



Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.

www.dfwg.de

DfwG Jahrestagung 2023

04. – 6. Oktober 2023

**Fraunhofer-Institut für
Angewandte Polymerforschung IAP**
Geiselbergstraße 69 | 14476 Potsdam/ Golm

[http://www. www.iap.fraunhofer.de](http://www.iap.fraunhofer.de)



Programm und Kurzfassungen der Vorträge

Inhalt

<i>Programm Donnerstag, 5. Oktober 2023</i>	3
Tagesordnung der Mitgliederversammlung.....	4
<i>Programm Freitag, 6. Oktober 2023</i>	5
Vortragskurzfassungen.....	7
High Dynamik Range (HDR) von der Kamera-Aufnahme bis zur Display-Ausgabe	7
Recent Research Progress on Colour Quality of Lighting.....	8
BfN-Empfehlungen für Lichtimmissionen bei Außenbeleuchtungsanlagen – Hintergründe und Auswirkungen auf die Farbwahrnehmung von Lichtwerbeanlagen.....	8
Diskussion einer Vorstudie zu objektspezifischer Beleuchtungspräferenz anhand von Gemälde-Reproduktionen.....	9
Optimierung LED-basierter adaptiver Tageslichtsysteme unter Berücksichtigung der Beobachtermetamerie.....	10
Präferenzuntersuchung des Weißpunktes (D_{uv}) in Abhängigkeit der Farbtemperatur, des Farbgamut und betrachteter Objekte	11
Die Internationale Beleuchtungskommission und ihre nationalen Komitees gestern und heute	12
Ermittlung optischer Eigenschaften von 3D-Druck-Materialien: Klassische Farbmessung versus 3D-Physik-Simulation	13
Optische 3D-Druckermodellierung	13
Messung von Transmissionseigenschaften mittels bildbasierter Technologie	14
Moderne Interferenzpigmente - alte Messgeometrien.....	15
Einfluss von Zeit und Temperatur auf den gemessenen Glanz von gedruckten UV-Farben mit Aluminiumpigmenten	16
Chromogene Materialien – Eine bunte Welt im Wandel.....	16
Farbe: Von der Wahrnehmung bis zur Messung – ein historischer Überblick	17
Deduktive und induktive antagonistische TUB-Farbmatrik zur Verbesserung der CIE-Farbmatrik für weite Bereiche von Leuchtdichte- und chromatischer Adaptation	18
Farben in Natur und Kultur	19

Programm der DfwG-Jahrestagung 2023

5. bis 6.10.2022, | Fraunhofer IAP |
Geiselbergstraße 69 | 14476 Potsdam/ Golm
IAP Großer Seminarraum

Programm Donnerstag, 5. Oktober 2023

- 9:00 Sitzung AG Farbbildverarbeitung *Florian Süßl/ Ingmar Rieger/
HDR-Workshop Dietmar Wüller/ Gregor Fischer*
High Dynamik Range (HDR) von der Kamera-Aufnahme bis zur Display-Ausgabe
Großer Seminarraum
- 11:30 Feedback AG's
Großer Seminarraum
- 12:00 Registrierung/ Imbiss
IAP Foyer
- 13:00 Eröffnung der DfwG-Jahrestagung
*Begrüßung durch DfwG-Präsidenten Dr. Andreas Kraushaar & Grußworte des
Gastgebers Dr. Armin Wedel, IAP*

Farbe und Beleuchtung

- 13:20 *Qiang Liu, Wuhan University, China*
Recent Research Progress on Colour Quality of Lighting
- 14:00 *Julian Klages, TU Darmstadt*
BfN-Empfehlungen für Lichtimmissionen bei Außenbeleuchtungsanlagen –
Hintergründe und Auswirkungen auf die Farbwahrnehmung von Lichtwerbe-
anlagen
- 14:25 *Paul Myland, TU Darmstadt*
Diskussion einer Vorstudie zu objektspezifischer Beleuchtungspräferenz
anhand von Gemälde-Reproduktionen
- 14:50 *Kaffeepause*
- 15:20 *Adrian Eissfeldt, TU Darmstadt*
Optimierung LED-basierter adaptiver Tageslichtsysteme unter
Berücksichtigung der Beobachtermetamerie
DfwG-Förderpreisträger 2023

- 15:45 *Elisabeth Kemmler, TU Darmstadt*
Präferenzuntersuchung des Weißpunktes (D_{uv}) in Abhängigkeit
der Farbtemperatur, des Farbgamuts und betrachteter Objekte
DfwG-Förderpreisträgerin 2023
- 16:10 *Armin Sperling, PTB Braunschweig*
Die Internationale Beleuchtungskommission und ihre nationalen Komitees
gestern und heute
- 16:35 *Fototermin & Kaffeepause*
- 17:00 DfwG-Mitgliederversammlung
Ort: Fraunhofer IAP | Geiselbergstraße 69 | 14476 Potsdam/ Golm
Großer Seminarraum
-

Tagesordnung der Mitgliederversammlung:

1. Genehmigung der Tagesordnung
 2. Genehmigung des Protokolls der Online-DfwG-Mitgliederversammlung
am 5. Oktober 2022 (DfwG-Report 3/2022)
 3. Bericht des Präsidenten
 4. Ehrungen und Vergabe des DfwG-Förderpreises
 5. Kassenbericht 2022 des Schatzmeisters (DfwG-Report 2/2023)
 6. Bericht der Kassenprüfer (DfwG-Report 2/2023)
 7. Bericht der Sekretärin
 8. Entlastung des Vorstands für das Geschäftsjahr 2022
 9. Verschiedenes
Bericht zur Arbeit der CIE-Divisionen:
Division 1: *Detlef Ruschin*
Division 3: *Christoph Schierz*
Division 8: *Florian Süßl*
Jubiläum 50 Jahre DfwG
 10. Termin und Tagungsort der nächsten Mitgliederversammlung
-

- 18:30 Ende der Mitgliederversammlung
- 19:30 Tagungsabend
Restaurant des Landhotels Potsdam
Reiherbergstraße 33
14476 Potsdam/Golm





