

Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben erster Generation

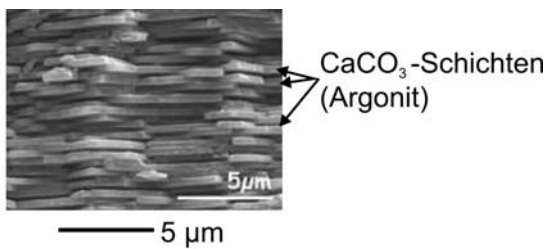
Dr.-Ing. Heike Hupp
VDD-Seminarvortrag



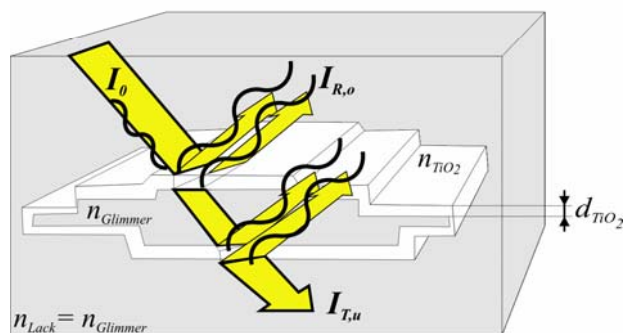
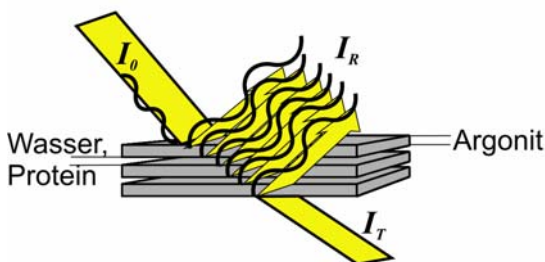
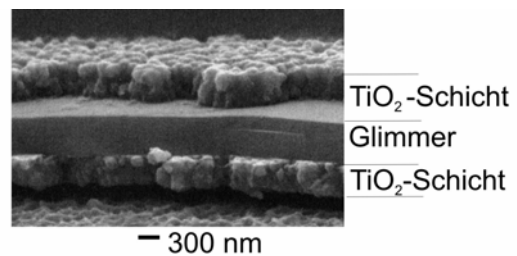
VDD-Seminarvortrag: Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben | Heike Hupp | 19.06.2008 | 1

Interferenzeffektpigmente der ersten Generation

- Effekte natürlicher Perlen



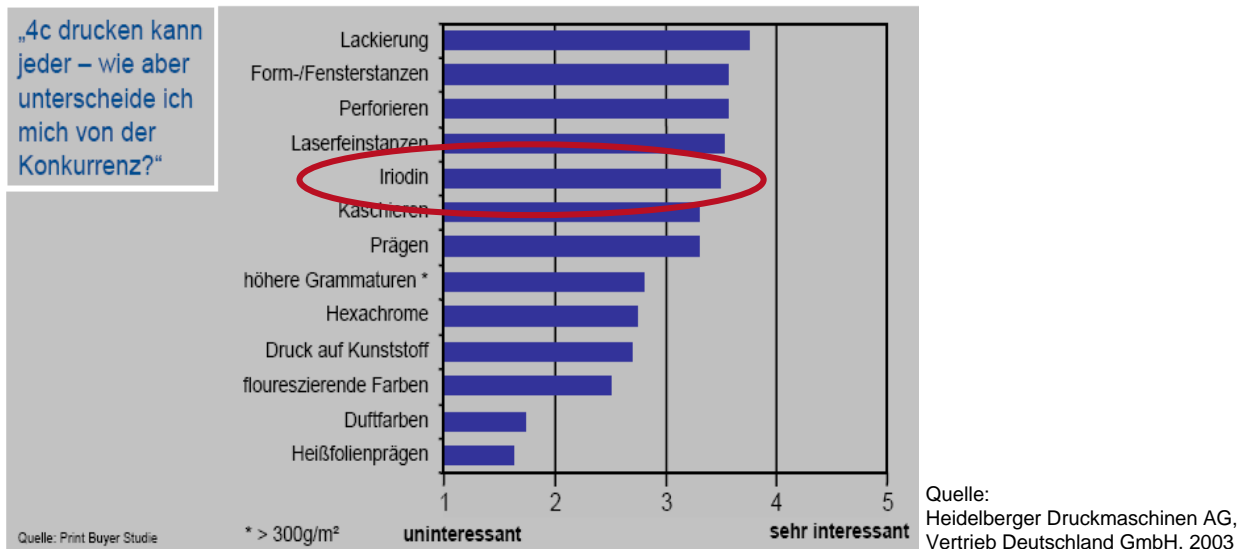
- Interferenzeffektpigmente



Bedeutung von Interferenzeffektfarben (Iridin) im Druck

- „...Print muss sich haptisch und optisch von den e-Medien differenzieren. Im Mehrwert durch Veredelung liegen Chancen für Druckbetriebe ...“

