

# Farbe + Design

W80  
34 F15  
22. März 1978

Information zur Gestaltung mit Farbe · Aus der Praxis für die Praxis **8**







# Farbe + Design

Informationen zur Gestaltung mit Farbe aus der Praxis für die Praxis



Z 75.2897-8-13

## Seite

## INHALT

3	Hauptschule – Farbprojekt und Ausführung, von Hans Gschwendtner
7	Der Aspekt 'Farbe' in der Gestaltungslehre, von Joachim Albrecht
9	Tapeten- und Textildesign mit der TV-Technologie von Gero Förster und Gerhard Kamin
11	Farbwiedergabeeigenschaften von Dreiband-Leuchtstofflampen von Arne Valberg und Thorstein Seim
15	Farbe und Farbsehen, von Dr. K. Miescher, Dr. K. Richter und Dr. A. Valberg
31	Untersuchungen alter Textilfärbungen, von Dr. Helmut Schweppe*
37	Journal
41	Die internationale freie Hochschule für Farbe und Umwelt des IACC Ein Bericht über die Entwicklung der Salzburger Farbseminare



Mitteilungsblatt des Deutschen Farbenzentrum e. V. und des Bund Deutscher Farberater e. V. – IACC  
Mitgliederorgan Pro Colore  
Schweizerische Vereinigung für die Farbe  
Association suisse pour la couleur

Fachzeitschrift für die Praxis der Farbanwendung und der Gestaltung mit Farbe in allen Bereichen (Innenausbau und Architektur, Industrie-Design, Textil, Film, Druck, Beleuchtung, Grafik-Design u. a.)  
Informationen über Grundlagen und Anwendung.

\*Mit freundlicher Genehmigung der Redaktion «BASF», Ludwigshafen

Für die Farbstreifen der Titelseite wurden Farben aus dem Programm der Firma Krätzi, Pfungstadt, verwendet.

Gedruckt auf Igepa-Sorte «Optimago», holzfrei glänzend, von der Firma Papier-Geiger, Aalen – Stuttgart



**Herausgeber:** Hans Kupczyk + W. Kabler

**Verlag:** Farbe + Design erscheint im Verlag Farbe + Design, Fraaschstraße 25, Postfach 20, D 7160 Galdorf, Ruf 07971/6007-6009, Telex 07 4650

**Gesamtredaktion:** Büro Palm  
Bozener Straße 11-12, D 1000 Berlin 42

**Fachredaktionen:** Dr. Heinrich Frieling, Marquardtstein  
Medizin, Biologie, Psychologie  
Rainer Müller, Stuttgart  
Architektur und Stadtgestaltung  
Professor Klaus Palm, Berlin, Bildende Kunst  
Dr. Klaus Richter, Berlin, Farbmetrik  
Professor Anton Stankowski, Stuttgart  
Farbe und Design

Alle Rechte vorbehalten. Der Verlag haftet nicht für unverlangt eingesandte Beiträge. Nachdruck nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlages und mit voller Quellenangabe. Für die mit Namen gekennzeichneten Artikel tragen die Autoren die fachliche Verantwortung.

**Bestellung:** Vertrieb Farbe + Design, Postfach 20, D 7160 Galdorf oder beim Buch- und Zeitschriftenhandel  
Schweiz: Verkaufsbüro Stehli, Schönühstraße 14, CH 8032 Zürich, Ruf 01-47 59 08

**Bezugspreis:** Einzelheft DM 9,80 incl. MwSt. zuzügl. Porto

**Konten:** Handels- und Gewerbebank Heilbronn AG, Zweigstelle Galdorf (BLZ 620 300 50)  
Konto Nr. 2360420-0  
Postscheckkonto Stuttgart Nr. 12904-706 (Schwend KG)  
Es gilt Anzeigenpreisliste Nr. 1

**Gerichtsstand:** Amtsgericht Schwäbisch Hall

**Gesamtherstellung:** H. Schwend KG, Graphischer Betrieb Schwabenmuster – Eurocolorcard  
D 7160 Galdorf-Württemberg



Hans Gschwendtner

Eine vom Verfasser geplante und unter seiner Bauleitung entstandene Hauptschule mit Turn- und Schwimmhalle wurde im Jahre 1974 (September) bezugsfertig. Die Farbgestaltung wurde vom Verfasser innerhalb der Architektenleistung ausgeführt. Aus dieser Erfahrung heraus und durch die in den Farbberaterkursen in Salzburg (Dr. Frieling) erfolgte Vertiefung als eine lohnende Aufgabe, das Konzept einer Farbberatung auszuarbeiten, das insbesondere auf die Anregung für Architekten zugeschnitten ist.