Lageplan der Veranstaltungsorte der DfWG-Jahrestagung

Programm Freitag, 6. Oktober 2023

Großer Seminarraum

Farb- & Appearance-Messung

- 9:00 *Andreas Kraushaar, Fogra/ Alexander Kissel, ILM*
Ermittlung optischer Eigenschaften von 3D-Druck-Materialien:
Klassische Farbmessung versus 3D-Physik-Simulation
- 9:25 *Philipp Urban, Fraunhofer Institut IGD Darmstadt*
Optische 3D-Druckermodellierung
- 9:50 *Tatjana Quast, PTB Braunschweig*
Neuer Referenzmessplatz zur Bestimmung der winkelaufgelösten
Transmission von optischen Diffusoren
- 10:15 *Christian Dietz, Rhopoint Instruments GmbH*
Messung von Transmissionseigenschaften mittels bildbasierter Technologie
- 10:40 *Kaffeepause*

- 11:10 *Werner Rudolf Cramer, Münster*
Moderne Interferenzpigmente - alte Messgeometrien
- 11:35 *Carl Fridolin Weber, TU Darmstadt*
Einfluss von Zeit und Temperatur auf den gemessenen Glanz von gedruckten UV-Farben mit Aluminiumpigmenten

Farbwahrnehmung & Farberzeugung

- 12:00 *Christian Rabe/ Armin Wedel, IAP Potsdam*
Chromogene Materialien – Eine bunte Welt im Wandel
- 12:30 *Mittagessen in Gruppen und parallel IPA-Laborführung*
- 13:15 *Mittagessen in Gruppen und parallel IPA-Laborführung*
- 14:00 Kaffeepause
- 14:30 *Christoph Schierz, TU Ilmenau:*
Farbe: Von der Wahrnehmung bis zur Messung – ein historischer Überblick
- 15:00 *Klaus Richter, TU Berlin*
Deduktive und induktive antagonistische TUB-Farbmessung zur Verbesserung der CIE-Farbmessung für weite Bereiche von Leuchtdichte- und chromatischer Adaptation

Farbordnung

- 15:30 *Eva Lübke, Leipzig*
Farben in Natur und Kultur
- 15:55 Verabschiedung
- 16:10 Ende der Tagung

Vortragskurzfassungen

High Dynamik Range (HDR) von der Kamera-Aufnahme bis zur Display-Ausgabe

Florian Süßl (BHT Berlin), Ingmar Rieger (ARRI, München),
Dietmar Wueller (Image Engineering, Kerpen) – fsuessl@bht-berlin.de, IRieger@arri.de,
dietmar.wueller@image-engineering.de

Der Begriff „High Dynamic Range“ (HDR) steht für einen hohen Dynamik-, bzw. Leuchtdichte-bereich einer aufgenommenen Szenerie und galt anfangs nur für die Kameraaufnahme. In der Fotografie sind HDR-Bilder schon seit einigen Jahren ein Begriff. Charakteristisch für diese Art HDR-Aufnahmen ist eine bisweilen künstlerisch übertriebene Detail- und Farbwiedergabe sowohl sehr heller als auch sehr dunkler Motivbereiche. HDR-Fotos wurden anfangs aus mehreren unter- bis überbelichteten Aufnahmen zusammengesetzt. Dann ermöglichte die Entwicklung leistungsfähigerer Kamera-Sensoren mit einem Dynamikumfang von 14 und mehr Blendenstufen pro Aufnahme auch Bewegtbild-HDR im Kino- und TV-Bereich.

Bei der Display-Ausgabe spielte HDR bisher nur im Kino-, TV- und Gaming-Bereich eine Rolle. Mangels geeigneter Ausgabegeräte konnten HDR-Aufnahmen zunächst nur auf Displays mit geringem, bzw. Standard-Dynamikumfang, kurz SDR-Displays, dargestellt werden.

Im Unterschied zum bisherigen, eher künstlerischen Ansatz, geht es hier um das Ziel, mittels HDR-Technologie reale Szenarien mit hohem Dynamikumfang realitätsnäher wiederzugeben. Die zunehmende Verbreitung von HDR-Displays, insbesondere in Smartphones, Tablets und Laptops, ermöglicht heute auch die Darstellung von HDR-Bildern, dürfte im Wesentlichen aber noch auf das private Betrachten von Handyfotos und -videos beschränkt sein – wenn der HDR-Modus bei der Aufnahme und Displayausgabe überhaupt aktiviert wird.

Im professionellen Bereich scheiterte der Einsatz von HDR bisher an der fehlenden Unterstützung durch Webbrowser und den fehlenden Editiermöglichkeiten in den Bearbeitungsprogrammen. Mit der Einführung der HDR-Bearbeitung in Adobe Photoshop und der Unterstützung der HDR-Ausgabe in Google Chrome-basierten Webbrowsern wird HDR nun auch für die Kommunikationsbranche und damit in der Massenanwendung relevant.

Im Hands-On-HDR-Workshop, der im Rahmen der Sitzung der Arbeitsgruppe Farbbildverarbeitung stattfindet, sollen zuerst die Vorzüge der HDR-Ausgabe im Vergleich zur gewohnten SDR-Darstellung live demonstriert und einige für das Verständnis und die praktische Anwendung wichtige HDR-Begriffe und -Prinzipien vorgestellt werden: Aspekte wie der Unterschied zwischen diffusem Weiß und Spitzenhelligkeit und verbunden damit der sogenannte HDR-Headroom eines Displays, neue Transferfunktionen wie PQ und HLG, neue Farbräume mit größerem Gamut wie Rec. 2020, neue Dateiformate und -konstrukte wie AVIF, HEIC und Gainmap, neben 8- und 16-Bit, der Einsatz von 32-Bit-Fließkomma-Codierung.

Im Mittelpunkt des Workshops sollen Live-Demonstrationen vorort stehen: von der Aufnahme einer HDR-Szenerie über die Bearbeitung bis hin zur Ausgabe auf HDR-Displays. Entscheidend für die Bildqualität der Ausgabe sowohl auf SDR- als auch HDR-Displays: die Demonstration von manuellem und automatischem Tone-Mapping. Wichtig für das grundlegende Verständnis und die Qualitätssicherung von der Aufnahme bis zur Ausgabe: die orts aufgelöste Leuchtdichte- und Farbmessung von der Szenerie bis zur Display-Ausgabe.

Recent Research Progress on Colour Quality of Lighting

**Qiang Liu (Research Center of Graphic Communication, Printing and Packaging
Wuhan University, China) liuqiang@whu.edu.cn**

With the advancement of semiconductor lighting technology and the popularization of human-centred lighting concepts, colour preference and colour discrimination of lighting are now at the forefront of colour quality research of light sources. However, individual cases in psychophysical research have the inherent drawback of being inapplicable in multiple scenarios, and thus the two dimensions of colour quality of light sources have not yet been effectively quantified.

