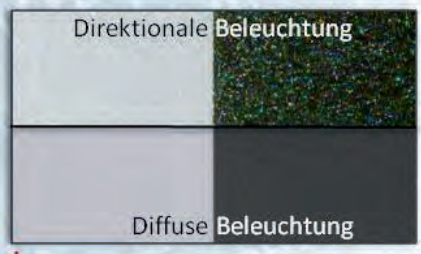
"Flip-Flop Standards" von LUCIDEON

Sean Hillman
BUSINESS MANAGER

T +44 (0)1782 764321
Sean.Hillman@lucideon.com
Lucideon Ltd, Queens Road, Penkhull, Stoke-on-Trent, ST4 7 LQ, UK



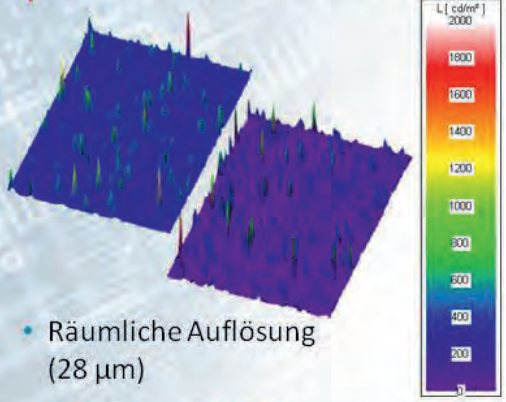
xD-Reflect: Effekt-Charakterisierung







MERCK xirallic Crystal Silver



- Räumliche Auflösung (28 µm)



xD-Reflect: Überblick der Interessengruppen

34 Stakeholders

Instrument manufacturers
ELSCOLAB
TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH
BYK Additives & Instruments
KONICA MINOLTA
x-rite
ELDIM
EFS
RHOPOINT INSTRUMENTS

Pigments & Coatings
MERCK
BASF The Chemical Company
PPG Industries
nubiola
idd printing science technology

Materials
LUCIDEON
CTC
SAINT-GOBAIN

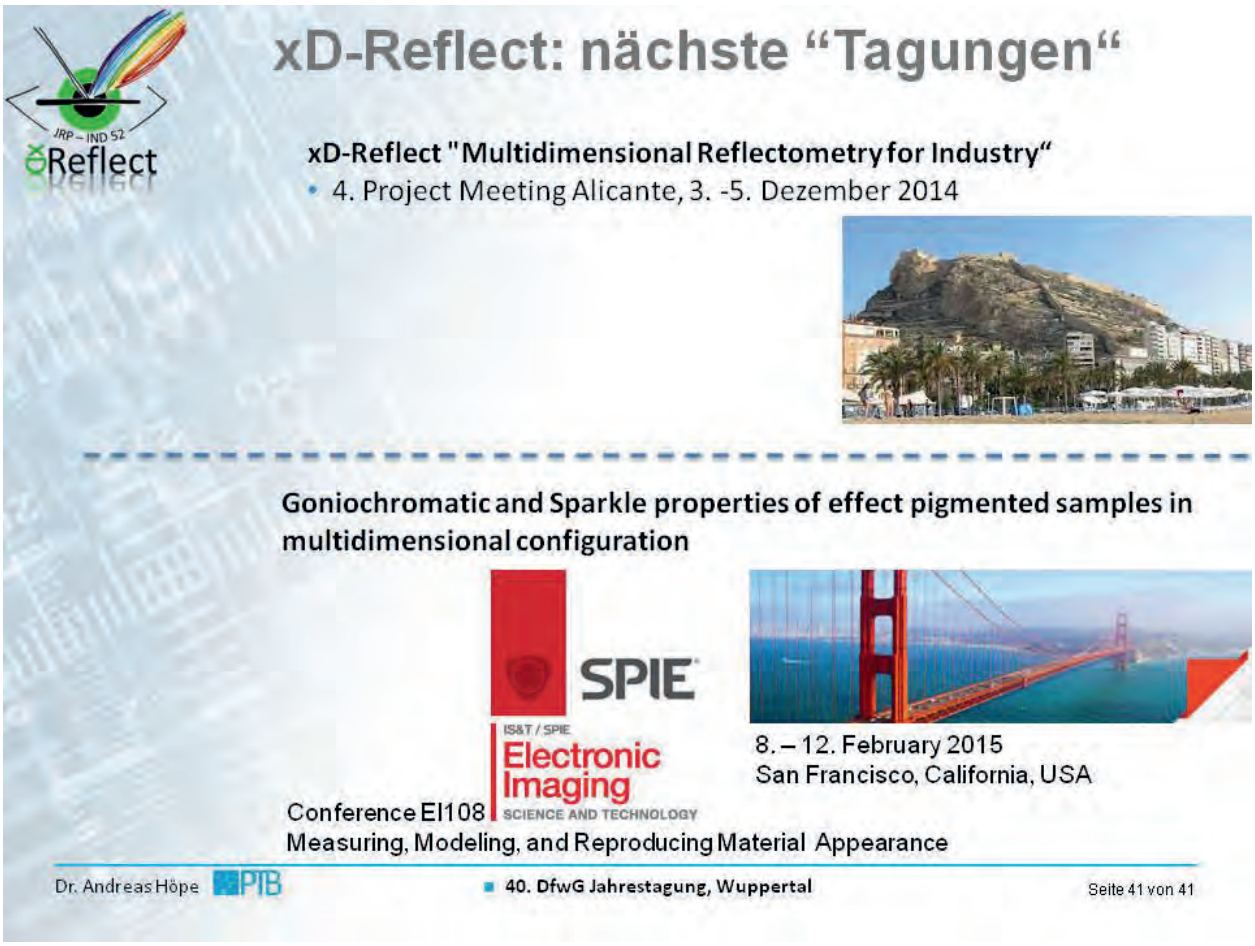
Paper
Munksjö
UPM The Biofore Company
INNVENTIA
fogra

Automotive
CITROËN
PEUGEOT
Audi
ŠKODA
WITTE AUTOMOTIVE
GRUPO ANTOLIN

Cosmetics
LVMH MOËT HENNESSY · LOUIS VUITTON
MAYMÓ HOUSE OF COLOUR

Color management
2c
GONIO-VISION

Normalization and network
CIE
CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
PÔLE ora Optique Rhône-Alpes
dfwg www.dfwg.de


xD-Reflect: nächste “Tagungen“
xD-Reflect "Multidimensional Reflectometry for Industry“
• 4. Project Meeting Alicante, 3. -5. Dezember 2014
Goniochromatic and Sparkle properties of effect pigmented samples in multidimensional configuration
SPIE
IS&T / SPIE
Electronic Imaging
SCIENCE AND TECHNOLOGY
8. – 12. February 2015
San Francisco, California, USA
Conference EI108
Measuring, Modeling, and Reproducing Material Appearance
Dr. Andreas Höpe
PTB
40. DfwG Jahrestagung, Wuppertal
Seite 41 von 41