

Die neuen CtP-Technologien haben mittlerweile gezeigt, dass sie deutliche Auswirkungen nicht nur auf die Bebilderung, sondern auch auf den Druck haben. Dies kommt auch in Betrieben mit kleinformatigen Druckmaschinen zum Tragen. Zudem werden die CtP-Technologien oft zum Taktgeber für die Automatisierung in weiteren Prozessschritten.

Für viele Anwender stellen sich die Fragen: Wie sind das Potenzial und die Auswirkungen der neuen Technologie in den einzelnen Produktionsschritten einzustufen? Wo liegen die Grenzen? Darauf will das 8. Fogra-CtP-Symposium Antworten geben.

In **Session A** werden die „Thermoplatten im Spiegel der Zeit“ mit Blick in die Zukunft der thermischen Bebilderung einen Schwerpunkt bilden. Die Referenten der großen Plattenhersteller werden auf aktuelle Trends und Weiterentwicklungen bei der thermischen Bebilderung eingehen. Ergänzt wird die Session durch Ergebnisse aus aktuellen Forschungsprojekten der Fogra zu potenziellen Fehlerquellen beim Druck mit thermisch bebilderten Platten.

Session B behandelt die Fragestellung „Grün drucken – chemiefreies Glück?“ Sie steht im Spannungsfeld von Ökologie und Ökonomie. Dieser Aspekt wird

von Herstellerseite und mit Ergebnissen aus Fogra-Projekten beleuchtet.

Session C betrachtet die Auswirkungen der direkten Bebilderung mit UV-Licht. Nach einem Übersichtsvortrag der Fogra findet eine Podiumsdiskussion unter dem Titel „Thermische, Violettlicht- oder UV-Bebilderung – welche Technologie für welche Produktionsbedingungen?“ statt. Es diskutieren die Platten- und Maschinenhersteller mit Praxisanwendern und den Symposiumsteilnehmern im Saal.

In **Session D** berichten schließlich Anwender sowie Referenten der Fogra über die alternativen Technologien für kleinformatige Druckmaschinen. In dieser Session werden zudem die Möglichkeiten der Qualitätssicherung und der messtechnischen Auswertung beleuchtet.

Nehmen Sie die Gelegenheit wahr, sich zu aktuellen Themen zu informieren und die Aussagen kritisch zu diskutieren! Das ausführliche Programm finden Sie auf unserer Website: www.fogra.org



Anmeldung und Information

Inge Burian
Abt. Öffentlichkeitsarbeit/Vertrieb
Tel. +49 89. 431 82 - 114
E-Mail burian@fogra.org

Termine

Bitte vormerken: Fogra-Mitgliederversammlung München, 28. Mai 2009

Schulungen

Farbmanagement in Druckvorstufe und Druck
11. bis 12. März 2009

Farbmanagement für Experten
13. März 2009

Grundlagen der Drucktechnik
23. bis 26. März 2009

Farbverbindlicher Softproof – Workshop
27. März 2009

Grundlagen der Drucktechnik – kompakt
30. und 31. März 2009

Fehler an Druckerzeugnissen
20. bis 23. April 2009

Farbmanagement für Druck-einkäufer
27. April 2009

Symposien

Digitaldruck trifft Offset
Frankfurt/Main, 18. März 2009

CtP-Thermoplatten und die Alternativen
München, 27. und 28. Mai 2009

Verpackung – Druck, Verarbeitung und Funktionalitäten
München,
22. und 23. Oktober 2009