To address this issue, we constructed the state of art colour preference model MCPI, and the colour discrimination model CDM, based on a meta-analysis of multiple sets of psychophysical research data, which have also yielded convincing results in terms of visual mechanism. In addition, the CDM-E prediction model has been constructed by extending the CDM model with illumination factors.

BfN-Empfehlungen für Lichtimmissionen bei Außenbeleuchtungsanlagen – Hintergründe und Auswirkungen auf die Farbwahrnehmung von Lichtwerbeanlagen

**Julian Klabes; Paul Myland; Brandon Fobugwe; Tran Quoc Khanh (TU Darmstadt)
klabes@lichttechnik.tu-darmstadt.de**

Dieser Beitrag geht auf den Leitfaden zur Neugestaltung und Umrüstung von Außenbeleuchtungsanlagen, 2019 herausgegeben vom Bundesamt für Naturschutz (BfN), ein. Der Leitfaden gibt Empfehlungen für eine naturschutzgerechte Gestaltung von Außenbeleuchtung mit dem Ziel, negative Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren. Dabei werden auch Empfehlungen bezüglich Werbeanlagen gegeben, welche sowohl digitale selbstleuchtende als auch beleuchtete analoge Werbeanzeigen betreffen.

Der Vortrag erläutert die spezifischen Empfehlungen des BfN-Leitfadens in Bezug auf Werbeanlagen. Es werden die lichttechnischen Grenzwerte behandelt, die in Zukunft bei der Beleuchtung von sowohl selbstleuchtenden digitalen Werbe- als auch für analoge Printwerbe-

anzeigen relevant sind. Dazu zählen insbesondere Empfehlungen der Grenzwerte für Leuchtdichten und eine Limitierung des Blaulichtanteils über das Absenken der ähnlichsten Farbtemperatur auf unter 3000 K.

Welchen Einfluss haben diese Empfehlungen auf die Farbdarstellung und Wahrnehmung von Werbeanlagen? In der grafischen Industrie normalerweise Normlicht D50 bzw. D65 und somit höhere Farbtemperaturen als Referenzlichtart verwendet. Der Vortrag stellt somit Auswirkungen des BfN Leitfadens für die Auslegung und Wahrnehmung von beleuchteten Werbeanlagen vor, wie sie für die Zukunft zur Diskussion stehen.

Diskussion einer Vorstudie zu objektspezifischer Beleuchtungspräferenz anhand von Gemälde-Reproduktionen

Paul Myland; Julian Klages; Tran Quoc Khanh (TU Darmstadt)
myland@lichttechnik.tu-darmstadt.de

Neben der Suche nach einer grundsätzlich vorteilhaften Beleuchtungssituation für die Präsentation von Kunstwerken in Museen (Beleuchtungsstärke, Farbort der Beleuchtung, Farbwiedergabe, Objektschädigung) wurden in der farbwissenschaftlichen Forschung immer wieder Zusammenhänge zwischen dem (farblichen) Objektinhalt und der präferierten Beleuchtung hypothesiert. In diesem Beitrag werden Erkenntnisse aus einer Vorstudie diskutiert, die konzipiert und durchgeführt wurde, um einen Erklärungsansatz für die teilweise widersprüchlichen Ergebnisse aus vorherigen Arbeiten zu finden.

Das Studienkonzept umfasst die Bestimmung eines diversen Sets von Kunstwerken, wobei die Diversität über den Farbgestaltungstyp der Werke (beispielsweise monochrom, komplementär, triadisch) definiert wurde. In einem Beleuchtungsszenario mit zwei Lichtkomponenten (Spot-Beleuchtung und diffuse Beleuchtung) wurde für verschiedene Spotbeleuchtungs-Farbtemperaturen auf dem Objekt (bei konstanten Umgebungsbedingungen, konstanter Farbtemperatur der diffusen Raumbeleuchtung) die Präferenz der Studienteilnehmenden für die verschiedenen Werke abgefragt. Während sich bezüglich der angenommenen Farbgestaltungstypen kein klarer Zusammenhang zur präferierten Objektbeleuchtung feststellen lässt, finden sich doch Gruppen von Werken, welche sich über die Präferenzbewertungen zu verschiedenen Spotbeleuchtungs-CCTs ergeben. Ausblickend werden mögliche Prädiktoren für diese Präferenzgruppen und Ansätze für weiterführende Studien diskutiert.

Optimierung LED-basierter adaptiver Tageslichtsysteme unter Berücksichtigung der Beobachtermetamerie

Adrian Eissfeldt (TU Darmstadt) – adrian.eissfeldt@googlemail.com

Natürliches Tageslicht besitzt eine signifikante Relevanz für das Wohlbefinden und die Gesundheit des Menschen, jedoch ist es in vielen Innenräumen nicht ausreichend vorhanden. Stattdessen kommen dort künstliche Lichtquellen zum Einsatz, welche zunehmend mit mehrkanaligen LED-Systemen realisiert werden. Dadurch besteht die Möglichkeit Farbe und Helligkeit des Lichts dynamisch zu variieren und somit das Tageslicht zu simulieren beziehungsweise zu imitieren. Hieraus leitet sich die Motivation der vorgestellten Dissertation ab, Verfahren, Metriken und Algorithmen zu entwickeln, mit deren Hilfe die Farbgenauigkeit und weitere spektrale Qualitätsmerkmale von LED-Licht optimiert werden können. Dies geschieht im Hinblick auf eine Anwendung in der adaptiven Beleuchtung, welche sich an das vorherrschende Tageslicht anpassen kann. Eine dabei implizierte Anpassung der LED-Lichtfarbe an das natürliche Tageslicht kann aufgrund der Beobachtermetamerie zu wahrnehmbaren Farbdifferenzen zwischen den beiden Lichtarten führen. Die Beobachtermetamerie – der Effekt, dass Spektren zwar für den Normalbeobachter farblich identisch sind, ein realer Beobachter jedoch einen Farbunterschied wahrnimmt, aufgrund der individuellen spektralen Empfindlichkeit seiner Sehzellen – wird hier in Bezug auf die Tageslichtreferenz untersucht und modelliert. Es werden mit einem individuellen Beobachtermodell 1000 unterschiedliche Beobachter simuliert, um Farbdifferenzen zwischen Metameriepaaren zu berechnen. Hierfür werden anhand von Spektrometermessungen und verschiedener Tageslichtmodelle 1568 Referenzspektren generiert. Mittels acht verschiedener 3-Kanal-LED-Systeme werden für jeden individuellen Beobachter zu jeder Tageslichtreferenz Metameriepaare gemischt. Basierend auf diesen Daten werden zwei als Referenz dienende Varianten zur Berechnung der Beobachtermetamerie verglichen: Die Berechnung von individuellen Farbabständen in den jeweiligen individuellen Farbräumen der Beobachter sowie die Berechnung des durchschnittlichen Farbabstands der individuellen Metameriepaare im Farbraum eines Referenzbeobachters. Es wird gezeigt, dass für ein 10° -Sichtfeld der durchschnittliche Farbabstand beider Varianten einen Korrelationsfaktor von 1,0 besitzt und sich dadurch für die Referenzberechnung des Beobachtermetamerie-Effekts eignet.