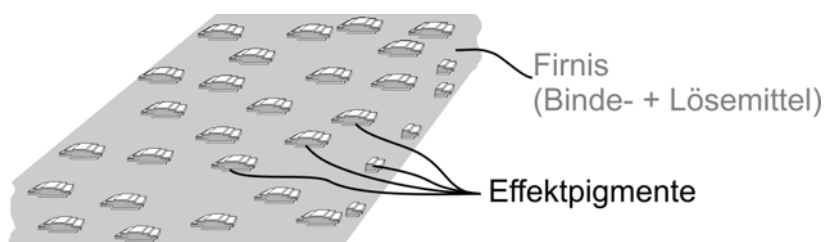
(Quelle: Bilanzpresse- und Analystenkonferenz: Koenig & Bauer AG, 2007)



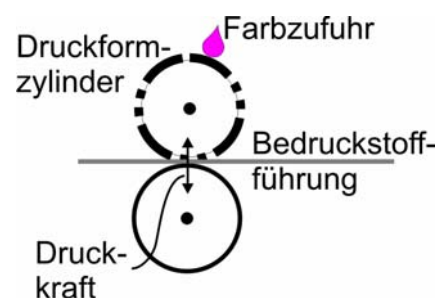
VDD-Seminarvortrag: Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben | Heike Hupp | 19.06.2008 |

Interferenzeffektfarben im Druckprozess

- Interferenzeffektpigment in einer transparenten Firnis



- Eigenschaften des Druckens
 - Kleine Farbschichtdicken (ca. 1 µm)
 - Zusammenhang zwischen gedruckter Farbschichtdicke und Farbeindruck bei Absorptionsfarben
 ⇒ **Ebenfalls bei Interferenzeffektfarben?**



Quellen: Teschner: *Offsetdrucktechnik*. 10. Auflage, Fellbach: Fachschriften-Verlag, 1997

VDD-Seminarvortrag: Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben | Heike Hupp | 19.06.2008 |

Qualitäts- und Prozesskontrolle im Druck

- Absorptionsfarben
 - Messgeometrie: $45^\circ/0^\circ$
 - Qualitätskontrolle:
 - Messtechnische Charakterisierung des Farbeindrucks
 - Kontrollgrößen: **CIE $L^*a^*b^*$, ΔE^*_{ab}**
 - Prozesskontrolle:
 - Messtechnische Ermittlung einer einfachen Steuer-/ Regelgröße
 - Kontrollgrößen: **D_C , D_M , D_Y , D_K** ; Dichte abgestimmt auf die Skalenfarben (Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz)

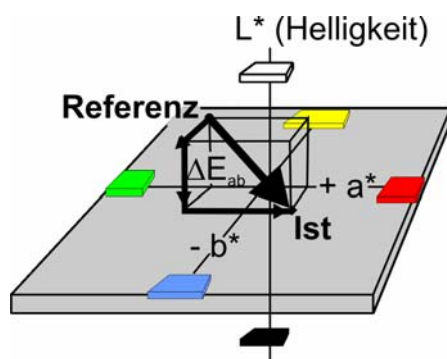
- Interferenzeffektfarben
 - Messgeometrien: **nicht definiert**
 - Qualitätskontrolle:
 - Visuelle Kontrolle am Fenster
 - Kontrollgrößen: **nicht definiert**
 - Prozesskontrolle:
 - Keine definierte Steuer-/ Regelgröße vorhanden
 - Kontrollgrößen: **unbekannt**

Quellen:

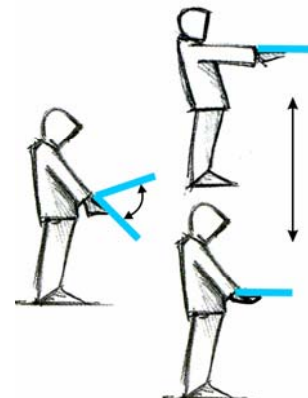
Teschner: *Offsetdrucktechnik*. 10. Auflage, Fellbach: Fachschriften-Verlag, 1997 | Cramer: *Der richtige Blickwinkel*. In: *Farbe & Lack*, 112. Jahrgang, 2006
VDD-Seminarvortrag: Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben | Heike Hupp | 19.06.2008 | 4a

Qualitäts- und Prozesskontrolle im Druck

- Absorptionsfarben
 - Messgeometrie: $45^\circ/0^\circ$
 - Qualitätskontrolle:
 - Messtechnische Charakterisierung des Farbeindrucks
 - Kontrollgrößen: **CIE $L^*a^*b^*$, ΔE^*_{ab}**



- Interferenzeffektfarben
 - Messgeometrien: **nicht definiert**
 - Qualitätskontrolle:
 - Visuelle Kontrolle am Fenster
 - Kontrollgrößen: **nicht definiert**



