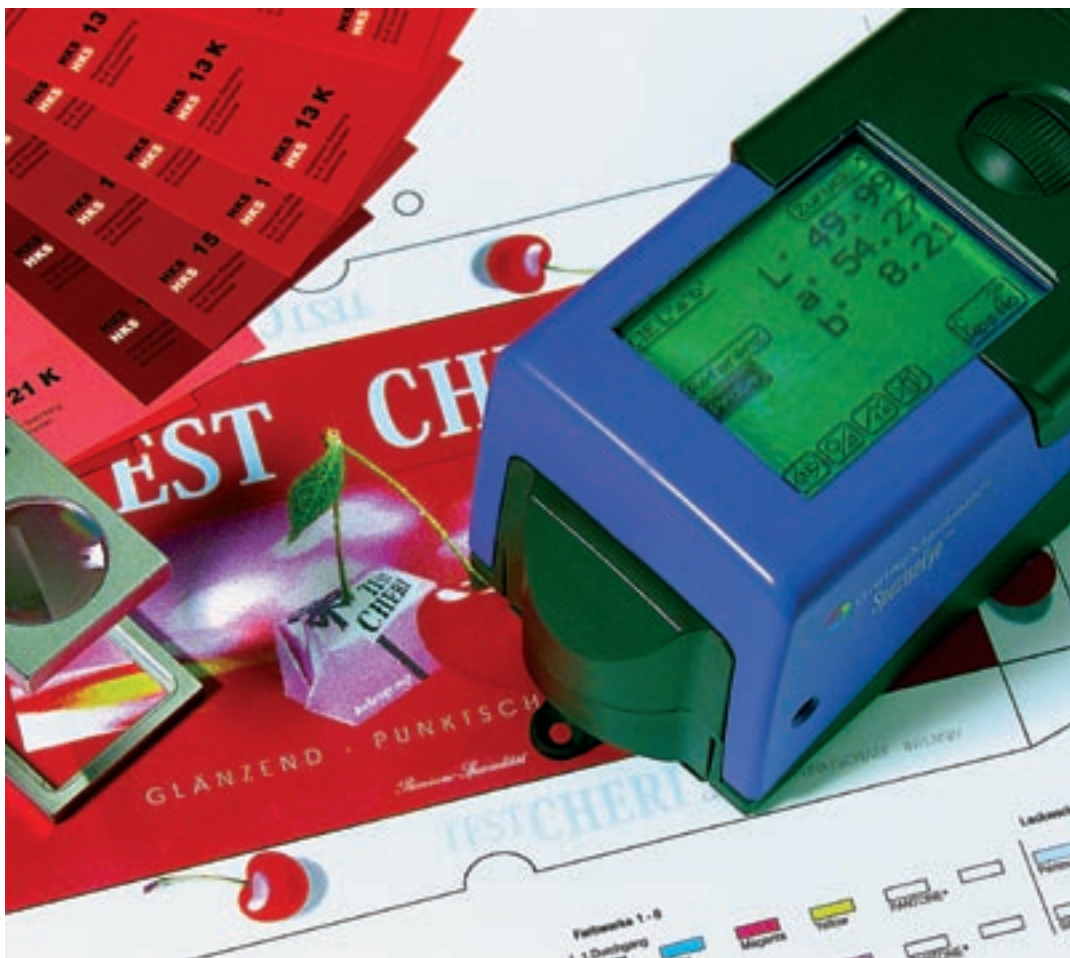


# Computergestütztes Farbmischen

## Grundlagen in der Druckerei



Der technische Fortschritt auf dem Gebiet der Farbrezepturvorausberechnung (FRB) hat ein Stadium erreicht, welches den Einsatz auch für Druckereien interessant macht.

Diese ‚Technische Information‘ stellt vor:

## **Anwendungsmöglichkeiten und Handhabung des Rezeptiersystems**

### **Die Bestandteile des Rezeptiersystems**

### **Die Vorteile des FRB-Systems**

### **Aufgaben, die das heutige System nicht erfüllen kann**

### **Welche Voraussetzung verlangt der gezielte Einsatz dieses Systems?**

### **Wie arbeitet ein Druckereibetrieb mit diesem System?**

**ERSTER SCHRITT Die Farbmessung der Vorlage**

**ZWEITER SCHRITT Das Errechnen der Rezeptvorschläge durch den Computer**

**DRITTER SCHRITT Die Auswertung und Anwendung der Rezeptvorschläge durch den Farbmischer  
Der praxiserprobte Ausdruck**

## **Grundbegriffe der Farbmeterik**

### **Einführung in das CIELAB System**

Zusammenfassend wird deutlich, daß durch den technischen Fortschritt Hilfe für das Farbenmischen angeboten wird. Kenntnisse über den theoretischen Hintergrund sind dabei wichtig.

Elektronik und Computertechnik durchdringen unsere Arbeitswelt in zunehmendem Maße. So konnten sie sich bereits vor nahezu 15 Jahren einen Platz in den Rezeptierabteilungen der Druckfarbenhersteller erobern.

In dieser Zeit nahm die Kostenentwicklung trotz Erhöhung von Speicherkapazität und Rechengeschwindigkeit der Geräte und trotz der Verbesserung der Rechenprogramme für den Anwender einen günstigen Verlauf. Durch diesen Fortschritt ist die Anschaffung eines modernen Rezeptiersystems auch für einen Druckereibetrieb, der sich häufig mit Sonderfarbtönen zu befassen hat, überlegenswert geworden.

Zur Hilfestellung bei diesen Überlegungen werden nachstehend die grundlegenden Zusammenhänge beschrieben.