Die Vielzahl der dabei verwendeten Beobachterfunktionen resultiert in einer vergleichsweise rechenintensiven Quantifizierung der Beobachtermetamerie, was eine echtzeitfähige Ausführung auf den begrenzten Ressourcen des Mikrocontrollers einer adaptiven Leuchte erschweren kann. Des Weiteren beinhaltet sie keine einzelnen spektralen Gewichtungsfunktionen, mit deren Hilfe sowohl eine analytische als auch intuitive Bewertung des resultierenden Beobachtermetamerie-Fehlers eines Strahlungsspektrums möglich ist. Aus diesem Grund werden drei Varianten eines Beobachtermetamerie-Index definiert, welche auf unterschiedliche Weisen die Berechnungen vereinfachen. Basierend auf einer Korrelationsanalyse wird dabei die Variante mit der höchsten Korrelation zu der Referenzberechnung als Beobachtermetamerie-Index vorgeschlagen.

Der hierbei definierte Abweichungsbeobachter wird zusätzlich verwendet, um einen Beobachtermetamerie-Koeffizienten zu definieren. Anhand dieses Koeffizienten lässt sich die Variabilität des individuellen Farbstimulus von einem einzelnen Spektrum berechnen. Es wird gezeigt, dass dieser Koeffizient eines LED-Spektrums eine Abschätzung der Beobachtermetamerie ermöglicht, wenn dabei natürliches Tageslicht als Referenz dient. Somit lässt sich die Beobachtermetamerie auch ohne Kenntnis der spektralen Strahlungsverteilung der dazugehörigen Tageslichtreferenz näherungsweise berechnen.

Mit diesen Metriken und weiteren in der zugrunde liegenden Dissertation entwickelten Algorithmen, wird eine echtzeitfähige Farbmischung von LED-Leuchten ermöglicht, bei der die Beobachtermetamerie und weitere Qualitätsmerkmale (beispielsweise Farbwiedergabe oder maximale Helligkeit) zum Zeitpunkt der Mischberechnung optimiert werden können.

Präferenzuntersuchung des Weißpunktes (D_{uv}) in Abhängigkeit der Farbtemperatur, des Farbgamut und betrachteter Objekte

Elisabeth Kemmler (TU Darmstadt) – kemmler@lichttechnik.tu-darmstadt.de

Der Weißpunkt einer LED-Lichtquelle wird typischerweise in den CIE-Koordinaten x und y bzw. u' und v' angegeben. Da diese Art der Beschreibung allerdings keine intuitive Interpretation der Farbinformation zulässt, schlug Ohno (2014) vor, stattdessen die korrelierte Farbtemperatur (CCT) und den kürzesten Abstand zum Planck'schen Kurvenzug (D_{uv}) zu verwenden. Dabei betonte er, dass es wichtig ist, darauf zu achten, dass die Angabe des D_{uv} -Wertes nicht vernachlässigt wird. Zum einen, weil ein Weißpunkt durch die CCT alleine nicht vollständig charakterisiert werden kann. Und zum anderen, weil der D_{uv} einen entscheidenden Einfluss auf die Nutzerakzeptanz und -präferenz von Innenraumbeleuchtung hat. Die Ergebnisse zu den verschiedenen Fragen wurden miteinander verglichen und mit den Messergebnissen eines Glanzmessgeräts verglichen. Sie sollen in diesem Vortrag vorgestellt werden.

Erste Studien haben gezeigt, dass Personen Weißpunkte unterhalb des Planck'schen Kurvenzugs und damit negative D_{uv} -Werte präferieren. Allerdings wurde dabei weder ein bestimmter Kontext betrachtet noch die Auswahl vorhandener und beleuchteter, farbiger Objekte begründet. Daher wurden drei Forschungshypothesen abgeleitet, die im Rahmen einer eigenen Probandenstudie zur D_{uv} -Präferenz untersucht wurden:

1. Der präferierte D_{uv} hängt von der Wahrnehmung von weißen Wänden ab.
2. Der präferierte D_{uv} hängt von den Farben vorhandener Objekte in der bewerteten Szene ab.
3. Negative D_{uv} -Werte werden präferiert, da bei der Optimierung von LED-Mischungen häufig ein negativer D_{uv} mit einer Vergrößerung des Gamuts im roten Bereich einhergeht.

Für die Studie wurden drei verschiedene Szenen mit einer museumstypischen Beleuchtungsstärke in einem Labor des Fachgebiets Adaptive Lichttechnische Systeme und Visuelle Verarbeitung an der TU Darmstadt nachgestellt. Die D_{uv} -Präferenz der Probanden wurde mit zwei Verfahren aus der Psychophysik ermittelt. Die Studienergebnisse zeigen, dass die D_{uv} -Präferenz in erster Linie vom wahrgenommenen Weißton der Wand abhängt. Farbige Objekte haben keinen Einfluss auf die D_{uv} -Präferenz. Somit wurde die erste Forschungshypothese bestätigt und die zweite widerlegt. Die dritte Forschungshypothese konnte nicht beantwortet werden.

Referenzen

Ohno, Yoshi (2014): Practical Use and Calculation of CCT and Duv. In: *LEUKOS* 10 (1), S. 47–55. DOI: 10.1080/15502724.2014.839020.

Die Internationale Beleuchtungskommission und ihre nationalen Komitees gestern und heute

Armin Sperling (PTB Braunschweig) – armin.sperling@ptb.de

Seit Gründung der CIE um 1913 versteht sich die Internationale Beleuchtungskommission als Unterstützer, Sprachrohr und Vermittler für Wissenschaft und Technik in Sachen Licht und Strahlung. Die CIE ist eine gemeinnützige NGO, die sich im Kreis der großen Normungsorganisationen wie ISO und IEC, aber auch in Zusammenarbeit mit dem BIPM, dem internationalen Büro für Maße und Gewichte, für die Belange der Lichttechnik und des Sehens einsetzt und Empfehlungen und Normen für die technische-Wissenschaftliche Nutzung herausgibt.