Obwohl der Farbberater auch unmittelbar den Bauherrn, sei dieser Privatmann, Firma, Behörde etc., anzusprechen hat, so ist sein Hauptpartner – insbesondere bei Neubauten – doch der Architekt, auf dessen Terminologie sich der Farbberater einzustellen hat. Dies reicht von der Fachsprache über die zeichnerische Darstellung bis zur Vertragsgestaltung und darüber hinaus von der Bautechnik und Bauphysik bis zu den Gebäudefunktionen und zur architektonischen Gestaltung. Der Versuch, in der Farbberatung den Bezug zu all diesen Faktoren herzustellen, war Inhalt dieser Arbeit, wobei die genannte Hauptschule als zu bearbeitendes Objekt zugrunde gelegt wurde.

Da die gesamte Arbeit für eine Veröffentlichung in diesem Rahmen zu umfangreich ist, kann nur auf die wesentlichen Aspekte eingegangen werden.

Ein Grundanliegen des Verfassers war, die Leistungen der Farbberatung durchschaubar zu machen und so erscheint es auch nützlich, an dieser Stelle einmal die Einzelleistungen leistungsbildmäßig aufgelistet darzustellen.

Hier also die einzelnen Leistungsteile:

## I Erläuterungen der Aufgabenstellung

## II Allgemeine Gesichtspunkte für die Aufgabenlösung

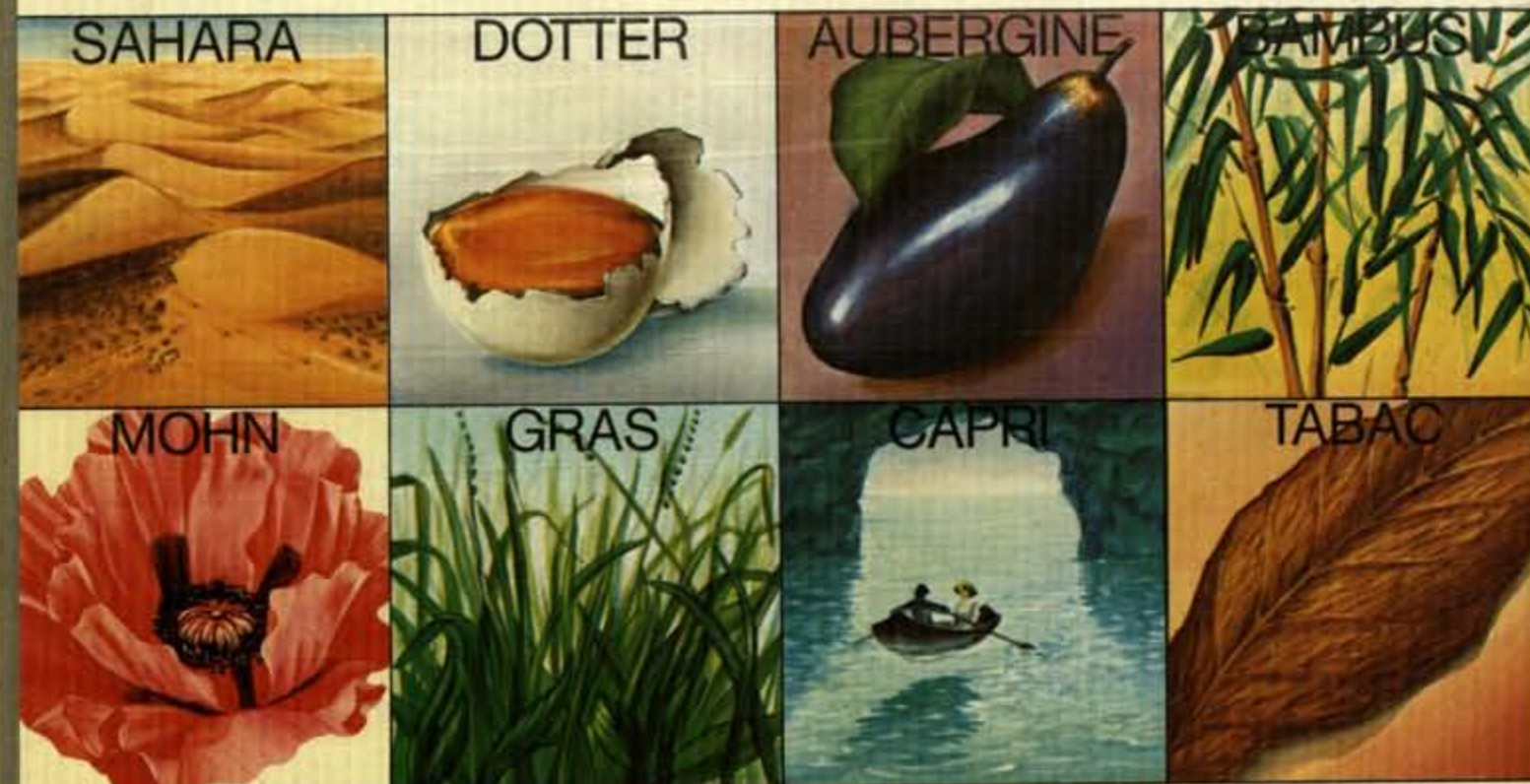
1. Umfeldbezüge
2. Physiologie
3. Psychologie
4. Ästhetik
5. Orientierung