# Anwendungsmöglichkeiten und Handhabung des Rezeptiersystems

## Die Bestandteile des Rezeptiersystems

Ein Spektralfotometer bildet als Farbmeßgerät den Ausgangspunkt der Farbrezepturvorausbe-  
rechnung (FRB). Es erfasst die Reflexionswerte, die in Form einer Reflexionskurve dargestellt  
werden.

Der Rechner, ein PC mit Farbmonitor, übernimmt die Reflexionswerte, führt die Rechenoperati-  
onen aus und speichert die Ergebnisse oder gibt sie über einen Drucker aus (siehe Titelbild).

Eine Schreibtischfläche genügt, um diese Geräte bedienungsfreundlich anzuordnen. Die erfor-  
derliche Software, d.h. die Rezeptrechenprogramme haben ihre Bewährungsprobe in der Praxis  
längst bestanden.

## Die Vorteile des FRB Systems

- Eigenmischungen der Druckerei werden aus den kostengünstigsten Komponenten rezept-  
tiert.
- Bei der Nachstellung von Farbtonvorlagen werden metamere Mischungen vermieden bzw.  
rechtzeitig erkannt.
- Restfarben können als Rezeptkomponenten in andere Farben eingerechnet und dadurch  
wieder verwendet werden.
- Farbabweichungen lassen sich zahlenmäßig durch die Farbabstandsmessung erfassen. Die  
Qualitätskontrolle wird objektiviert.
- Der Zeitaufwand für die Erarbeitung neuer Rezepte wird verringert.
- Die Messwerte von Farbtonvorlagen und von eigenen Mischungen lassen sich in einer Pro-  
bendatei speichern und liegen so im ständigen Zugriff.

## Aufgaben, die das heutige System nicht erfüllen kann

- Die Erfassung, d.h. Messung von Farbvorlagen, die kleiner als 4 mm im Durchmesser oder  
verschmutzt oder aufgetupft sind.
- Die Rezeptierung von Metallicfarben, von Farben mit Bronzoeffekt und von Tagesleuchtfar-  
ben.
- Das System ist auch nicht in der Lage, ein Andruckgerät zu ersetzen, da die Mischergebnisse  
mit Hilfe eines praxisgerechten Druckes überprüft werden müssen.

## Welche Voraussetzungen verlangt der gezielte Einsatz dieses Systems?

Die auftragsspezifischen Anforderungen einer Druckerei stellen auch Forderungen an die Druckfar-  
ben, die zum Mischen Verwendung finden. Dabei kann die Methode der Weiterverarbeitung  
eine entscheidende Rolle spielen. Die Auswahl der richtigen Grundfarben ist deshalb eine wich-  
tige Voraussetzung.

Die Festlegung dieser Grundfarben geschieht am besten in Absprache mit einem Druckfarben-  
hersteller, der ihre Reflexionsdaten – auch Primärdaten genannt – auf einer Diskette als Daten-  
träger speichern und systemkompatibel zur Verfügung stellen kann.

Diese Arbeitsteilung erspart der Druckerei den Arbeitsaufwand der Datenerfassung.

## Wie arbeitet ein Druckereibetrieb mit diesem System?

### ERSTER SCHRITT

#### Die Farbmessung der Vorlage

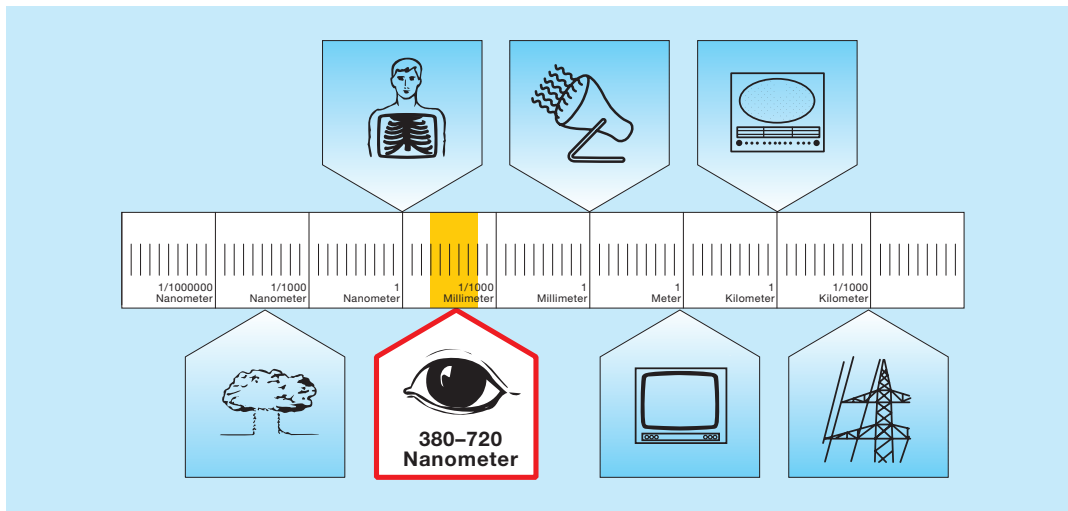
Für die Erfassung der Reflexionswerte einer Farbtonvorlage genügt ihre Plazierung vor der Mess-  
öffnung des Spektralfotometers. Ein Tastendruck löst die Messung aus, 10 s später sind die Mess-

werte bekannt und gehen an die Recheneinheit über. Obwohl die Handhabung für den Bediener also sehr einfach ist, sollen hier die Zusammenhänge verständlich gemacht werden, die das Spektralverfahren als das genaueste Farbmessverfahren kennzeichnen. Für die Beleuchtung der Probe sind dabei zwei Umstände entscheidend: Die Zusammensetzung des auftreffenden Lichtes und die Messgeometrie.