Der CIE gehören zurzeit knapp 40 Mitgliedsstaaten an, wobei jeder Mitgliedsstaat durch ein Nationales Komitee vertreten wird, welches einerseits die nationalen Anforderungen und Informationen aus den Mitgliedsstaaten bündelt und an die CIE weitergibt und andererseits die Empfehlungen und Informationen der CIE an die Interessierten Gruppen des Staates weiterleitet.

Finanziell getragen wird die CIE durch die Mitgliedsbeiträge der Nationalen Komitees, die im Wesentlichen nach einem internationalen UN-Schlüssel (entsprechend des Bruttosozialproduktes des Landes) berechnet werden. Zum Zeitpunkt der Gründung des Deutsche Nationale Komitee der CIE (DNK-CIE e.V.) waren es insbesondere drei Interessengruppen, das DIN, die LiTG und die DfwG, die die Belange der Wissenschaft, Technik und Industrie in Deutschland vertraten.

Die Arbeit der CIE ist in 6 Divisionen aufgeteilt, wobei die Division 1 „Vision and Colour“ für den DfwG von besonderem Interesse ist. Die Divisionen der CIE treffen sich regelmäßig jedes Jahr um den Fortgang der Arbeiten in den Technischen Komitees der Division, d.h. den Arbeitsgruppen, die die Empfehlungen und Standards der Division ausarbeiten, zu verfolgen. Die Arbeit der Division 1 wird sowohl in die DfwG als auch in den FNF des DIN gespiegelt. Erstes Vorschlagsrecht für den offiziellen Vertreter des DNK-CIE in der Division 1 hat jedoch die DfwG.

Neben einer kurzen Vorstellung der Organisationen CIE und DNK-CIE wird der Vortrag einen kurzen Überblick über die aktuellen Themen der CIE, die auf der 30. Quadrennial Sitzung der CIE in Ljubljana im September diskutiert wurden, geben.

Ermittlung optischer Eigenschaften von 3D-Druck-Materialien: Klassische Farbmessung versus 3D-Physik-Simulation

Andreas Kraushaar (Fogra, Aschheim) / Alexander Kissel (ILM) – Kraushaar@fogra.org

Heutige Drucktechnologien erlauben den Druck von vollfarbigen 3D-Modellen mit lokal variabler Transluzenz bis hin zur Transparenz und führen damit zu einer bisher nicht gekannten Gestaltungsvielfalt. Es konnte bereits gezeigt werden, dass Farbe und Glanz von nahezu opaken, d. h. optisch dichten Materialien am Bildschirm sehr gut reproduziert werden können. Viele Objekte weisen komplexe Formen und Transparenzen auf, deren exakte Simulation und damit farbechte Bildschirmdarstellung den komplexen Lichttransport durch unterschiedliche Materialmischungen erfordert. Mit dem Ziel, einen geräteunabhängigen Referenz-Renderer zu entwickeln, der in Sekundenschnelle eine physikalisch korrekte Simulation von Farbe, Glanz und erstmals auch Transluzenz ermöglicht, ist eine Vereinfachung der intrinsischen Materialcharakterisierung vorgesehen. Die Abschätzung der relevanten optischen Materialeigenschaften vermeidet aufwendige Laboraufbauten und stellt somit eine wesentliche Vereinfachung im gesamten Farbmanagement-Prozess dar. Der Fokus liegt dabei auf dem Brechungsindex sowie dem spektralen Absorptions- und Streukoeffizienten.

In diesem Vortrag werden aktuelle Zwischenergebnisse eines laufenden IGF-Projektes zusammen mit dem Fraunhofer IGD und dem Institut für Lasertechnologien in der Medizin und Messtechnik ILM vorgestellt. Der Fokus liegt dabei auf den intrinsischen Eigenschaften zur Simulation der Lichtvolumenstreuung in heterogenen Materialien. Konkret wurden ebene Proben unterschiedlicher Dicke und bekannter Grundfarbenmischung in einem industriellen Farbmessgerät (Barbieri Spectro LFP qb) vermessen, dessen optischer Aufbau genau bekannt ist. Die Parameterschätzung erfolgt durch Monte-Carlo-basiertes Rendering des konkreten Messaufbaus und unter Verwendung neuer Methoden des inversen Renderings. Die Ergebnisse basieren auf Polyjet-Drucken der Firma Stratasys und werden mit parallel durchgeführten Messungen an einem Ulbrichtkugel-Messsystem verifiziert.

Optische 3D-Druckermodellierung

Philipp Urban (IGD Darmstadt) – philipp.urban@igd.fraunhofer.de

Eine hohe Vorhersagegenauigkeit optischer Druckermodelle ist eine Voraussetzung für die genaue Reproduktion visueller Attribute, wie Farbe, Glanz und Transluzenz, beim 3D-Druck mit mehreren Materialien. Vor kurzem wurden Deep-Learning-basierte Modelle vorgeschlagen, die nur eine moderate Anzahl von gedruckten und gemessenen Trainingsmustern benötigen, um eine sehr hohe Vorhersagegenauigkeit zu erreichen. In Beitrag stellen wir ein Multi-Printer Deep Learning (MPDL) Framework vor, das die Dateneffizienz weiter verbessert, indem es unterstützende Daten von anderen Druckern verwendet. Experimente mit acht Multimaterial-3D-Druckern zeigen, dass das vorgeschlagene Framework die Anzahl der Trainingsmuster und damit den gesamten Druck- und Messaufwand erheblich reduzieren kann. Dies macht es wirtschaftlich machbar, 3D-Drucker öfters zu charakterisieren, um eine

hohe optische Reproduktionsgenauigkeit zu erreichen, die über verschiedene Drucker und über die Zeit hinweg konsistent ist, was für farb- und lichtdurchlässigkeitskritische Anwendungen entscheidend ist.