Quellen:

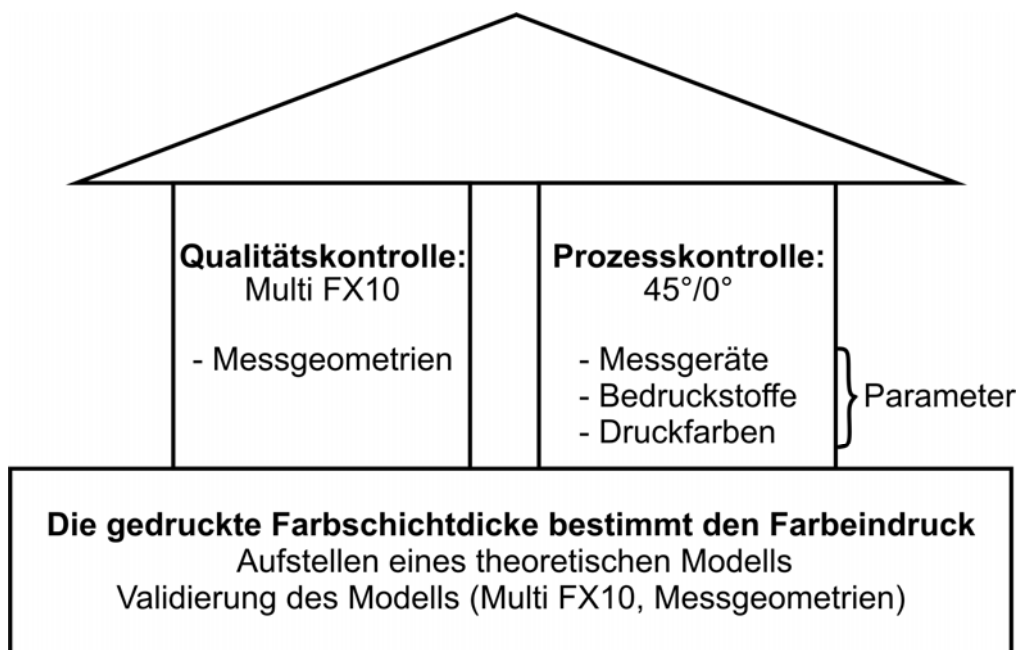
Teschner: *Offsetdrucktechnik*. 10. Auflage, Fellbach: Fachschriften-Verlag, 1997 | Cramer: *Der richtige Blickwinkel*. In: *Farbe & Lack*, 112. Jahrgang, 2006
VDD-Seminarvortrag: Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben | Heike Hupp | 19.06.2008 | 4b

Zielsetzung der Arbeit – Thesen für Interferenzeffektfarben

- **These 1: (Basis)**
Die gedruckte Farbschichtdicke bestimmt und verändert den Farbeindruck.
- **These 2: (Qualitätskontrolle)**
Zur hinreichend genauen Qualitätskontrolle werden zwei unterschiedliche Messgeometrien ($45^\circ/0^\circ$ und $45^\circ/-30^\circ$) benötigt.
- **These 3: (Prozesskontrolle)**
Zur Prozesskontrolle ist die Messung mittels Standard-Messgeometrie ($45^\circ/0^\circ$) ausreichend.

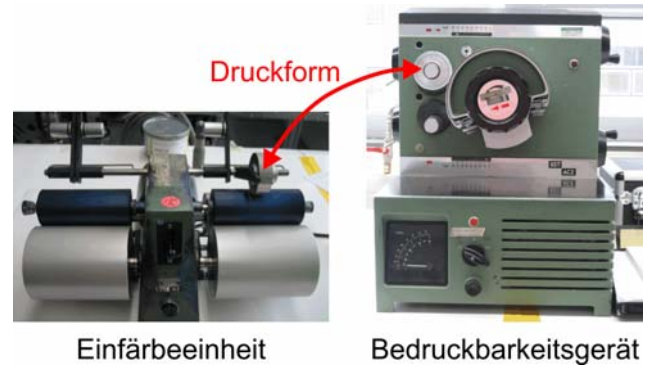


Vorgehensweise



Werkzeuge

- Probenherstellung:
 - Bedruckbarkeitsgerät
- Probenauswertung:
 - Messgeräten der Druckindustrie (Standard-Mesgeometrie 45°/0°)
 - Mehrwinkelspektrofotometer Datacolor Multi FX10 (9 festgelegte Messgeometrien)