## III Projektbearbeitung

1. Vorentwurf
  - 1.1 Lagenanalyse
  - 1.2 Funktionsanalyse
  - 1.3 Gebäudeanalyse
  - 1.4 Raumanalysen und Anforderungen
  - 1.5 Personenkreisanalysen
  - 1.6 Farbplankonzept
2. Entwurf (Farbplan)

- 2.1 Bereichsdifferenzierungen mit Übersichtsplan
- 2.2 Farbfestlegungen für die Einzelbereiche
- 2.3 Übersichtspläne für die Farbfestlegungen

3. Ausführungsunterlagen
  - 3.1 Übersichtsplan (2.3)
  - 3.2 Original-Farb- und Materialmuster
  - 3.3 Detailflächengestaltung



Mit dem Krautol Color-Rotor-System haben Sie für jeden neuen Farbtrend als erster das richtige Farbtonrezept ...

.... und das ist im Abonnement billiger als ein ganzes Lager voller Trendfarben

Das Krautol Color-Rotor-System ist seit fast 3 Jahren im Markt. Mehrere hundert Systeme sind tagtäglich im Einsatz. Nicht irgendwo, sondern hier in Deutschland und mit jedem eingesetzten System und mit den Erfahrungen eines jeden Einsatztages wurde das Krautol Color-Rotor-System verbessert und aktualisiert. Davon profitieren alle Kollegen, die ein System im Einsatz haben und auch Sie.

Nehmen Sie daher nicht irgendein Farbmischsystem. Sprechen Sie zuerst mit Ihrem Mann von Krautol\*. Und entscheiden Sie dann, was das Beste für Sie ist.

**KRAUTOL  
COLOR  
ROTOR  
SYSTEM**

So kann jeder Ihrer Mitarbeiter jedem Ihrer Kunden jeden Farbwunsch erfüllen. Schnell und sauber. In Lack, Dispersionsfarbe oder Lasur.



Ihr Kunde hat im Farbmusterbuch seine Wunschfarbe gefunden. Sie suchen die entsprechende Kennnummer in Ihrem Farbformelbuch heraus, wählen das Color-Konzentrat und stellen die vorgeschriebene Menge am Krautol Color-Rotor ein. Ein Fingerdruck genügt – und das exakt abgemessene Color-Konzentrat fließt in die Dose mit der Grundkomponente. Anschließend mischen Sie mit Rüttler oder Disolver – und ein Farbwunsch ist erfüllt.

\*) Die Baufarbenprofis

\*) Die Baufarbenprofis

**KRAUTOL**

... und Sie sind immer die Nr. 1

Krautol-Werke, 6102 Pfungstadt, Postfach 1240, Tel. 06157/2093



### 3.4 Ausschreibungsunterlagen

- 4. Ausführungsüberwachung
  - 4.1 Künstlerische Überwachung
  - 4.2 Technische Überwachung
  - 4.3 Geschäftliche Überwachung

## IV

### Nachuntersuchungen

- 1. Farbfotos
- 2. Farbdias
- 3. Anmutungskontrolle
- 4. Praktische Erfahrungen
- 5. Ergänzungs- und Verbesserungsvorschläge

Während die „allgemeinen Gesichtspunkte für die Aufgabenlösung“ dem Auftraggeber durch die Beschreibung der lokalen Notwendigkeiten, der physiologischen und psychologischen Grunderfordernisse, der ästhetischen und künstlerischen Absichten und der Orientierungshilfen einen Einblick in die Motivation der Farbgestaltung verschaffen, werden in der Projektbearbeitung die Fakten der baulichen Substanz festgehalten.

Raumprogramm, Gebäudegliederung und Einzelräume werden nach farbgestaltung relevanten Gesichtspunkten analysiert, wobei für die Einzelräume folgende Faktoren fixiert werden:

- a) Raumtyp
- b) räumlicher Zusammenhang
- c) Raumnutzung
- d) Raumgröße
- e) Raumform und Richtungstendenz
- f) Raumbegrenzungen
- g) Raumbelichtung
- h) Raumbelichtung
- i) physiologische Faktoren
- k) psychologische Faktoren
- l) ästhetische Faktoren
- m) Intention, Motivation

Insbesondere die Intentions- und Motivationsbestimmungen sind grundlegend für die weitere Bearbeitung im Farbplankonzept, in dem die Folgerungen aus den Analysen gezogen werden. Bis dahin werden noch in keiner Weise Farben angesprochen.