Neuer Referenzmessplatz zur Bestimmung der winkelaufgelösten Transmission von optischen Diffusoren

**Tatjana Quast¹, Jinglin Fu¹, Sven Teichert¹, Alfred Schirmacher¹, Pablo Santafé-Gabarda² und Alejandro Ferrero² (¹ PTB Braunschweig, ² IO CSIC Madrid Spanien) –
tatjana.quast@ptb.de**

Transluzenz ist ein entscheidender Aspekt bei der Charakterisierung des optischen Erscheinungsbilds von Objekten. Die bidirektionale Transmissions-Distributionsfunktion (BTDF) ist eine übliche Messgröße zur quantitativen Bestimmung der Transluzenz. In der PTB wurde ein neuer Referenzmessplatz aufgebaut, der optimal an die Bestimmung der BTDF angepasst ist. Details zur Messgröße, der technischen Umsetzung und erste Ergebnisse der BTDF von verschiedenen optischen Diffusoren werden präsentiert.

Weisen die Diffusoren eine starke laterale Streuung aufgrund von einer großen geometrischen Dicke oder hohen optischen Dichte auf, muss auch die laterale Diffusion des einfallenden Lichts im Material berücksichtigt werden. Untersuchungen an solch stark streuenden Proben zeigen, dass die BTDF als Messgröße zur Beschreibung der optischen Diffusionseigenschaften nicht mehr ausreicht. Es wird ein phänomenologisches Modell vorgestellt, das diese Beobachtung beschreiben kann.

Zur weitergehenden Untersuchung dieser Eigenschaften läuft aktuell die Planung für das EU-geförderte Projekt.

Messung von Transmissionseigenschaften mittels bildbasierter Technologie Christian Dietz (Rhopoint Instruments GmbH) – christian.dietz@rhpointinstruments.de

In der Kunststoff-Industrie ist die Messung der Transluzenz eine gängige Praxis. Ausgewertet werden dafür im Allgemeinen die Parameter Transmission, Haze und Clarity. Während sich diese Praxis bewährt hat, ist die dafür zugrunde liegende Technologie auf Basis von Ulbricht-Kugeln und Photoempfängern Stand der 1950er Jahre, auf die auch in aktuellen Normenwerken wie der ASTM D1003 immer noch referenziert wird. Moderne Kamera-Technik bietet sich für die zuvor genannten Auswertungen als eine Alternative an und wird auch in aktuellen Normenwerken wie der DIN 6180 beschrieben.

In Zusammenarbeit mit der ETH Zürich entstand das Rhopoint ID, ein modernes, bildbasiertes Messsystem für die zuvor genannten und weitere Parameter der Transmissions-Appearance, wie Anisotropie oder Waviness. Darüber hinaus bietet die Technologie weitere Vorteile. Sei

es bei der Charakterisierung des Abstandsverhaltens transluzenter Materialien für die Automatisierung oder die Übertragbarkeit der Werte zwischen Labor zur Inline-Messung.

Dieser Vortrag beschreibt das Konzept und die Ergebnisse dieser neuartigen Technologie.

Moderne Interferenzpigmente - alte Messgeometrien

Werner Rudolf Cramer (Münster) – wrcramer@muenster.de

Aktuelle Messgeometrien genügen nicht den Anforderungen moderner Interferenzpigmente.

Mitte der 90er Jahre wurde das erste portable Farbmessgerät veröffentlicht. Bei der Auswahl der Messgeometrien orientierte sich der Hersteller an Versuchen der Firma DuPont, die bei einem Beleuchtungswinkel von 45° die Differenzwinkel 15°, 45° und 110° vom Glanzwinkel propagierte. Zeiss hatte die Differenzwinkel von 25°, 45° und 75° bei gleichem Beleuchtungswinkel vorgeschlagen. Die Kombination beider Ideen führte zur Kombination von 5 Differenzwinkeln vom Glanzwinkel: 15°, 25°, 45°, 75° und 110°. Diese Auswahl war trotz verschiedener Versuche an Autolacken mit Aluminiumpigmenten willkürlich.

Zu diesem Zeitpunkt wurden auch Interferenzpigmente sowohl für die Serien- als auch für die Reparaturlackierung im automobilen Bereich eingesetzt. Diese Pigmente basierten auf einem Glimmerplättchen als Trägermaterial, das mit einem starkbrechenden Metalloxid wie Titan-dioxid ummantelt war. Farbmtrisch wurde es wie Aluminium-pigmentierte Lacke mit dem damals neuen Messgerät gemessen, das nur einen Beleuchtungswinkel besaß.

Im Jahre 2000 wurde ein Unterausschuss des amerikanischen ASTM gegründet, der im Jahre 2008 eine „Standard Test Method for Multiangle Color Measurement for Interference Pigments“ herausbrachte, in der eine zweite Beleuchtung bei 15° sowie ein zusätzlicher Differenzwinkel von -15° definiert wurden. Die Basisgeometrien blieben dieselben wie im Jahre 1995.

Seitdem sind verschiedene neue Interferenzpigmente entwickelt worden, teilweise mit unterschiedlichen Trägermaterialien und teilweise auf Basis neuer Produktionsverfahren. Auch neue Interferenzpigmente, deren Farbverläufe auf Brechung basieren, „erblickten das Licht der Welt“. Obwohl hier ganz neue Effekte entstanden, wurden und werden diese Pigmente farbmtrisch mit den „alten“ Messgeometrien behandelt.

Hierbei geht das Prinzip, dass ich das messen möchte, was ich sehe, verloren (WYSIWYG). Die Pigmente (diffraktive Pigmente) besitzen einen Farbwechsel (Regenbogen) weniger in Abhängigkeit des Beleuchtungswinkels, sondern im Bereich von $\pm 35^\circ$ vom Glanzwinkel. Diesen Bereich erfassen die aktuellen portablen Messgeräte nicht.

Im Vortrag wird diese Problematik anhand von Versuchsbeispielen aufgezeigt.

Einfluss von Zeit und Temperatur auf den gemessenen Glanz von gedruckten UV-Farben mit Aluminiumpigmenten

**Carl Fridolin Weber; Hans Martin Sauer; Edgar Dörsam (IDD TU Darmstadt);
Martin Schmitt-Lewen (Heidelberger Druckmaschinen) – weber@idd.tu-darmstadt.de**

Bei der Herstellung von Metallisierungen auf Verpackungen oder anderen Druckprodukten ist ein hoher Glanz für das Erscheinungsbild und die Empfindung der Wertigkeit der Verpackung von großer Bedeutung. Eine der Verfahren, mit denen diese Metallisierungen erzeugt werden können, ist die Verwendung von Druckfarben mit Metalleffektpigmenten. In industriellen Prozessen werden diese, um ein hochglänzendes Produkt zu erzielen, oft in Flexodruckwerken eingesetzt. Aufgrund des aufwändigen Herstellungsprozesses der Pigmente sind die Kosten für die Farben nicht zu unterschätzen. Ein Verständnis über die Wechselwirkungen zwischen den Farben mit Pigmenten und dem Substrat ist von hohem Interesse, um mithilfe der Druckfarben einen hohen Glanz zu erzielen.