Colour Management
Symposium
München,
25. und 26. Februar 2010

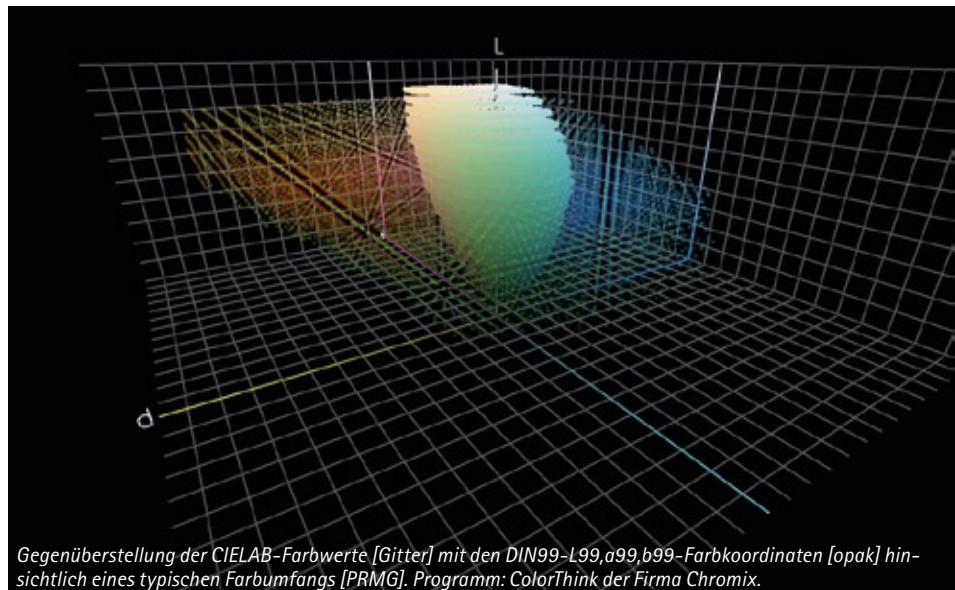
Der Weg zu CIELAB, CIELUV und CIEDE2000

Andreas Kraushaar

Dieser Artikel ist der dritte Teil einer Serie aus dem aktuell abgeschlossenen Forschungsbericht mit der Nr. 60.054 „Untersuchung moderner Farbabstandsformeln“. Er geht stärker auf die mathematischen Aspekte der verschiedenen Abstandsformeln ein und ist daher nicht ganz leicht „verdaulich“. Wir hoffen dennoch, einen möglichst großen Kreis von interessierten Lesern mit diesem spannenden Thema anzusprechen. Der vollständige Forschungsbericht steht Fogra-Mitgliedern kostenlos zum Bezug bereit.

Grundlage der Farbabstandsbewertung sind die messtechnisch erfassten Farbmesszahlen CIE XYZ. Die Berechnung von Farbdifferenzen auf Grundlage des zugehörigen CIEXYZ-Normvalenzsystems hat sich jedoch als nicht praktikabel herausgestellt, da die geometrischen Abstände dort sehr stark von den empfundenen Farbunterschieden abweichen.

Deshalb hat die internationale Beleuchtungskommission CIE [franz.: Commission Internationale d'Éclairage] drei aus dem Normvalenzsystem durch Transformation hervorgegangene Farbräume empfohlen, die der menschlichen Farbabstandsempfindung besser, aber keineswegs perfekt nachgebildet sind. Dabei handelt es sich um den 1960



Gegenüberstellung der CIELAB-Farbwerte [Gitter] mit den DIN99-L99,a99,b99-Farbkoordinaten [opak] hinsichtlich eines typischen Farbumfangs [PRMG]. Programm: ColorThink der Firma Chromix.

entstandenen UCS-Farbraum [engl.: uniform chromaticity scale], den daraus entwickelten L*u*v'-Farbraum [CIE-LUV] sowie den 1976 vorgestellten L*a*b*-Farbraum, auch kurz CIELAB-Farbraum genannt. Letzterer basiert auf der ANLAB-Farbabstandsformel und ist gegenwärtig Grundlage für viele Toleranzvorgaben innerhalb der für die Druckindustrie maßgebenden Farbabstandsbewertung nach ISO 12647 [z. B. „Prozessstandard Offsetdruck“] und ISO 13655.

Für den CIELAB-Farbraum wurde von der CIE ein Abstandsmaß ΔE^*_{ab} als Kenngröße für die Unterscheidbarkeit zweier Farbproben definiert; es ist als „geometrischer“ Abstand zweier Farben im CIELAB-Raum festgelegt. Dies lässt eine einfache Vektorinterpretation eines Farbabstandes in einem Farbraum zu; ein Gesamtfarbabstand [Vektorlänge] kann somit leicht in Buntton-, Buntheits- und Helligkeitsunterschied unterteilt werden. Diese Eigenschaft der CIELAB-Farbabstandsformel war

Grundvoraussetzung für eine einfache Handhabung und trug wesentlich zur Verbreitung des CIELAB-Systems, über die grafische Industrie hinausgehend, bei. Der Begriff „Farbton“ ist bereits im CIExy-Normfarbdreieck definiert und wurde somit für die Angabe im CIELAB-System zu „Buntton“ modifiziert. An dieser Stelle ist anzumerken, dass ein Farbabstand ΔE^*_{ab} von 1 oft fälschlicherweise als Sichtbarkeitsschwelle [als „Just Noticeable Difference - JND“] bezeichnet wird. Es kann am Beispiel der neutralgrauen und gelben Farben gezeigt werden, dass ein ΔE^*_{ab} von 1 beim CIELAB-System nicht der Sichtbarkeitsschwelle entspricht.