Die Strahlungsquelle des Messgerätes enthält alle Teile des Tageslichts, also UV-Anteile und sichtbare Strahlung, die für die volle Entwicklung der optischen Eigenschaften des Bedruckstoffes und der Druckfarbe erforderlich sind.

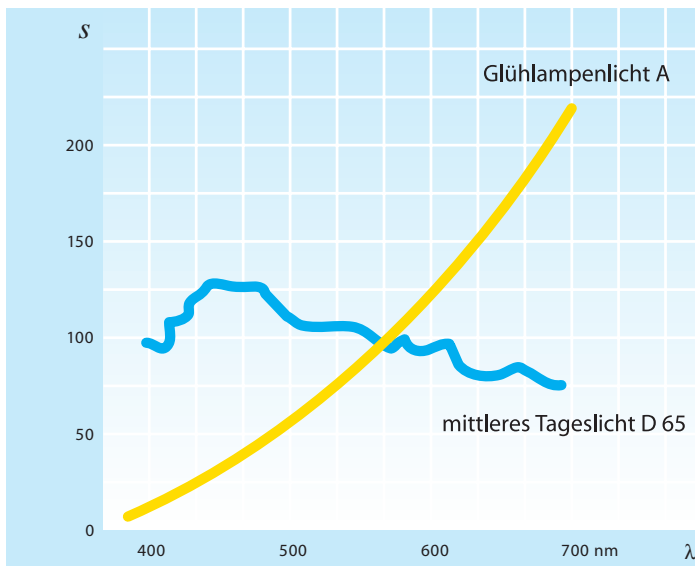
Die Abb. 1 zeigt das Spektrum der elektromagnetischen Strahlung und gibt einen Hinweis auf den UV- und auf den sichtbaren Bereich. Das sichtbare Licht liegt zwischen den Wellenlängen 400 und 700 nm ( $1 \text{ nm} = 1 \text{ Nanometer} = \frac{1}{1.000.000} \text{ mm}$ ).

Die UV-Strahlung schließt sich am kurzwelligeren Ende an.



**Abbildung 1**

Die Lage der sichtbaren Strahlung im Gesamtbereich des elektromagnetischen Spektrums



**Abbildung 2**

Emissionsspektren der Lichtart D65 und der Lichtart A

Keine Lichtquelle (auch nicht die Sonne) besitzt bei jeder Wellenlänge gleich hohe Strahlungsintensität. Es liegt immer eine ungleichmäßige Energieverteilung vor, die sich aus dem Emissionsspektrum ablesen lässt.

Die Abb. 2 zeigt, wie das künstliche Tageslicht D65 und Glühlampenlicht mit der Lichtart A im Vergleich zueinander liegen. Beleuchtet man nun eine Farbprobe, so reflektiert (gibt ab) und absorbiert

biert (verschluckt) sie entsprechend ihrer Materialbeschaffenheit, charakteristische Teile des auftreffenden Lichtes.

Der von der Probe zurückgestrahlte Anteil wird so-wohl von der Probe selbst als auch von der auftreffenden Strahlung bestimmt. Man hat dem reflektierten Anteil den Namen „Farbreiz“ gegeben, da der Begriff „Farbe“ der Farbempfindung vorbehalten sein soll, die im menschlichen Gehirn durch den Farbreiz hervorgerufen wird.

Ein weiterer wichtiger Einfluß für die Entstehung des Farbreizes liegt in der Beleuchtungs- bzw. Messgeometrie, da es wesentlich ist aus welcher Richtung das Licht auf die Probe trifft und aus welcher Richtung man die Probe bewertet.

Am Markt sind heute 2 verschiedene Messgeometrien üblich:

- Gerichtete Beleuchtung unter  $45^\circ$ 
  - Messung unter  $0^\circ$  ( $45^\circ/0^\circ$ )
- Diffuse Beleuchtung
  - Messung unter  $8^\circ$  ( $d/8^\circ$ )

In der Druckindustrie sind heute beide Messgeometrien üblich. Bei der Messgeometrie  $45^\circ/0^\circ$  werden Oberflächen- und Glanzeffekte stärker miterfasst. Messwerte der beiden Messgeometrien können nicht miteinander verglichen werden.

Visuell – also ohne Messgerät – allgemein mit  $45^\circ/0^\circ$  arbeitet (Abb. 3).

Die eigentliche Farbmessung analysiert den Farbreiz zwischen 400 und 700 nm schrittweise in Abständen von jeweils 10 nm und zeigt jedesmal die Größe des reflektierten Anteils in % an. Das Ergebnis wird in einer Reflexionskurve dargestellt. Idealweiß liegt bei 100%, Idealschwarz bei 0% (Abb. 4).