Mithilfe einer Labor-Flexodruckmaschine wurden Versuche unter Verwendung von UV-Farben mit Aluminiumpigmenten durchgeführt. Ergebnisse von Glanzmessungen auf der ungehärteten Farbe zeigen, wie sich der Glanz in dem Zeitraum nach dem Andruck je nach Substrat verändert. Weiterhin wurde untersucht, wie sich die Pigmentschicht im Laufe der Zeit verändert und welchen Einfluss Wärmeeinstrahlung und damit eine Verringerung der Viskosität der Farbe auf die Veränderung des Glanzes haben.

Neben den Versuchen auf der Labormaschine wurden Versuche auf einer industriellen Rollendruckmaschine durchgeführt, um zu testen, wie sich die Ergebnisse potenziell auf die industrielle Produktion übertragen lassen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im Rahmen des Vortrags vorgestellt.

Chromogene Materialien – Eine bunte Welt im Wandel

Christian Rabe (IAP, Potsdam) – chriatian.rabe@iap.fraunhofer.de

Chromogene Materialien ändern ihre Farbe oder Transparenz in Abhängigkeit der Temperatur, der elektrischen Spannung, einer wirkenden Kraft oder durch Licht. Sie lassen sich also durch äußere Einflüsse zielgerichtet steuern. Insbesondere Kunststoffe zu Farbwechseln zu befähigen, steht im Fokus der Abteilung »Chromogene Polymere« des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Polymerforschung IAP. Wir entwickeln funktionale Thermoplaste und Duromere, sowie die hierfür erforderlichen Additive. Hieraus entstehen Funktionskunststoffe, Halbzeuge oder vollständige, anwendungsnahe Demonstratoren. Hierdurch kann nahezu die gesamte Wertschöpfungskette abgebildet werden. Diese kann etwa in der Solar- und Agrartechnik, im Maschinenbau oder der Kraftfahrzeug- und Informationstechnik liegen. Neben der Anwendung als Temperatursensoren in Sicherheitsanwendungen werden thermochrome und thermotrope Materialien zusammen mit elektrochromen Systemen vor allem zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden eingesetzt. Schwerpunkte hierbei sind der adaptive Sonnen- und

Wärmeschutz in der Gebäudehülle oder die Vermeidung von Überhitzungseffekten bei Solarkollektoren. Insbesondere Materialien, die in der Lage sind, Kräfte zu visualisieren erlangen gegenwärtig besondere Bedeutung für Anwendungen in Konsumerprodukten, Anlagentechnik und Medizinprodukten.

Farbe: Von der Wahrnehmung bis zur Messung – ein historischer Überblick

Christoph Schierz (TU Ilmenau) – christoph.schierz@tu-ilmenau.de

Farbe ist ein Phänomen der visuellen Wahrnehmung. Der Tatsache, dass wir sie und ihre Eigenschaften dennoch mit Hilfe von physikalisch basierten Messgeräten beschreiben wollen – was einige Konfusion im Verständnis des Phänomens hervorruft – liegt ein langer, seit der Antike dauernder Erkenntnisprozess zu Grunde, der hier skizzenhaft präsentiert wird.

Erste und spätere Farbbezeichnungen bezogen sich auf Gegenstände, mit prototypischen Farben: Rosa und Violett die Blumen, Orange die Frucht. Eine erste systematische Beschreibung und Kommunikation von Farbe ist das Erstellen von Farbgruppen Farbbordnungen. Plato, inspiriert von Pythagoras dachte in Zahlenverhältnissen, wie sie als Analogie auch in Musikintervallen oder den Planetenbahnen gesehen wurden. Aristoteles beobachtete zusätzlich Naturphänomene wie Regenbogen und Sonnenuntergänge. Seine lineare Farbskala Weiß – Gelb – Rot – Violett – Grün – Blau – Schwarz war eine Ordnung der Weiß- bzw. Schwarzanteile.

Da sich Farben nicht nur in einer Eigenschaft unterscheiden, wurden zwei- und dreidimensionale Systeme erforderlich. Newton ordnete 1704 die Spektralfarben in einen (noch unvollständigen) Kreis und im Jahr 1708 veröffentlichte ein heute unbekannter Autor (möglicherweise Claude Boutet) den ersten vollständigen Farbkreis zur Beschreibung von Bunttönen (inkl. das im Regenbogen fehlende Purpur). Eine Erweiterung mit ungesättigten Farben ins Kreiszentrum fand um 1772 durch M. Harris statt und Goethes ab 1808 veröffentlichte Farbenlehre berücksichtigte die Harmonie der Farben zueinander. (Ursache seines Streits mit Newton war die fehlende Unterscheidung zwischen visueller Anschauung und physikalischer Begründung).

Der Schritt in die dritte Dimension erfolgte im 18. Jahrhundert mit den Farbkugeln des Künstlers P. O. Runge, mit dem Astronomen T. Mayer und mit J. H. Lambert, einem Begründer der Photometrie. Die dritte Dimension „Helligkeit“ war zu unterscheiden von der Farbsättigung. Ein zusätzliches Ziel im 19. Jahrhundert – im Zeitalter der Psychophysik von Weber und Fechner – war auch, die Farben dreidimensional so anzuordnen, dass die „empfundene Unterschiede“ zwischen benachbarten Farben überall gleich groß sind. Das konnte z. B. mit E. Herings Urfarbenlehre durch visuelle Anschauung erfolgen oder durch Experimente mit additiven Farbmischungen des Nobelpreisträgers W. Ostwald oder des Malers A. H. Munsell.

Die Studien mit additiven Farbmischungen ermöglichten durch Farbabgleich die große Vielfalt der physikalisch möglichen Lichtspektren auf eine kleinere Vielfalt von Farbvalenzen zu reduzieren. Dieser mathematische 3D-Vektorraum führte 1931 zur Definition des noch heute

für Farbmessungen verwendbaren Farbvalenzsystems der CIE. Experimentelle Grundlage waren die spektralkolorimetrischen Untersuchungen von J. Guild und W. D. Wright. Mathematische Grundlagen erarbeiteten u. a. der Physiker und Nobelpreisträger E. Schrödinger, D. B. Judd, und D. W. MacAdam. Die Reduktion auf einen Vektorraum verbindet die Physik mit der Physiologie des Auges und der Farbwahrnehmung, soweit sie die Farbmischungen betrifft. Weitere Eigenschaften der Farbempfindung werden damit unzureichend erfasst und sind Gegenstand komplexerer Farbempfindungsmodelle.