Farbabstandsmetriken durch Gewichtung der Differenzkomponenten

In Farbabstandsformeln der so genannten ersten Kategorie geht man meist vom CIELAB-Farbraum aus und gewichtet die einzelnen Farbabstandskomponenten [z. B.: ΔL^* , ΔE^*_{ab} und ΔH^*_{ab}] unterschiedlich, was beispiels-



Vorstandsvorsitzender:
Stefan Aumüller
Verantwortlich für den Inhalt:
Dr. Eduard Neufeld
Redaktion: Rainer Pietzsch
Fotos: Fogra

Anschrift für den Verleger, Druck und alle Verantwortlichen:
Fogra Forschungsgesellschaft Druck e.V.
Streitfeldstraße 19, D-81673 München
Telefon +49 89. 431 82 - 0
Fax +49 89. 431 82 - 100
E-Mail info@fogra.org
Internet www.fogra.org

weise zu den Farbabstandsformeln CMC, CIE94, „Lübbe“ oder CIEDE2000 führte. Für eine genaue Umsetzung der Differenzbildung ist es wichtig, wie der Mittelwert gebildet werden soll. Ferner soll zwischen den Wichtungs- und Korrekturtermen unterschieden werden.

Erstere sind funktionale Zusammenhänge bzw. Abhängigkeiten z. B. von der Helligkeit, von der Buntheit oder vom Buntton des jeweils zu bewertenden Farbabstandes [Probe und Standard bzw. Referenz]. Korrekturparameter sind meist konstante Faktoren und dienen der Anpassung an die Gegebenheiten der individuellen Probencharakteristik und -darbietung [Textur, Hintergrund, Umfeld, Abstand zueinander etc.]. Sie sind notwendig, da die Größe der wahrgenommenen Farbunterschiede zwischen Probenpaaren nicht allein von farbmtrisch bestimmten Abständen abhängt, sondern auch von äußeren Betrachtungsbedingungen.

CIE94-Formel – Eine gute Farbabstandsformel fand kaum Anwendung

1994 wurde von der CIE die Farbabstandsformel CIE94 publiziert. Sie basiert auf einem ähnlichen Ansatz wie die vorher entwickelte CMC-Formel aus der Textilindustrie und verwendet drei Korrekturparameter [kL, k1 und k2], die je nach Anwendungsgebiet angepasst werden können. Sie ist von der CIE offiziell zurückgezogen worden.

CIEDE2000 – Die aktuelle Farbabstandsformel der CIE

Da die CIE94 keine allgemeine Akzeptanz in der Industrie erreichte, wurde eine Verfeinerung mit Hilfe neuer Datensätze durchgeführt, die auch gleichzeitig die CMC-Formel verbesserte [und damit ersetzte]. Das Ergebnis wurde als CIEDE2000-Formel publiziert. Hierzu wurden weitere Datensätze von verschiedenen Forschungsgruppen aufgenommen. Die CIEDE2000-Farbabstandsformel beinhaltet nicht nur Gewichtungsfunktionen für die Helligkeit, die Buntheit und den Buntton, sondern auch so genannte Mischterme. Diese Terme berücksichti-

gen eine zusätzliche Abhängigkeit der Buntheit vom Buntton.

Für die Berechnung des CIEDE2000-Farbabstandes ΔE^*_{00} sind allerdings so komplizierte Rechenschritte notwendig, dass ein Anwender unbedingt auf ein geeignetes Rechenprogramm bzw. auf ein Messgerät mit bereits implementierter CIEDE2000-Formel [und einstellbaren Korrekturfaktoren] angewiesen ist.

Farbabstandsmetriken durch Transformation in einen neuen Raum

Die bisher vorgestellten Formeln korrigieren die CIELAB-Formel durch Gewichtung der Differenzkomponenten. Wie bereits erläutert, verliert ein Farbabstand deshalb die Bedeutung eines geometrischen Abstandes, d. h. der Vektorlänge zwischen zwei Punkten. Nur eine unmittelbare Verbindung von Farbkoordinaten und Farbabstand erlaubt eine direkte Interpretation farbmtrischer Ergebnisse im zugehörigen, durch die Farbmaßzahlen bestimmten Farbraum.