Der Vorteil dieses Konzepts, in dem die Forderungen an die Gestaltung genau umrissen werden, ohne sich schon auf die Farben festzulegen, ist der, daß ohne geschmäckerliche Auseinandersetzung, bewußte oder unbewußte Farbvorzügen oder emotionale Beurteilungen, mit dem Bauherrn oder Architekten eine Ausgangsbasis gefunden werden kann, von der aus die Farbwahl nach allgemeinen, speziellen und statistischen farbphysiologischen, farbpsychologischen und ästhetischen Erkenntnissen vorgenommen wird.

Bei dieser Auswahl werden folgende Faktoren berücksichtigt:

- a) Farbe nach Farbton, Hellbezugswert und Sättigung
- b) Anstrichtechnik nach Werkstoff, Farbauftrag, Haltbarkeit
- c) Materialwirkung nach Untergrund, Struktur, Materialgerechtigkeit
- d) Lichtverhältnisse nach Beleuchtungsstärke (Lux), Leuchtdichte (Candela pro qm), Leuchten und Wirkungswinkel
- e) Farbzusammenstellung nach Raum- und Flächenproportionen, Farbharmonie, Raumort der Farbe, Hintergrund- und Nebenfarben (Simultankontrast; chromatische Induktion), Helligkeitsgefälle im Raum, Anmutung.

Im Entwurf (Farbplan) ergeben sich kategorial unterschiedliche Gestaltungsebenen, nämlich eine farbliche, orientierungsmäßige Bauteildifferenzierung (z. B. Klassenteil, Fachklassenteil, Pausenhallen- und Verwaltungsteil, Sport- und Hausmeisterteil) sowie Farbgestaltung entsprechend der Nutzung (Leistungs-, Ausgleichs-, Erholungs-, Verkehrs-, Wohnbereiche, haustechnische Räume und Lagerräume). In Übersichtsplänen, Originalmustern und Ausschreibungsunterlagen können nun die Einzelheiten der Farbplanung niedergelegt werden.

Die Texte zu den Abbildungen fassen die wesentlichen Untersuchungsergebnisse und daraus folgende Farbentscheidungen zusammen.



farbtonkarten  
blocks, displays  
etiketten auf  
bogen oder rolle.  
farbtiefenstandards  
DIN 53 235  
eurocolorsystem  
RAL-karten, -blocks  
farbvermessungen  
kundenberatung  
direkt ab werk.

SCHWABENMUSTER  
716 gaidorf, postfach 20  
fernruuf 07971-6007-6009  
telex 07-4650

Bild 1

Haupteingang

Einladend, aktivierend und kommunikativ durch Gelb. Kennzeichnung der Bauteile in den Ordnungsfarben: Pausenhalle mit Gelb (Vordachkante), Klassenteil mit Rot (Seitenstreifen rechts), Fachklassenteil mit Orange (Seitenstreifen links), Eingangsvordach in den Klassenteil in Rot (auf der Dachterrasse).  
Stufen klar abgesetzt vom Pausenhofbodenbelag (Vermeidung von Unfällen), Stufenbelag trittsicher durch klar erkennbare Stufenkanten in Dunkelblau gegen orangefarbenen Stufenbelag.  
Auf dem Podest vor der rechten Türe gelber Pfeil in Gehrichtung im Boden eingelegt (auf dem Bild nicht sichtbar). Hinter der linken Türe, auf der Innenseite gelber Pfeil nach innen weisend.

Bild 2

Flurbereich neben Pausenhalle

Übersichtsplan zur Schulanlage in den Ordnungsfarben Rot, Orange, Gelb und Blau und Markierungen der Eingänge mit Buchstaben.  
Lichtblenden, die Flurrichtung betonend und im Gegenlicht noch hell wirkend, in Gelb.  
Verhältnismäßig niedrige Flurdecke in Weiß mit gelben Randstreifen. Installationsschlitze-Abdeckungen in zurücktretendem Blau.  
Türe in einladendem Gelb.  
Boden in dem Verkehr zugeordneten Orange.