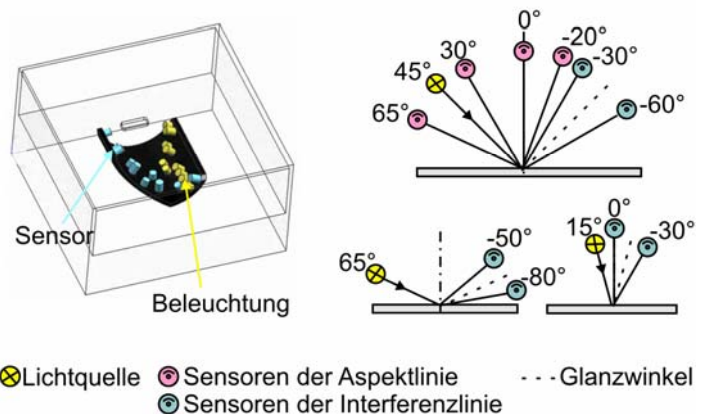
Werkzeuge

- Probenherstellung:
 - Bedruckbarkeitsgerät
- Probenauswertung:
 - Messgeräten der Druckindustrie (Standard-Mesgeometrie 45°/0°)
 - Mehrwinkelspektrofotometer Datacolor Multi FX10 (9 festgelegte Messgeometrien)

Messgeräte mit (Standard) 45°/0°-Messgeometrie:



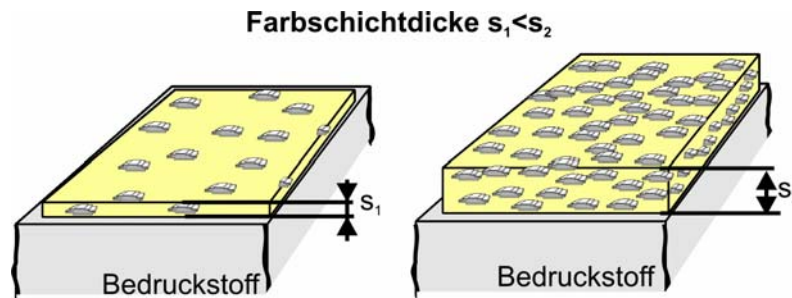
Messgeometrien des Datacolor Multi FX10:



These 1: Farbschichtdicke bestimmt den Farbeindruck

Modellansatz (1)

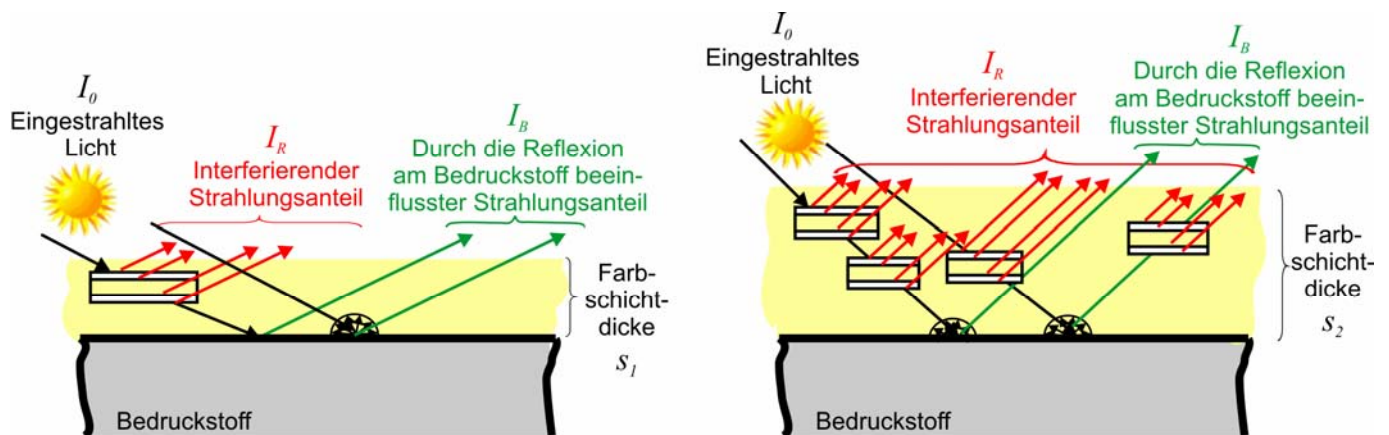
- Modellansatz:
 - Die Farbschichtdicke beeinflusst:
 - Bedeckung des Bedruckstoffs mit Pigment
 - Pigmentüberlagerung



These 1: Farbschichtdicke bestimmt den Farbeindruck

Modellansatz (2)