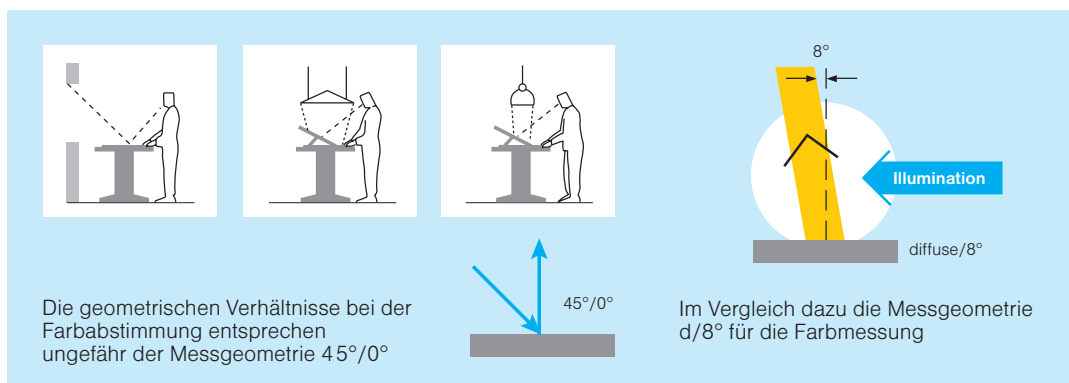
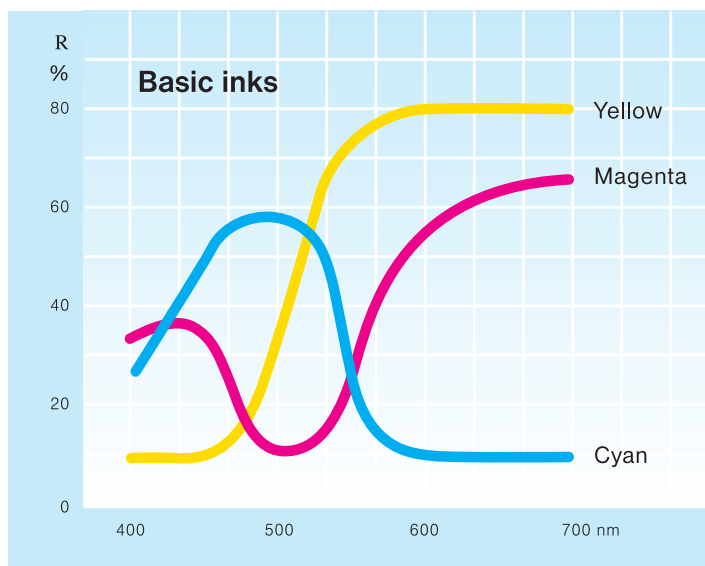


Abbildung 3

Abbildung 4

Reflexionskurven der 3 Grundfarben Gelb, Magenta und Cyan nach DIN 16 539



## ZWEITER SCHRITT

### Das Errechnen der Rezeptvorschläge durch den Computer

Mit der Eingabe der Reflexionswerte in den Rechner beginnt der mathematische Vergleich zwischen den gespeicherten Reflexionsdaten der Grundfarben und den Reflexionsdaten der Probe. Dabei wird versucht, die Probe aus den Grundfarben nachzubilden und da es meistens mehrere Möglichkeiten gibt, erhält man als Ergebnis mehrere Rezeptvorschläge. Gleichzeitig wird ein Kommentar ausgegeben, der jeden Rezeptvorschlag in bezug auf seine coloristische Qualität bewertet. Daraus lässt sich ablesen, wie weit und in welcher Richtung jeder Vorschlag vom Soll abweicht.

Über Farbabstandsbewertungen lesen Sie mehr in Kapitel ‚Grundbegriffe der Farbmatrik‘.

Die Abb. 5 zeigt ein Ausgabeprotokoll, aus dem sich für jeden Rezeptvorschlag außerdem ablesen lässt, welche Materialkosten, bezogen auf die Grundfarben, damit verbunden sind.

Abbildung 5

Zwei Rezeptvorschläge für die Nachstellung von ‚Taiga-Grün‘

```
-----
Rezeptur Ausgabe
-----
Standard Name : TAIGA-GRUEN
400-540 nm  10.60  14.07  18.09  26.28  35.04  38.31  37.60  33.23
560-700 nm  28.55  19.82  10.49   8.31   8.61   9.98  12.77  15.52

Datei: BVS1
Filmstaerke : 1.00

Substrat Name : BVS
Restfarben Name : ohne Restfarbe

Farb Toleranzen :
DE(1) 10.00

Preis: 28.67 je Gew.Einheit
      28.11 je Vol.Einheit

DE(1) DE(2) DE(3)
D65   A    TL84
-----
Farbdifferenz 10 deg 10 deg 10 deg
-----
CIELAB 0.29  2.44  2.74

Substrat Name : BVS
Restfarben Name : ohne Restfarbe

Farb Toleranzen :
DE(1) 10.00

Preis: 14.24 je Gew.Einheit
      13.91 je Vol.Einheit

DE(1) DE(2) DE(3)
D65   A    TL84
-----
Farbdifferenz 10 deg 10 deg 10 deg
-----
CIELAB 0.32  2.25  3.39
```

ID	Rohwaren	Grundfarbe
18	GELB 295	34.098
31	ORANG 290	3.440
80	BLAU 738	24.643

ID	Rohwaren	Grundfarbe
20	GELB 361	25.766
31	ORANG 290	3.569
80	BLAU 738	24.836

Die beiden Vorschläge unterscheiden sich:

- 1 in der Art der Rezeptkomponente, angezeigt in Spalte „Rohwaren“,
- 2 in der prozentualen Zusammensetzung, angezeigt in der Spalte „Grundfarbe“,
- 3 im Kostenaufwand pro kg Fertigfarbe, bezogen auf die Rezeptkomponenten, angezeigt bei „Preis“.

4 in der Farbabstandsbewertung für den Unterschied zwischen der errechneten Druckfarbe und der Vorlage „Taiga-Grün“, angezeigt in Zeile „CIELAB“. Dabei erkennt man für Vorschlag 1 unter DE (1), d.h. für die Bewertung unter Lichtart D 65, einen Farbabstand von 0,29 Einheiten nach CIELAB. Bewertet bei Lichtart A, ergeben sich für DE (2) 2,44 Abstandseinheiten. Bei Vorschlag 2 liegen die Abstandswerte ähnlich.