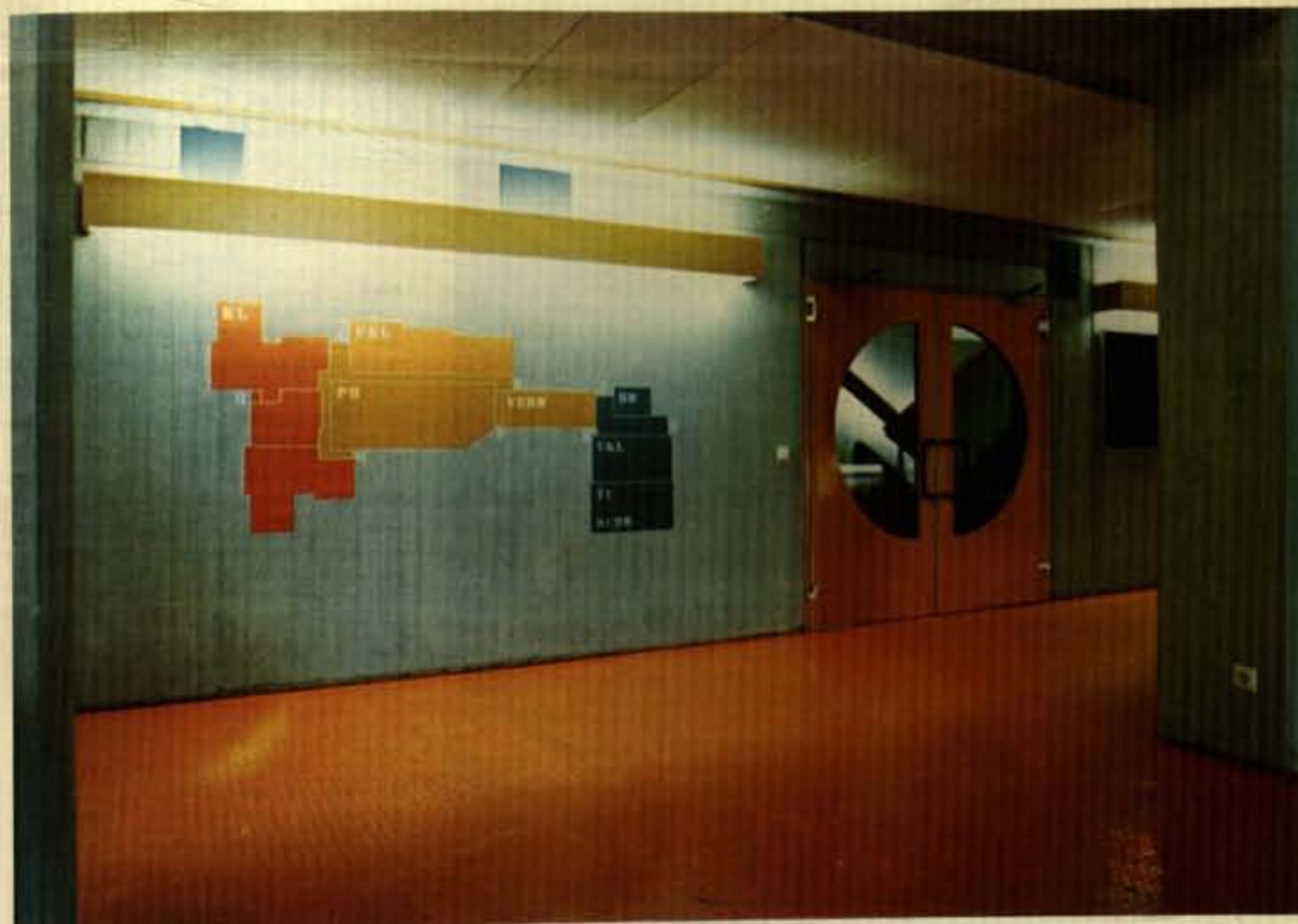


Bild 3

Treppenhaus im Klassenstrakt

Boden in dem Verkehrsflächen zugeordneten Orange. Stufenkanten klar erkennbar gemacht durch dunkelblaue Kanten und Setzstufenflächen.  
Leitsystem mit farbigen Handläufen, die von unten nach oben von Geschloß zu Geschloß mit ihrer Farbe auf das gleichfarbig gekennzeichnete Geschloß (durch Leitstreifen mit Geschloßzahlangebe, Deckenstreifen bei Beleuchtung und Türfarbe) hinführen. Die Aufnahme zeigt von einem „rotorange Geschloß“ aus die nach oben führenden orangen Handläufe zu einem mit einem orangen Streifen gekennzeichneten 2. Geschloß, das orange Türen hat.  
Die Abdeckung des Leitungsschachtes in Blau, die Feuerlöschkästen in Rot mit blauer Einlassung und die rotorangen Heizkörper auf blauem Grund sind in allen Geschossen gleich. Der Sichtbeton wird durch Farbenreflexe getönt.





Bild 4  
Klassenzimmer

Im Gegensatz zu den energieaufbauenden Farbtönen des Erholungs- und Verkehrsbereichs sind hier energiefordernde Hauptfarben verwendet. Boden und Tafel (ebenso Tafelwand, sofern nicht in Sichtbeton) in Grün, Sichtbeton durch Reflexe getönt, Schränke und Stühle in Blau, restliche Vorzugsfarben der jeweiligen Altersstufe als Akzente: Schrankkanten, Stuhl- und Tischgestelle in Rot, Heizkörper und Vorhänge in Orange, Fensterbank, Kämpfer, Vorhängeleiste und Leistenfassung der Schallschluckplatten in Gelb. Türen in der jeweiligen Stockwerkfarbe. Die angestrebte Abstimmung der Leuchtdichteverhältnisse an der Tafelwand wird gestört durch die Projektionsfläche für den Tageslichtschreiber und den Tafelsockel (damals vom Hersteller nicht anders lieferbar).