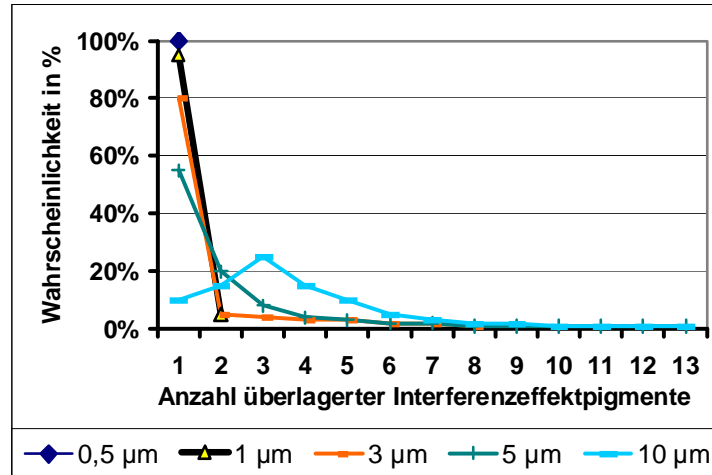
- Berechnung des an den Pigmentflächen interferierenden und des vom Bedruckstoff beeinflussten Strahlungsanteils



$$\rho(\lambda) \equiv \frac{I_{ges}(\lambda)}{I_0(\lambda)} = \frac{I_R(\lambda) + I_B(\lambda)}{I_0(\lambda)}$$

These 1: Farbschichtdicke bestimmt den Farbeindruck Modellannahmen

- Annahme der Pigmentüberlagerung auf Basis der berechneten Pigmentanzahl und Flächendeckung

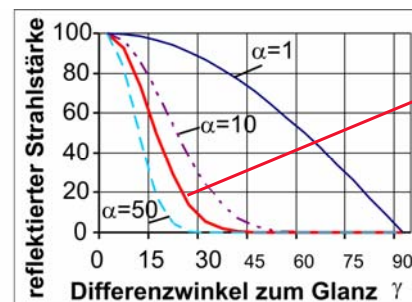
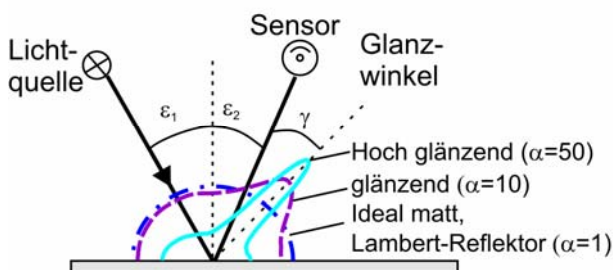


Quelle: Phong Bui Tuong: *Illumination for Computer Generated Pictures*. In: *Communication ACM*, 18. Jahrgang 1975

VDD-Seminarvortrag: Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben | Heike Hupp | 19.06.2008 | 10a

These 1: Farbschichtdicke bestimmt den Farbeindruck Modellannahmen

- Annahme der Pigmentüberlagerung auf Basis der berechneten Pigmentanzahl und Flächendeckung
- Berechnung des interferierenden Strahlungsanteils I_R
 - Mehrstrahlinterferenz
 - Wahl einer festen Beschichtungsdicke d_{TiO_2} für alle Pigmente
- Berücksichtigung des Beobachtungswinkels durch das Phong-Modell



$\alpha=20$;
Gewählt im
Modell

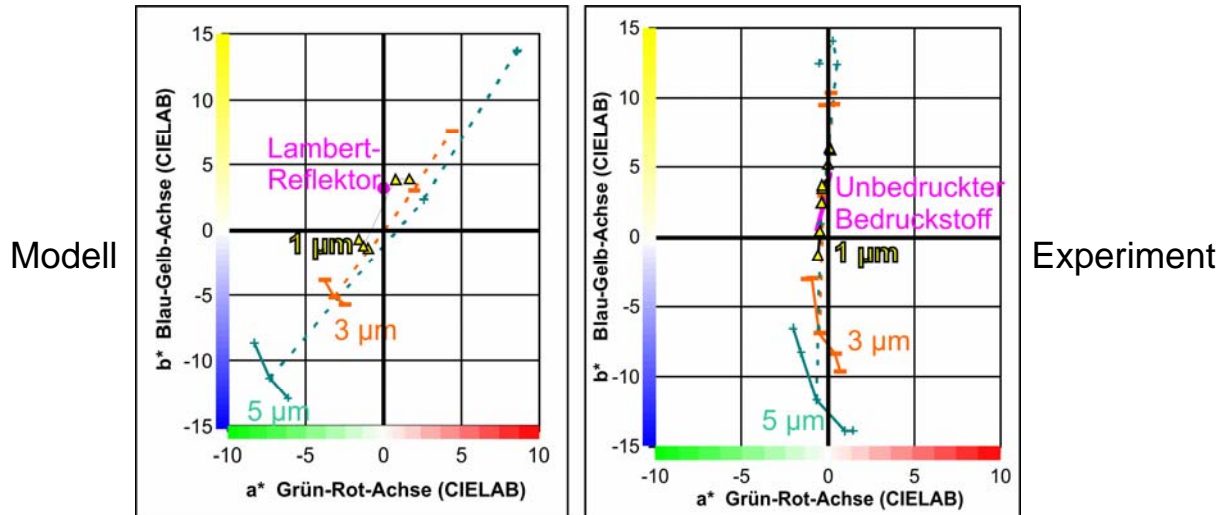
$$I_{\text{Beobachtungswinkel}} = I_0 \cdot \rho \cdot \cos^\alpha(\gamma)$$