Für die Rezeptrechnung lassen sich auch Restfarben als Rezeptkomponenten vorgeben.

Die Farbmessung und die Rezeptrechnung erfordern gemeinsam nur wenig Zeit, sie sind schon nach einigen Minuten abgeschlossen.

Im Vergleich mit dem konventionellen Weg eines Farbmischers, die gleichen Informationen zu erarbeiten, werden die Vorteile deutlich, die eingangs beim FRB-System genannt worden sind.

### DRITTER SCHRITT

#### Die Auswertung und Anwendung der Rezeptvorschläge durch den Farbmischer Der praxisgerechte Ausdruck

Das Rezept des Computers, das vom Farbmischer aus allen ausgedruckten Rezeptvorschlägen als das günstigste ausgewählt wird, bedarf in den meisten Fällen einer Korrektur.

Nach der Anfertigung einer kleinen Probemenge ergibt sich also die Aufgabe, das Rechenergebnis mit Hilfe eines Andrucks zu überprüfen. Der Bedruckstoff für den Auflagedruck bildet dabei eine wichtige Komponente, deren Einfluß bei der Rezeptrechnung nicht voll erfasst ist, da sich alle Primärdaten auf einen Standardbedruckstoff beziehen.

Dieser Ausdruck der Probemenge kann einer Korrekturrechnung unterworfen werden und schließlich zum endgültigen Rezept führen. Diese Arbeitsfolge ist in Abb. 6 dargestellt.

Aus dieser Darstellung wird noch einmal deutlich, wie stark sich die Qualität des Probeandrucks auf die Zuverlässigkeit des Endrezeptes auswirkt. Dieses Rezept soll einen störungsfreien Fortdruck zulassen, der nicht für Korrekturen an der Druckfarbe unterbrochen werden muss. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte die Druckmethode zu einem fortdruckgerechten Ergebnis führen. Das Druckgerät ist deshalb ein entscheidender Bestandteil des Rezeptiersystems.