Bild 5  
Turnhalle

Interpretation durch grünen Boden (als statisches Element) und hellere Decke (Weiß mit Grünreflexen). Wandbegrenzung durch gelbe Verkleidung im seitlichen Blickfeld gut erkennbar, darüberhinaus das Gelb als bewegungsförderndes Element. Türen in Blau. Konzentration (Blau), Befreiung durch Bewegung (Gelb – Lösung) und Entspannung (Grün) kennzeichnen den Raum. Rhythmik (Orange), Motorik (Rotorange) und Spannung (Rot) werden dem aktiven Raumbenutzer belassen und im Raum nicht farblich ausgedrückt.



Bild 6  
Schwimmhalle

Betonung der Vertikalen und Horizontalen als räumliche Orientierungshilfe für den Schwimmschüler in die einem Statik versinnbildlichendem Grün. Das Warm-Gelb der Wände als Kontrast zum Blau des Wassers. Der an sich trittsichere Bodenbelag, zum vorsichtigen Begehen mahnend, ist in hellem, vorweißlichem Gelb gehalten. Die Wärmebank in warmen Rotoranges. Signal wird Symbol zugleich. Eine organisationsmäßige Unterstützung soll durch klare Bahnkennzeichnung (Zahlen), Raumabschnittsbestimmung (Buchstaben) und gut sichtbarem Trennstreifen zwischen Schwimmer- und Nichtschwimmerteil in Orange erwirkt werden.

## Der Aspekt 'Farbe' in der Gestaltungslehre

Hans Joachim Albrecht

Bericht von der Arbeit des Lehrgebietes „Farbe“ im Fachbereich Design an der Fachhochschule Niederrhein in Krefeld.

Unter den Inhalten der Gestaltungslehre ist der Farbenlehre ein besonderes Gewicht beizumessen. Das hat zunächst einen sachlichen Grund. Versucht man die visuellen Wahrnehmungen auf eine vereinfachte Grundlage zurückzuführen, dann bleiben als ihre Konstituenten nur das Hell-Dunkel und die Farbe übrig. Bereits Goethe behauptet in der Einleitung zu seiner Farbenlehre, daß wir, so sonderbar es auch klingen mag, aus diesen dreien – Hell, Dunkel und Farbe – die sichtbare Welt aufbauen und zugleich die Malerei möglich machen. Diese Erkenntnis bestätigen die Untersuchungen der Wahrnehmungspsychologen über die Helligkeitsschwellen und Farbkontraste, die unser Gesichtsfeld gliedern müssen, damit wir überhaupt etwas sehen. Natürlich wird im praktischen Leben eine solche Reduktion auf das grundlegende psychische Geschehen weder bemerkt noch vollzogen, der Gestalter jedoch ist genötigt, sich mit ihr zu beschäftigen.

Da die Farbenlehre als ein abgrenzbarer, in sich geschlossener Bereich behandelt werden kann, läßt sich ihre didaktische Eignung als ein weiterer Grund für ihre Vermittlung in der Gestaltungslehre anführen. Kennzeichnend für die anschauliche und logische Klarheit farbiger Qualitäten ist, daß sie – ihren tausendfältigen Erscheinungsweisen zum Trotz – die Konstruktion von regelmäßigen Farbkörpern erlauben. Eine ganze Reihe von ihnen ist seit der Farbpypamide von Heinrich Lambert oder der Farbkugel von Philipp Otto Runge entstanden, die als „Globus“ am deutlichsten die in sich bestehende Ordnung der Farbwelt ausdrückt. Und auch das in unseren Tagen von Harald Küppers entwickelte Rhomboeder-System wird durch ideale Relationen von sechs Grundfarben, Schwarz und Weiß gebildet. Unbestreitbar steckt daher in der methodischen Durchdringung der farbigen Vielfalt ein eigener Erkenntniswert.

Es ist aber nicht zu übersehen, daß in einer allzu starken Isolierung des didaktischen Modells Farbe auch eine Gefahr liegt. Denn es beschränkt den Reichtum farbiger Erscheinungen auf gleichartige, meist sogar gleichgroße Farbstandards und, was vielleicht noch bedenklicher ist, es verliert den Bezug zu anderen visuel-

len und funktionalen Eigenschaften der gegenständlichen Welt. Auf sie im ganzen aber ist die Vorstellungskraft des Gestalters gerichtet, und das Mittel Farbe hat in diesem Zusammenhang seinen Platz. Deshalb muß eine Farbenlehre für Designer auf Anwendungen zielen, wobei sich zwei größere Bereiche anbieten.

Im ersten Anwendungsbereich geht es um die Farbstruktur von Produkten und von größeren gegenständlichen Zusammenhängen, die Orte bilden.

Im zweiten Anwendungsbereich hat die Farbe eine mediale Aufgabe. Sie dient als ein sprachliches Mittel bei der Übersetzung bedeutungsvoller Inhalte ins Visuelle.