Quelle: Phong Bui Tuong: *Illumination for Computer Generated Pictures*. In: *Communication ACM*, 18. Jahrgang 1975

VDD-Seminarvortrag: Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben | Heike Hupp | 19.06.2008 | 10b

These 1: Farbschichtdicke bestimmt den Farbeindruck Validierung

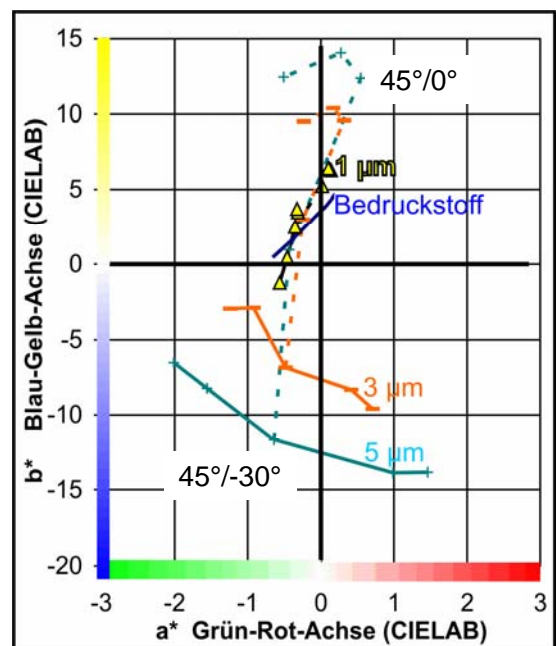
- Tendenziell gleich große Ausprägung des Farbflops (Aspektlinie ----): $\frac{a}{a'} \propto \frac{b}{b'}$
- Ähnliches Verhalten in Bezug auf die Veränderung der Interferenzlinie (—)



⇒ **Bestätigung der These 1: Die Farbschichtdicke bestimmt den Farbeindruck!**

These 2: Messgeometrien für die Qualitätskontrolle Vorgehensweise

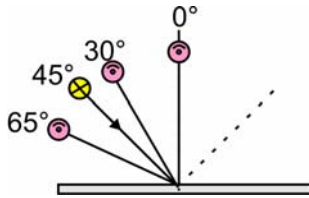
- Betrachtung des Farbflops (ΔE^*_{ab}) entlang der Aspektlinie
- Messgeometrie 45°/0° als „Referenz“
- Betrachtung der Veränderung des Farbendrucks (ΔE^*_{ab}) entlang der Interferenzlinie
- Messgeometrie 45°/-30° als „Referenz“



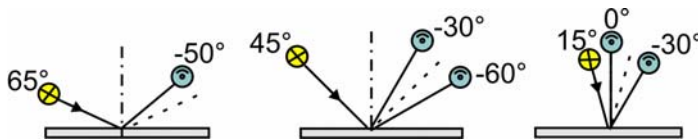
Experiment: LithoBlue auf Scheufelen Imperial APCO II/II

These 2: Messgeometrien für die Qualitätskontrolle Ergebnisse (1)

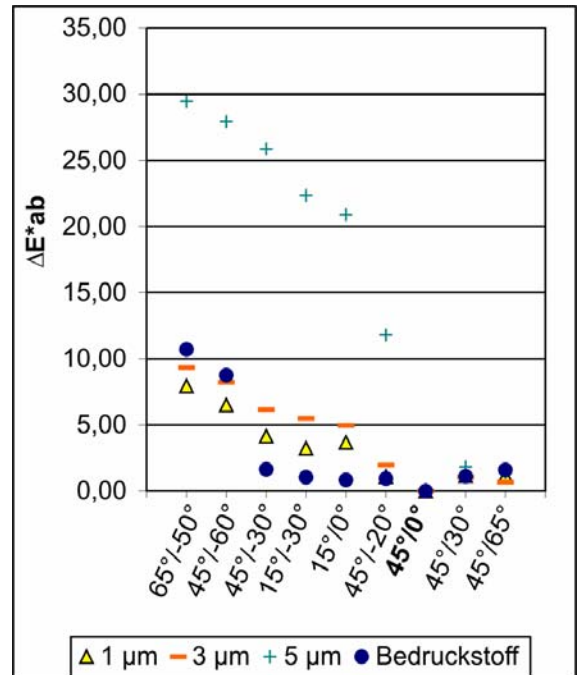
- Messgeometrien weit weg vom Glanz:
 - $\Delta E^*_{ab} \leq 2$ (nicht bzw. gerade wahrnehmbar)



- Messgeometrien nahe des Glanzes:
 - $\Delta E^*_{ab} > 2$ (wahrnehmbar)