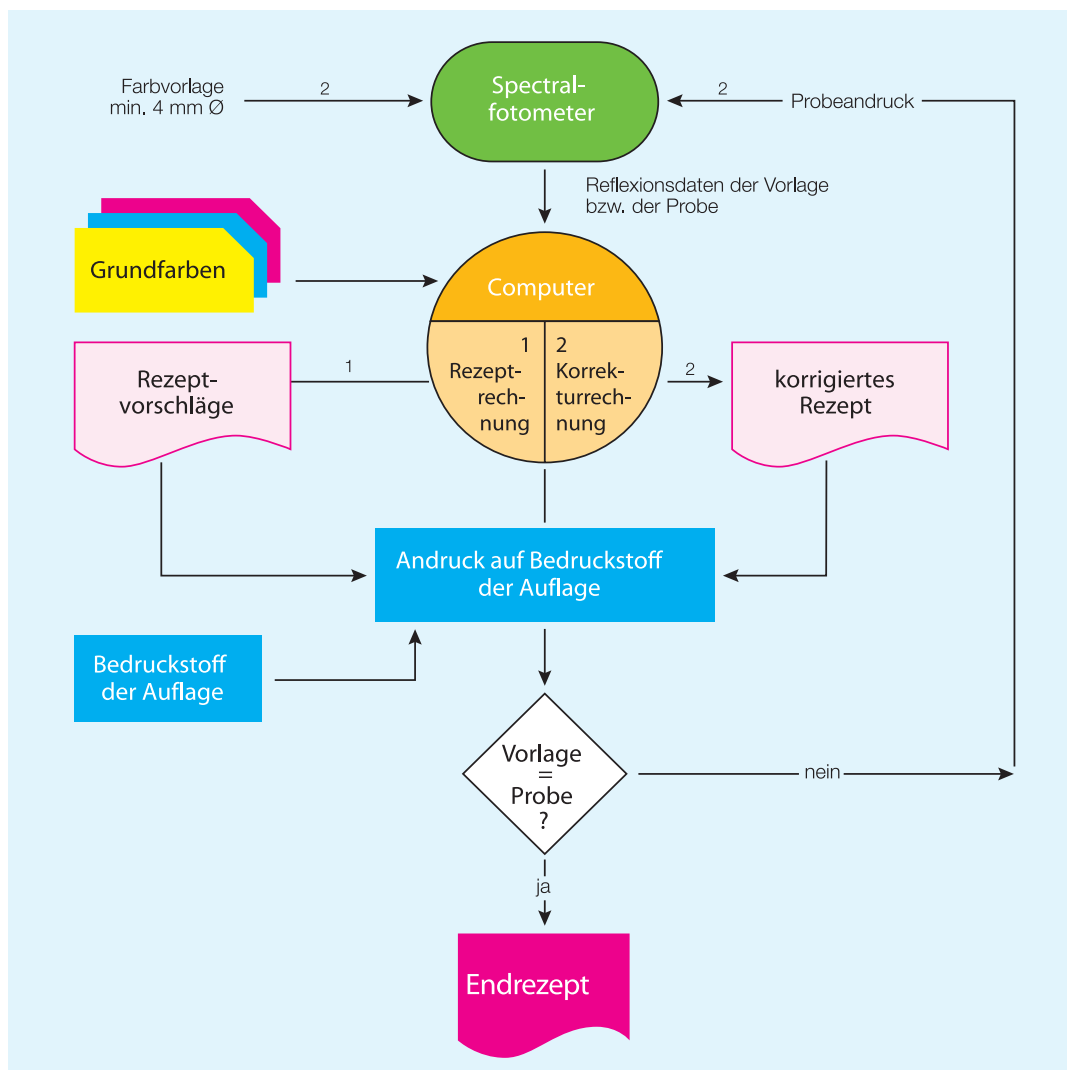


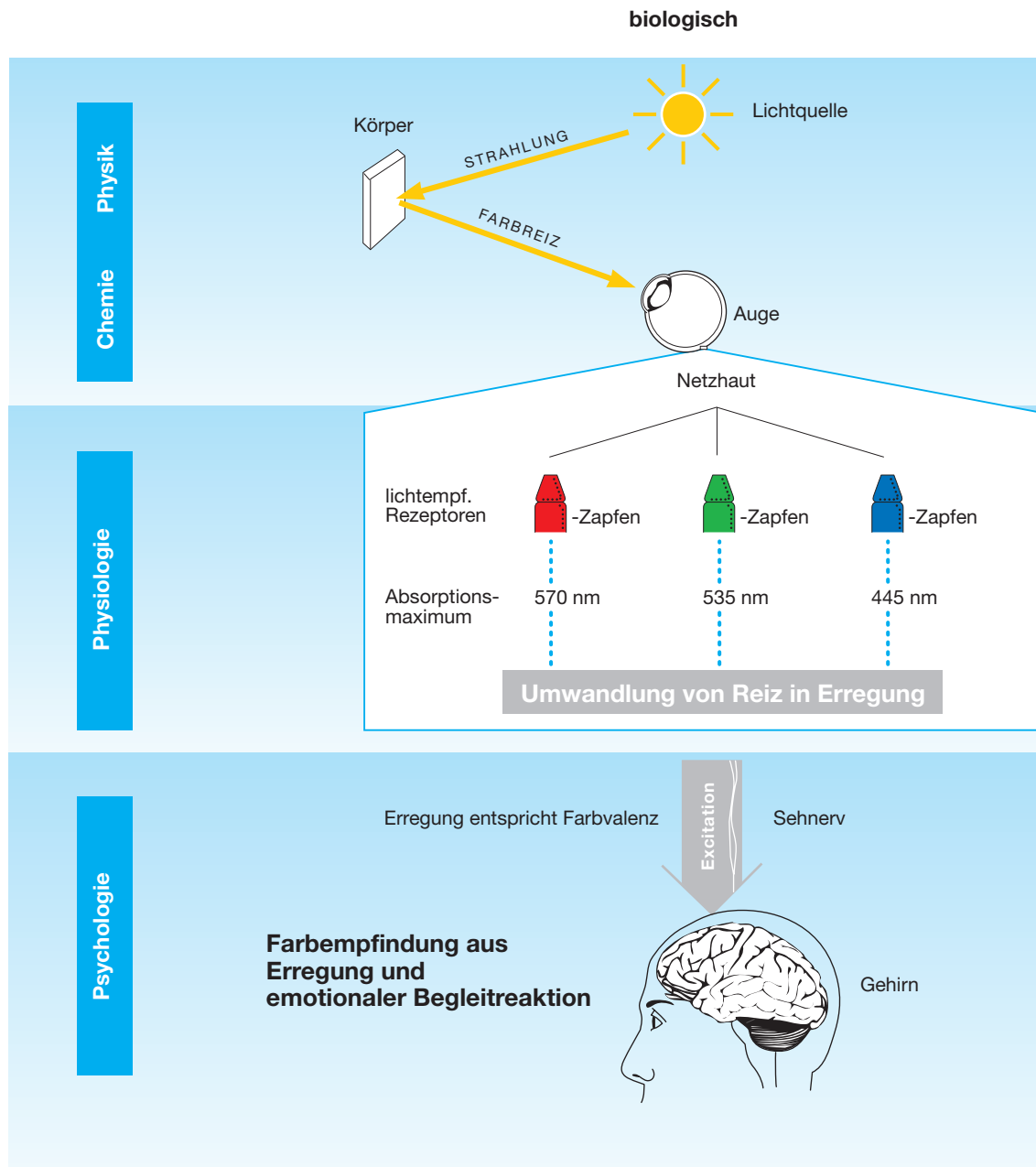
Abbildung 6  
Computergestütztes Farbmischen aus Grundfarben

# Grundbegriffe der Farbmatrik

Die Übereinstimmung zwischen Vorlage und Nachstellung bedarf immer der Bewertung nach mehreren Gesichtspunkten.

Für dieses Aufgabengebiet einer Druckerei verfolgt die Farbmatrik das Ziel, die sprachlichen Ausdrucksmittel durch Farbmaßzahlen zu ergänzen.