DIN99 – Die Vektorinterpretation der Farbe bleibt erhalten

Der Fachnormenausschuss Farbe im DIN hatte sich parallel zur Entwicklung der CIE [CIEDE2000] mit der Idee befasst, die CIELAB-Koordinaten selbst empfindungsgemäß zu transformieren und nicht erst die Differenzkomponenten. Dies führte zu einem neuen Farbkoordinatensystem, das folglich einen für kleine Farbabstände empfindungsgemäß gleichabständigen Farbraum definierte. Die Farbabstände können nun als Vektorlänge aus den Differenzen der Farbkoordinaten, hier L99, a99 und b99, berechnet werden. Die entsprechende Formel wurde 1999 als DIN99-Formel vorgestellt. Der Farbabstand ΔE_{99} berechnet sich gemäß folgender Gleichung:

$$\Delta E_{99} = \frac{1}{k_E} \cdot \sqrt{(\Delta L_{99})^2 + (\Delta a_{99})^2 + (\Delta b_{99})^2}$$

Allen Farbabstandsformeln gemein ist die Korrektur der Überbewertung bunter

Farben im CIELAB-System. Die notwendige Reduzierung der Gewichtung wird beispielhaft im DIN99-Farbraum deutlich, der in der Abbildung auf Seite 2 dem CIELAB-Farbumfang eines typischen Druckfarbumfanges gegenübergestellt ist. Dies führt, vergleichbar mit den bereits beschriebenen Abstandsmaßen, zu einer modifizierten Darstellung von Farbumfängen, die im Vergleich zum bekannten CIELAB-System eine wesentlich höhere Gleichförmigkeit aufweisen. Hiermit ist in erster Linie die zum Teil stark variierende Buntheit in Abhängigkeit vom Buntton gemeint.

CIECAM02 – Das Farberscheinungsmodell als Farbabstandsmetrik?

Eine bisher noch nicht untersuchte Methode der Farbabstandsbewertung ist die Anwendung von Farberscheinungsmodellen [engl. CAM: Color Appearance Models]. Ein Farberscheinungsmodell ermöglicht bei Kenntnis der konkreten Betrachtungsbedingungen eine Transformation von den CIEXYZ-Farbmaßzahlen der Probe und der Beleuchtung zu absoluten Ordnungsmerkmalen der Farberscheinung. Diese können mit der inversen Abbildungsvorschrift in diejenigen Farbmaßzahlen transformiert werden, welche in einer anderen Betrachtungsbedingung die gleiche Farberscheinung erzielen.

Für die Bewertung von Farbunterschieden ist jedoch nur die erste Transformation von Interesse. Hierbei transformiert man die Farbwerte der zu bewertenden Farbproben, unter Berücksichtigung der konkreten Betrachtungsbedingungen, in das durch die Ordnungsmerkmale aufgespannte Koordinatensystem. Das aktuelle Farberscheinungsmodell der CIE ist CIECAM02, mit den Ordnungsmerkmalen J [CIECAM Helligkeit], a* und b* [transformierte Rot-Grün- bzw. Gelb-Blau-Koordinaten]. Vergleichbar mit der DIN99-Formel muss auch in diesem Fall die Vektorinterpretation des Farbabstandes nicht verlassen werden. Der Farbabstand berechnet sich anschließend analog zum Lehrsatz des Pythagoras als Vektorlänge aus den beiden transformierten Farborten [Jab1 und Jab2].

Neuer Ansatz: „Euklidisierung“ von Farbabstandsformeln

Die mit dem Einsatz eines euklidisierten Farbabstandes verbundenen Vorteile wurden bereits ausführlich beschrieben. Es stellt sich die Frage, ob es möglich ist, einen Farbenraum zu konstruieren, der möglichst genau die Qualität und Funktionalität einer bekannten und etablierten Farbabstandsformel widerspiegelt [Euklidisierung].