⇒ Notwendigkeit für min. 2 unterschiedliche Messgeometrien



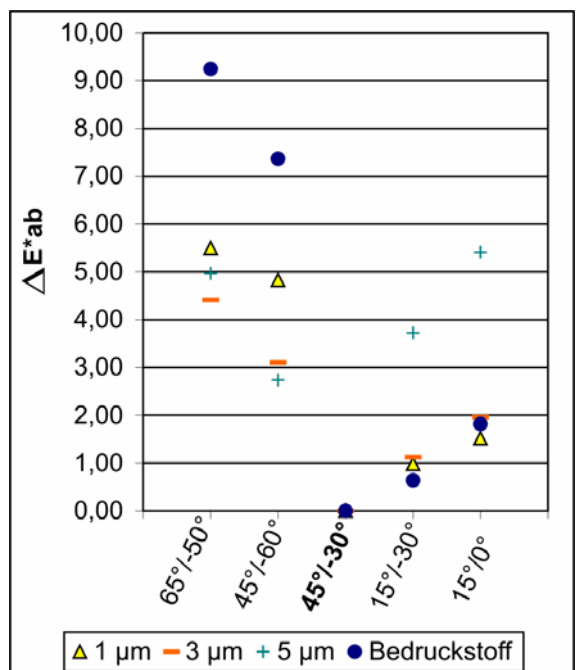
Experiment: LithoBlue auf Scheufelen Imperial APCO II/II

These 2: Messgeometrien für die Qualitätskontrolle Ergebnisse (2)

- Messgeometrien 65°/60° und 45°/50° zeigen ein visuell nicht nachvollziehbares Verhalten
- Nicht bzw. gerade wahrnehmbare Veränderung ($\Delta E^*_{ab} < 2$) für kleine und mittlere Farbschichtdicken

⇒ Eine Messgeometrie auf der Interferenzlinie bei drucktypischen Farbschichtdicken ausreichend

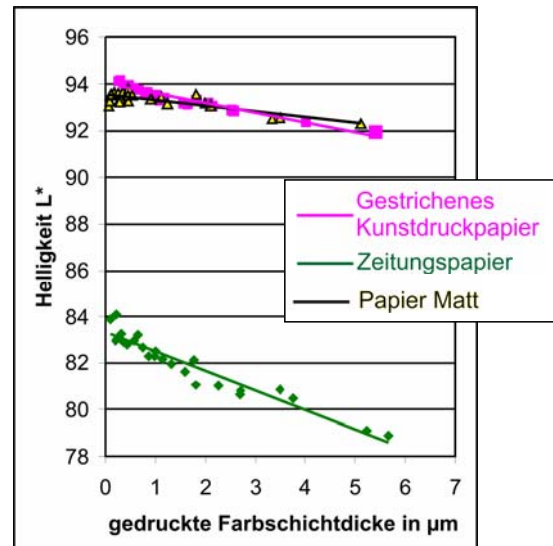
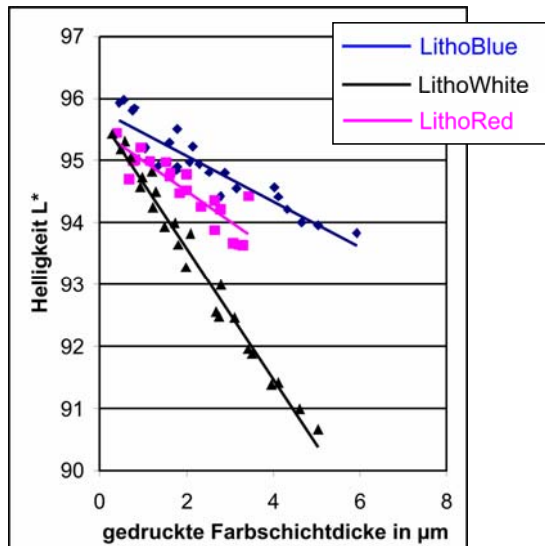
⇒ Bestätigung der These 2



Experiment: LithoBlue auf Scheufelen Imperial APCO II/II

These 3: Prozesskontrolle mittels 45°/0°-Messgeometrie Ergebnisse (1)

- Bei einer Messung unter 45°/0° zeigt sich ein einheitliches Verhalten der Helligkeit L^* in Bezug auf:
 - unterschiedliche Interferenzeffektfarben und
 - auf unterschiedliche Bedruckstoffe gedruckte Interferenzeffektfarben



VDD-Seminarvortrag: Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben | Heike Hupp | 19.06.2008 | 15

These 3: Prozesskontrolle mittels 45°/0°-Messgeometrie Ergebnisse (2)

- Unterschiedliche Ausgangshelligkeit bei unterschiedlichen Bedruckstoffen
⇒ Notwendig: Unabhängigkeit vom Ausgangswert, d.h. dem Bedruckstoff.