in vereinfachter Darstellung

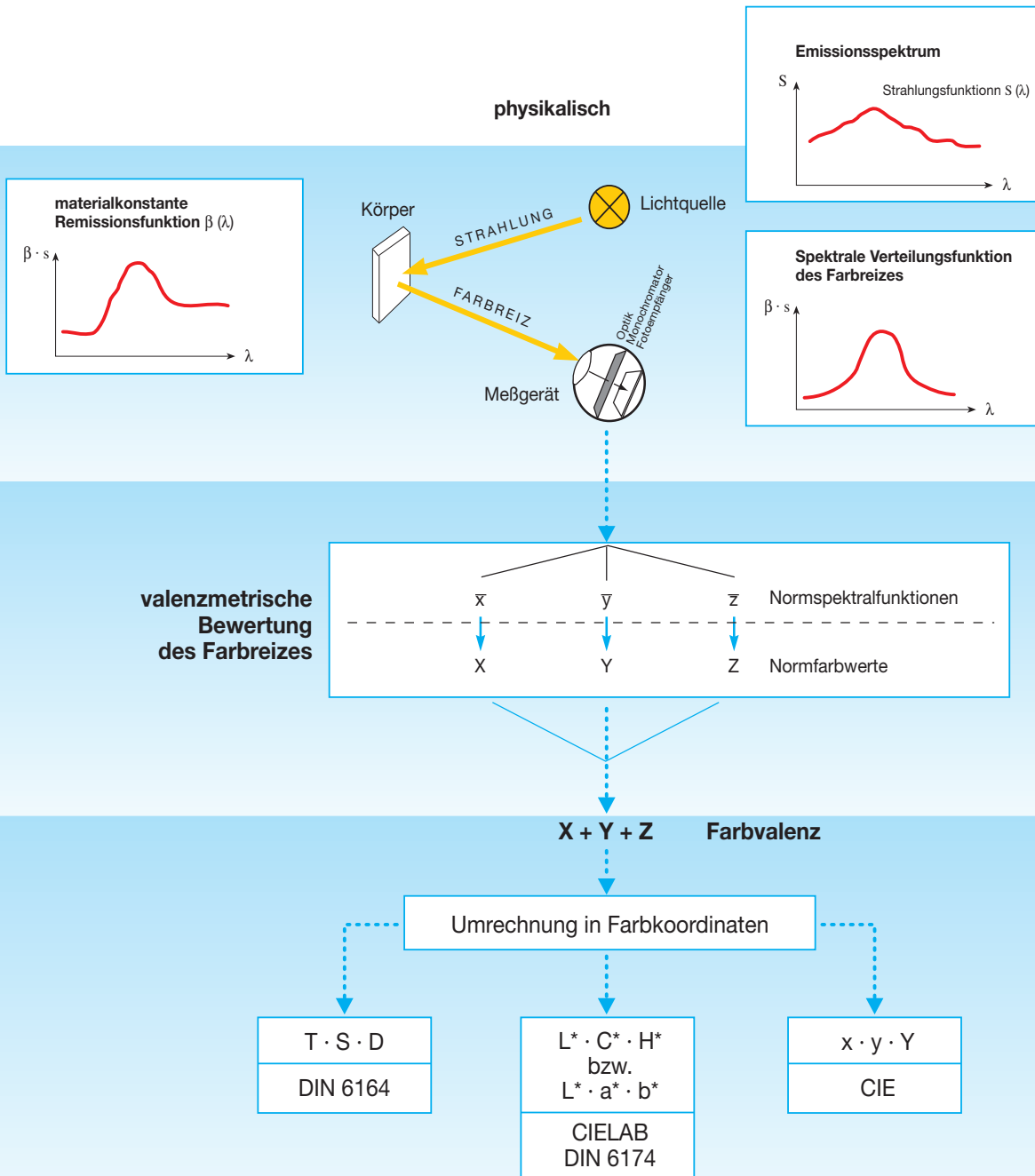


**Abbildung 7**  
Der Weg zu Farbvalenz und Farbempfindung

Der erste Schritt ist auch hier die Farbmessung. Sobald das Meßergebnis in Form der Reflexionswerte vom Computer aufgenommen ist, erfolgt die Gewichtung nach den drei grundlegenden Bewertungskriterien der Farbmetriek.

Diese Bewertung sagt aus, wie sich der Farbreiz aus den drei Primärfarben Rot, Grün und Blau zusammensetzt. Dementsprechend erhält man

- einen Wert für Rot, d.h. den Normfarbwert X,
- einen Wert für Grün, d.h. den Normfarbwert Y,
- einen Wert für Blau, d.h. den Normfarbwert Z.



Diese Normfarbwerte sind die Basis für jede Ermittlung von Farbmaßzahlen oder Farbkoordinaten. Sie ergeben sich aus

- der spektralen Energieverteilung des gewählten Lichtes,
- den gemessenen Reflexionswerten und
- den drei international gültigen Normspektralwertfunktionen des Normalbeobachters; die von der CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) 1931 genormt worden sind (DIN 5033).

Dieser Weg ist der messtechnische Versuch, den Farbreiz in der gleichen Weise zu „sehen“ wie das menschliche Auge ihn sieht, nämlich durch Gewichtung

- im roten Bereich mit Schwerpunkt bei 570 nm,
- im grünen Bereich mit Schwerpunkt bei 535 nm und
- im blauen Bereich mit Schwerpunkt bei 445 nm.

(siehe dazu Abbildung 7 · Der Weg zu Farbvalenz und Farbempfindung)

Beim Vergleich von Vorlage – in Normen heißt das immer „Bezug“ – und Nachstellung können sich beispielsweise folgende Normfarbwerte ergeben:

Bezug	Probe	Unterschied
X0 = 11,02	X1 = 13,51	im Rot-Bereich: 2,49
Y0 = 8,87	Y1 = 9,91	im Grün-Bereich: 1,04
Z0 = 5,51	Z1 = 5,59	im Blau-Bereich: 0,08

Wir erkennen sofort, dass man mit diesen Zahlen zwar rechnen kann, dass sie aber unserem Verstand kein Signal geben, das mit unserem Farbempfinden zusammenhängt.

Dazu kommt die Tatsache, dass in jedem Farbtonbereich ein anderes Verhältnis zwischen diesen Abstandszahlen und unserem Abstandsempfinden herrscht.