Der Ablauf des Unterrichts entspricht dem bisherigen Gedankengang. In der Anfangsphase legen die Studenten umfangreiche Sammlungen von Farbproben an, die den weitgespannten Rahmen der Erscheinungsweisen aufzeigen sollen. Gleichzeitig prüfen sie die technischen Möglichkeiten einzelner Farbmittel. Beim Ordnen des gesammelten Materials wächst langsam eine tiefe Einsicht in die Gesetzmäßigkeiten der Farbkontraste. Mit ihrer zusammenhanglosen Auflistung können sich die Studenten nicht mehr zufriedengeben. Die Gliederung beginnt mit dem scheinbar selbstverständlichen Nebeneinander buntfarbiger und unbunter Qualitäten, also mit reinen Bunt- und Hell-Dunkel-Kontrasten. Sobald deren äußerste Gegenüberstellung gesucht werden sollen, wird die aktive Rolle der Wahrnehmung selbst offenbar: Die Gegenfarbenpaare erweisen sich zugleich als spürbare Kräfte des Sehvorganges.

Die stärksten Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Farben erlebt man im Simultan- bzw. Sukzessivkontrast und, bei angenäherter Eigenhelle der Partner, im Flimmerkontrast. Unzählige Kontrastwirkungen liegen ferner in der überaus breiten Überschneidungszone zwischen den „optimalen“ Vollfarben und den unbunten Qualitäten Schwarz oder Weiß einerseits und der vorhandenen Helle oder dem vorhandenen Dunkel andererseits. Die Studenten bemerken beim Vergleich, daß keine bunte Farbe in voller Reinheit erscheint. Sie ist verschattet, zu schwach oder zu stark beleuchtet oder sogar durch Beimischungen getrübt. Diese Kontraste von Farb- bzw. Lichtintensitäten sind deshalb so bedeutsam, weil sie in unserer täglichen Umgebung überwiegen. Einer umfassenderen Welt-

erfahrung entstammen wohl die noch spezifischeren Kontraste wie der Kalt-Warm-, der Feucht-Trocken- oder der Nah-Fern-Kontrast. – Von der erarbeiteten Kontrastlehre aus lassen sich beispielhaft Farbordnungen und -systeme erörtern, ja, möglich sind sogar eigene Ansätze zur systematischen Aufbereitung der Farbenvielfalt.

Auf die Untersuchungen der phänomenalen Grundlagen bauen die weiteren Aufgabenstellungen auf, die alternativ in drei Themenbereichen angeboten werden, je nach dem Interesse des einzelnen Studenten oder einer Gruppe. Der Schwerpunkt des Entwurfs liegt dabei auf – den ordnenden und konstruktiven Funktionen, – den plastisch-räumlichen Funktionen und – den assoziativen und symbolischen Funktionen der Farben.

Es ist nicht ratsam, den ersten Themenbereich, in dem es um den planvollen Einsatz farbiger Kontraste geht, um ihre Mengenverhältnisse, ihre Verteilung und Verknüpfung, um Zuordnungen, Rhythmisierung usw., an dieser Stelle ausführlicher darzustellen, da die abgebildeten Beispiele lediglich die beiden letztgenannten Themenkreise illustrieren. Diese will ich aus einem doppelten Grunde eingehender vorstellen: zum einen soll die Gründlichkeit der Arbeit belegt werden, zum anderen bedürfen die ausgestellten Beispiele farbiger Gestaltung einiger Erläuterungen.

Fragt man nach den plastisch-räumlichen Funktionen der Farben, so findet man erste Hinweise aus der Kenntnis ihrer Erscheinungsweisen, die ganz spezifische plastisch-räumliche Merkmale besitzen. Die Oberflächen- oder Körperfarben sind an die Grenzflächen undurchsichtiger Gegenstände gebunden und folgen notwendig deren Verlauf. Die Raum- oder Volumenfarben dagegen (z.B. Tee im Glas) erfüllen durchsichtige Stoffe (Medien) und sind stets von einem gewissen transparenten Eindruck abhängig. Die Freien Farben oder Flächenfarben schließlich (z. B. Himmelsblau) erscheinen uns gegenüberstehend als lokkere, rückwärts jedoch geschlossene Schichten in deutlicher, wenngleich schwer bestimmbarer Entfernung von uns. Bemerkenswert an dem letzten Phänomen ist nun, daß unterschiedliche Farben auch unterschiedliche Distanzempfindungen auslösen. Zu ihrer genaueren Untersuchung hat eine student-



sche Gruppe folgende variable Versuchsanordnung erfunden: Auf einem mit Rillen (Nuten) versehenen Rasterfeld sind farbige Plättchen neben- und hintereinander beliebig einzuschieben. Ihre Tiefenlage steht somit eindeutig fest. Betrachtet man sie aber durch die Lochöffnung eines abdeckenden Rahmens, verändern sie scheinbar ihre Lage. Die bekannte Tendenz gelb-roter und blauer Farben vor- bzw. zurücktreten, setzt sich nur dann durch, wenn die konkurrierenden Flächen von vergleichbarer Größe, Proportion und Position sind. In allen anderen Fällen bedarf es sehr präziser Beobachtungen, um die jeweiligen Tiefenrelationen zu bestimmen, weil mehrere Gestaltfaktoren gleichzeitig wirken. Selbstverständlich lassen sich auch unentscheidbare Anordnungen einstellen.