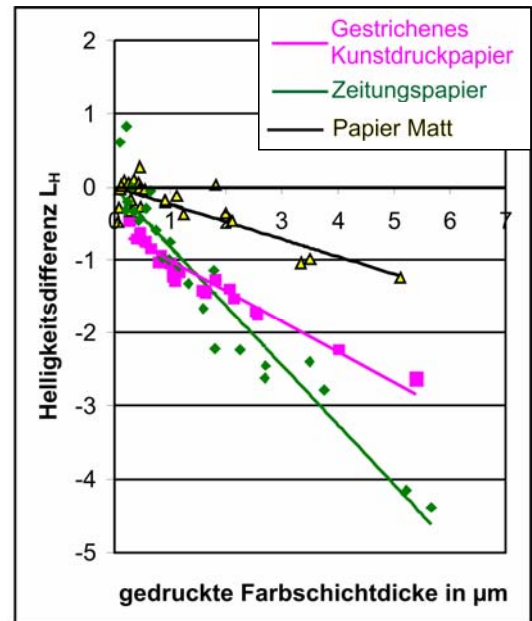
Ansatz:

- Nutzung der Helligkeit L^*_{Bedruck} des unbedruckten Bedruckstoffs als Referenz
- Bildung einer neuen Prozessgröße: Helligkeitsdifferenz L_H

$$L_H = L^*_{\text{Probe}} - L^*_{\text{Bedruckstoff}}$$

These 3: Prozesskontrolle mittels 45°/0°-Messgeometrie Ergebnisse (3)

- Annähernd lineares Verhalten ($L_H \propto s$) für Farbschichtdicken bis 5 μm
- Gestrichenes Kunstdruckpapier:
 - Relevanteste Papiersorte
 - Beste Annäherung auch im kleinen Schichtdickenbereich
- Abhängigkeit der Geradensteigung von:
 - Bedruckstoff
 - Druckfarbe
 - zur Messung verwendetem Messgerät



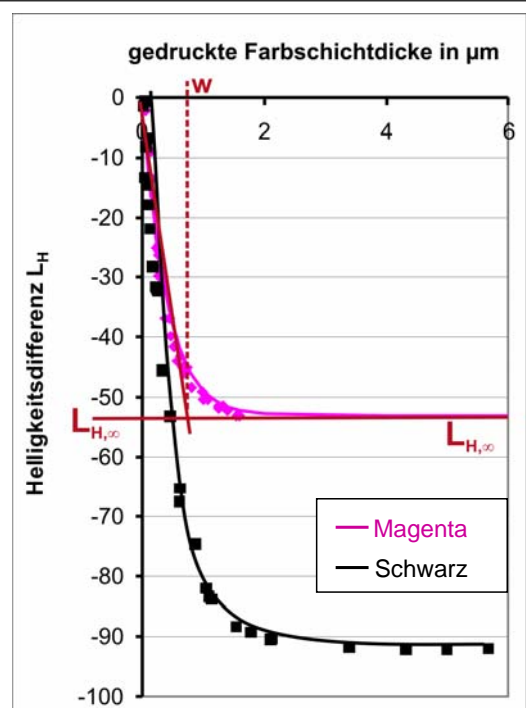
Experiment: LithoBlue auf unterschiedlichen Bedruckstoffen; Messgerät SpektroDens

These 3: Prozesskontrolle mittels 45°/0°-Messgeometrie Ergebnisse (4)

Fragestellung:

- Anwendbarkeit der neuen Prozessgröße Helligkeitsdifferenz L_H auch für Absorptionsfarben möglich?
- Keine Beschreibung über eine Gerade wie bei Interferenzeffektfarben
- Verhalten ähnelt einer Abklingfunktion

$$L_{H,berechnet} = L_{H,\infty} \cdot \left(1 - e^{-\frac{1}{w} \cdot s}\right)$$



Experiment: Absorptionsfarben auf Phoenix Imperial; Messgerät SpektroDens

Zusammenfassung

- Modell zur qualitativen Beschreibung der Veränderung des Farbeindrucks in Abhängigkeit der gedruckten Farbschichtdicke
- Qualitätskontrolle:
 - Zwei Messgeometrien zur Charakterisierung der Interferenzeffektfarbe und des Einflusses der gedruckten Farbschichtdicke
 - Gewählte Messgeometrien: 45°/0° und 45°/-30°
- Prozesskontrolle:
 - Neue Messgröße: Helligkeitsdifferenz $L_H = L_{Probe}^* - L_{Bedruckstoff}^*$
 - Lineares Verhalten für Interferenzeffektfarben
 - Abklingfunktion für Absorptionsfarben

Ausblick

- Weiterentwicklung und Anpassung des Modells
 - Ziel: Qualitative und quantitative Charakterisierung des Farbeindrucks
- Standardisierung einer visuellen Abmusterung
 - Hinweis: Verhalten der Messergebnisse des unbedruckten Bedruckstoffs bei flachem Beobachtungs- und Beleuchtungswinkel
- Festlegung von Qualitätsanforderungen und -standards für gedruckte Interferenzeffektfarben

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