Die Idee, Farbabstandsformeln der ersten Kategorie zu euklidisieren, ist so alt wie die Farbabstandsforschung selbst. Hierbei wird versucht, eine mathematische Funktion abzuleiten, welche die Farbwerte der Vorlage und der Nachstellung in einen neuen Farbraum transformiert. Dieser erlaubt dann wieder die gewohnt einfache Berechnung des Farbabstandes sowie die vom CIELAB-System her geläufige Zerlegung in Anteile wie Buntheitsdifferenz, Helligkeitsdifferenz und Bunttonunterschied. Der so bestimmte Farbabstand stimmt je nach Leistungsfähigkeit der gewählten Berechnungsvorschrift möglichst exakt mit den Farbabständen der zu euklidisierenden Farbabstandsformel überein. Somit könnte die leistungsfähige Farbabstandsbewertung moderner Farbdifferenzmetriken analog zur einfachen Anwendung des bekannten „ ΔE^*_{ab} “ und seiner Anteile kombiniert werden. Der Anwender mit Kenntnissen im CIELAB-System muss in diesem Fall nicht umlernen.

Eine praxistaugliche Transformation ist erst seit kurzem in der Farbwissenschaft verfügbar. Dabei wurde für die CIEDE2000-Farbabstandsformel mit einem mathematischen Verfahren eine Tabelle erstellt, die jeden Farbort in ein neues Koordinatensystem überführt. Die einfache Berechnung des Abstandes in den neuen Farbkoordinaten ergibt dann mit sehr hoher Genauigkeit den CIEDE2000-Farbabstand. ┘

Neuer Fogra-Mitarbeiter:

Peter Karp

Peter Karp, geboren 1967 in Ludwigshafen-Oggersheim, machte eine Ausbildung als Großhandelskaufmann. In Köln studierte er „Fotoingenieurwesen“ und schloss das Studium mit einer Diplomarbeit zur Farboptimierung eines Video-Operationsmikroskops bei der Firma Zeiss



in Oberkochen ab. Daraus entwickelte sich seine Leidenschaft zu allen Themen rund um Farbwahrnehmung und speziell der „Bildschirmdarstellung“. Anschließend arbeitete er 5 Jahre beim Braunschweiger Monitorhersteller Quatographic im technischen Produktmanagement.

Seit April 2008 verstärkt Herr Karp die Vorstufenabteilung. Zu seinen derzeitigen Aufgaben zählen die Mitarbeit beim Forschungsprojekt „Aufbau und Untersuchung eines Softproof-Arbeitsplatzes“, das Erstellen von Gutachten und die Betreuung der „FograCert Softproofing System“ im Prüfprogramm der Fogra. ┘

Fogra-Patentschau

Sie müssen als Entscheider frühzeitig die technischen Trends in der Druckindustrie abschätzen? Die Zukunft beschäftigt Sie schon heute? – Hier ist die Fogra-Patentschau die ideale Informationsgrundlage.

Jeden Monat informieren wir Sie durch eine Zusammenstellung von Hinweisen über Patente im Bereich der Druckindustrie, die in der Bundesrepublik Deutschland angemeldet wurden.

Unser Wolfgang Hergl sendet Ihnen gerne ein kostenloses Probeexemplar zu! ┘

Neue Fogra-Veröffentlichung:

Untersuchungen zur Trocknung und zur Verblockungsneigung von dispersionslackierten Offsetdrucken

In diesem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Programm zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung“ [IGF] über die AiF geförderten Forschungsprojekt wurden Untersuchungen an Dispersionslacken, Druckfarben und Papieren sowie an dispersionslackierten Drucken durchgeführt, um Zusammenhänge zwischen den jeweiligen Materialeigenschaften und der Verblockungsneigung der Offsetdrucke aufzuzeigen.

Fogra-Mitglieder erhalten Forschungsberichte kostenfrei zugesandt, bei Nichtmitgliedern berechnen wir eine Gebühr.

Bestellen Sie über unseren Online-Shop [www.fograshop.org] oder direkt bei Wolfgang Hergl! ┘

i Kontakt

Andreas Kraushaar
Abt. Vorstufentechnik
Tel. +49 89. 431 82 - 335
E-Mail kraushaar@fogra.org

i Kontakt

Peter Karp
Abt. Vorstufentechnik
Tel. +49 89. 431 82 - 334
E-Mail karp@fogra.org

i Kontakt und Bestellung

Wolfgang Hergl
Abt. Öffentlichkeitsarbeit/Vertrieb
Tel. +49 89. 431 82 - 412
E-Mail hergl@fogra.org