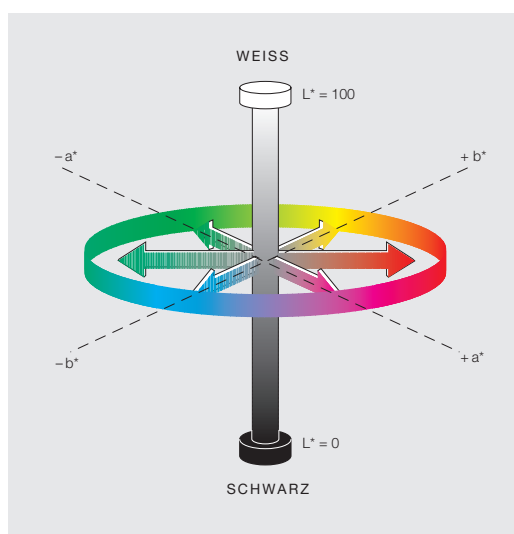
Die Normfarbwerte X, Y und Z lassen sich jedoch in Farbmaßzahlen umrechnen, die sich den praxisüblichen Begriffen Farbton, Farbstärke und Reinheit zuordnen lassen. Mit diesem Problem der empfindungsgemäßen Farbabstandsbewertung befaßt sich das CIELAB-System.

Für das Arbeiten mit einem Rezeptrechner und für die Auswertung der Rezeptvorschläge ist die Kenntnis der CIELAB-Koordinaten deshalb eine wertvolle Hilfe.

## Einführung in das CIELAB-System

Das Aussehen und die Form des CIELAB-Systems bzw. des CIELAB-Farbenraumes kann man sich vereinfacht als ein 100-stöckiges Gebäude vorstellen, in dessen Zentrum ein Lichtschacht die Helligkeitsskala darstellt. Die größte Helligkeit herrscht im 100sten Stockwerk mit  $L^* = 100$ . Die geringste Helligkeit, also völlige Dunkelheit  $L^* = 0$ , muss man sich im Erdgeschoß vorstellen. Dazwischen liegen sämtliche Neutralgrauwerte der Unbuntkala. In jedem Stockwerk, d.h. auf jeder CIELAB-Ebene gilt das gleiche Prinzip: Mit zunehmenden Abstand vom Zentrum steigt die Farbstärke an. Das CIELAB-System verwendet jedoch nicht den Ausdruck „Farbstärke“, sondern hat dafür aus dem englischen Sprachbereich den Begriff „Chroma“, abgekürzt  $C^*$ , festgelegt.

Umrundet man das Zentrum des Gebäudes einmal, so durchläuft man dabei den gesamten Farbtonkreis (Abb. 8).



**Abbildung 8**

Der CIELAB-Farbenraum mit den Koordinaten  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $H^*$  bzw.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$

Nach dieser Einteilung ergeben sich für jeden Farbtort 3 Bestimmungsgrößen:

1. Helligkeit  $L^*$  mit ähnlicher Bedeutung wie Reinheit oder Dunkelstufe
2. Chroma  $C^*$  mit ähnlicher Bedeutung wie Farbstärke oder Sättigung
3. Farbton  $H^*$ .

Dieser CIELAB-Farbenraum ist aus der mathematischen Umformung von X, Y und Z konstruiert worden.

Da sich nun jeder Ort innerhalb des CIELAB-Farbenraumes zahlenmäßig beschreiben läßt, kann auch der Abstand zwischen Vorlage und Probe in Zahlen wiedergegeben werden:

- DL\* (Delta L-Stern) als Abstand in der Helligkeit
- DC\* (Delta C-Stern) als Abstand im Chroma
- DH\* (Delta H-Stern) als Abstand im Farbton.

Der besondere Vorteil dieser Handhabung liegt in der weitgehenden Übereinstimmung zwischen zahlenmäßiger und empfindungsgemäßer Abstandsbewertung. Damit ist gesagt, dass zwei Abstandseinheiten, z. B.  $DH^* = 2$ , auch visuell für etwa doppelt so groß gehalten werden, wie z. B.  $DH^* = 1$ .

Der Gesamtfarbabstand der nach DIN 6174 mit  $DE^*$  bezeichnet wird, errechnet sich aus  $DL^*$ ,  $DC^*$  und  $DH^*$ , gibt aber keine Auskunft darüber, welchen Beitrag die einzelnen Komponenten leisten.

Auf jeder CIELAB-Ebene kann man die Lage eines Farbtortes auch noch auf eine andere Weise beschreiben als durch Chroma und Farbton. Man kann sich nämlich auch an der Rot/Grün-Achse  $a^*$  und an der im rechten Winkel dazu verlaufenden Gelb/Blau-Achse  $b^*$  orientieren. Für den Praktiker hat diese Art der Darstellung wegen der geringeren Anschaulichkeit eine untergeordnete Bedeutung. Siehe auch dazu Abbildung 8.

Einzelheiten zur Farbabstandsberechnung lassen sich dem DIN-Blatt 6174 entnehmen.

## Weiterführende Literatur

**DRUCKSPIEGEL-SEMINAR 87/88** · Farbmeterik mit Blick auf Repro und Druck

**FRANK HAUSER** · Die Entstehung des Farbeindrucks bei der autotypischen Farbmischung  
Polygraph Verlag

**PROF. DR. K. SCHLÄPFER** · Farbmeterik in der Reproduktionstechnik und im Mehrfarbendruck  
UGRA

---

Kontaktadressen für Beratung und weitere Informationen erhalten Sie unter **[www.hubergroup.de](http://www.hubergroup.de)**

Die Technische Information entspricht dem gegenwärtigen Stand unserer Erkenntnisse. Sie soll unterrichten und beraten. Eine Haftung für die Richtigkeit kann daraus nicht abgeleitet werden. Änderungen, die dem Fortschritt dienen, bleiben vorbehalten. Alle Produkt-, Marken- und Firmennamen, die in dieser Technischen Informationen verwendet werden, sind möglicherweise eingetragene Marken der jeweiligen Inhaber.