Deduktive und induktive antagonistische TUB-Farbmatrik zur Verbesserung der CIE-Farbmatrik für weite Bereiche von Leuchtdichte- und chromatischer Adaptation

Klaus Richter (TU Berlin) – klaus.richter@mac.com

Einleitung

Die ISO/CIE-Farbmatrik, z. B. von CIELAB, CIELUV und CIEDE2000 nach ISO/CIE 11664-2, 5 und 4, wird für Oberflächenfarben mit dem Hellbezugswertbereich $Y_N = 2,5 \leq Y \leq 90 = Y_W$ angewendet, siehe ISO/IEC 15775:2022. Das Verhältnis $Y_W/Y_N = 36$ deckt 1,5 logarithmische Einheiten ab. Bei der Normbeleuchtungsstärke von 500 lx in Büros entspricht dies dem Leuchtdichtebereich $4 \text{ cd/m}^2 \leq L \leq 142 \text{ cd/m}^2$ bei grauer Umfeldleuchtdichte $L_u = 28 \text{ cd/m}^2$.

Die folgende TUBLAB-Farbmatrik ist für den Umfeldleuchtdichtebereich $10 \leq L_u \leq 10\,000$ vorgesehen. Der Umfeldleuchtdichteverhältnis beträgt 1000:1 und der Musterleuchtdichtebereich ist zusätzlich um den Faktor 36 größer. Die TUB-Farbmatrik basiert sowohl auf physiologischen als auch auf psychophysikalischen experimentellen Daten des Farbsehens. Für etwa fünf logarithmische Einheiten des Leuchtdichtebereichs werden physiologische Daten von visuellen Erregungen und psychophysikalische Daten von Leuchtdichteschwellen analysiert. Ein TUB-Modell für alle unbunten und bunten Farben enthält die antagonistischen Eigenschaften der komplementären Ostwald-Optimalfarben für alle Farbumstimmungen.

Deduktive und induktive TUB-Farbmatrik für einen weiten Leuchtdichtebereich

Die deduktive TUB-Farbmatrik beginnt mit physiologischen Daten, z. B. von Valetton und Van Norren (1973), die hier durch die Funktion $\tanh(x)$ (tangens hyperbolicus) approximiert werden. Alle Erregungsfunktionen (siehe <http://color.li.tu-berlin.de/eeq0/eeq00-5n.pdf>) sind s-förmig und ähnlich. Die Ableitung einer Erregungsfunktion ist Gauß-förmig (siehe <http://color.li.tu-berlin.de/eeq0/eeq00-3n.pdf>).

Die induktive TUB-Farbmatrik beginnt mit psychophysikalischen Daten, z. B. von Lingelbach und Haberich (1977), die von Richter (1993) angenähert wurden, z. B. die Leuchtdichteschwelle dL als Funktion von L und L_u (siehe <http://color.li.tu-berlin.de/eqn4/eqn40-1a.pdf>). Das Verhältnis L/dL wird als Kontrast bezeichnet und ist Gauß-förmig (siehe <http://color.li.tu-berlin.de/eqn4/eqn40-2a.pdf>). Die physiologischen und psychophysischen Kontrastfunktionen stimmen weitgehend überein.

Physiologische und psychophysische Kontrastberechnung und Interpretation

Nur bei hohen Leuchtdichten liegt der maximale Kontrast bei der Leuchtdichte L_u des Umfeldes. Dies stimmt mit den physiologischen Daten (1973) überein. Die Symmetrie des physiologischen Kontrastes verschwindet in den psychophysikalischen Daten. Bei kurzen Betrachtungszeiten ($< 0,1s$) der beiden benachbarten Musterleuchtdichten ist der psychophysikalische Kontrast jedoch symmetrisch. Daher gibt es weite Übereinstimmung des deduktiven und induktiven Kontrastes als Funktion der Leuchtdichten L und L_u .

TUB-Farbmeterik für ein breiten Bereich von chromatischer Adaption

Richter (2020) hat die farbmeterischen Eigenschaften der komplementären Ostwald-Optimalfarben untersucht. Für Farbwerte, Wellenlängengrenzen, Farbarten und Buntwerte für die Normlichtart D50 (siehe <http://color.li.tu-berlin.de/eqh3/eqh3.htm>). Alle Ostwaldfarben (o) eines Farbenhals haben unterschiedliche Hellbezugswerte Y_o (siehe <http://color.li.tu-berlin.de/eeq8/eeq81-5n.pdf>). Die beiden Buntwerte CAB,2 und CAB,3 ergeben jedoch ungefähr den gleichen radialen Buntwert für jeden Buntton und jede Farbstimmung. Siehe <http://color.li.tu-berlin.de/eeq8/eeq81-7n.pdf> für die Farbstimmung D50 als Beispiel.

TUBLAB-Farbmeterik für einen breiten Bereich von Leuchtdichte- und Buntadaptionen

Das antagonistische Modell TUBLAB für das Farbsehen kann daher für einen weiten Bereich von Leuchtdichte- und chromatischer Adaptation angewendet werden, zum Beispiel anstelle von CIECAM16.

Farben in Natur und Kultur

Eva Lübke (Leipzig) – evaluebbe@aol.com

Der Vortrag thematisiert die Häufigkeit des Vorkommens von Farben in der Natur bei Pflanzen, Tieren und Mineralien. Außerdem über die Verwendung von Farben im Alltag eingegangen. Der Vortrag

basiert auf folgenden drei Büchern:

- Patrick Baty (Hrg.): Die Natur der Farben - Die Geschichte traditioneller Farben und Pigmente
- Patrick Baty (Hrg.): Die Farben der Natur - Über 100 Farbtöne aus der Welt der Tiere, Pflanzen und Mineralien
- Eva Lübke: Farbgeschichten und Farbbilder

Weitere Aspekte des Vortrags sind Farbnamen und Lieblingsfarben. Das Thema Lieblingsfarben beinhalten eine eigene Untersuchung mit ausländischen Studierenden.