Überziehen wir nicht nur Platten, sondern auch vollrunde Körper mit gleichmäßig aufgetragenen, leuchtenden Farben, z.B. mit Zitronengelb oder Zinnoberrot, dann überrascht der Verlust an Plastizität, den sie erleiden. Hell beleuchtet strahlen sie wie etwa glühende Metallstücke. Gegenüber exakt gleich großen, farbig neutralen Körpern dehnen sie sich sichtbar aus. Genauso schwindet unter einer matten, schwarzen Farbdecke jeder körperhafte Ausdruck wie auch die Expansion des Volumens. Kombiniert können sich diese beiden extremen Farbgebungen so sehr steigern, daß die tatsächliche Form eines Gegenstandes nicht mehr sicher zu erkennen ist. Fällt überdies eine Kante mit der Grenze eines scharfen Farbkontrastes zusammen, wird sie visuell völlig aufgehoben. Aus diesen Ergebnissen ist umgekehrt zu schließen, wie beschaffen Gegenstände sein müssen, die in ihrer Plastizität optimal zu erfassen sein sollen.

Doch es kommt noch etwas hinzu. Was für den Zusammenhang der Teile eines Körpers gilt, betrifft nämlich auch das Verhältnis eines Gegenstandes zu seiner Umgebung. In Vergleichsreihen hat ein Student demonstriert, welche Helligkeitsdifferenzen zwischen Zylindern und ihrem Umfeld herrschen müssen, damit ein gutes plastisches Abheben der Form oder, im Gegensatz dazu, ihre Abflachung erreicht wird. Ein besonderer Effekt tritt ein, wenn durch farbige Angleichung ein Teil des Körpers so weit dem Hintergrund angenähert ist, daß er mit ihm verschmilzt. Die Geschlossenheit des Körpers geht dabei verloren.

Eine ergiebige Versuchsrichtung, der Studenten wiederholt nachgegangen sind, führt zu den doppeldeutigen Zuständen, die das Spiel von Licht und Schatten an Körpern hervorruft, deren Oberfläche durch wechselnde, jedoch aufeinander abgestimmte Farbtintensitäten unterschieden sind. Die Reihung dreier Quader, einmal von vorne und einmal seitlich beleuchtet, macht durch

viele Teilwirkungen die Spanne deutlich, in der Schwächungen und Aufhebungen des räumlichen Eindrucks einer vorstehenden Kante herzustellen sind. Ein im ganzen überzeugendes Beispiel stellt endlich ein mit Durchbrüchen gebauter Würfel dar, der in einer festgelegten Beleuchtungsrichtung zweifarbig erscheint, bei jeder Drehung aber verschiedenfarbige Oberflächenteile aufweist. Dadurch wird der anfangs entschiedene körperliche Ausdruck erheblich gestört.

Assoziative und symbolische Funktionen der Farben können wir uns durch die Vorstellung näherbringen, daß mit einer immer feineren Unterscheidung der Erlebnisgegenstände auch die Farbnamen entstanden sind. Die ursprüngliche Polarität von Licht und Dunkelheit wird durch Weiß und Schwarz ausgedrückt, die Farben Rot und Grün entlehnen ihre Namen lebenswichtigen Stoffen, dem Blut und der Pflanze. Weniger eigenständige Charaktere übernehmen ihre Namen von natürlichen Prototypen: Von der Violette (Veilchen), der Orange, der Olive und dem Türkis-Stein. Die einsilbigen, starken Farbnamen genügen allmählich den differenzierten Wahrnehmungen nicht mehr. So teilt sich Gelb in Strohgelb, Maisgelb, Safrangelb, Zitronengelb, Dottergelb, Bernsteinengelb, Schwefelgelb usw. Wichtig ist jetzt die Feststellung, daß alle diese aus der natürlichen Umwelt stammenden Namen, anders als die rein technischen Farbbezeichnungen umfassendere Vorstellungsbilder vermitteln und ganz allgemeine Gefühlsreaktionen auslösen. Bei Befragungen, die sie mit Hilfe von entsprechenden Farbproben durchführten, konnten Studentengruppen diese Annahme bestätigen.

Doch sind weitere Schritte nötig, um die hier vorliegenden Zusammenhänge gründlicher aufzudecken. Dabei darf nicht außer acht gelassen werden, daß der Untersuchende selbst von den fraglichen, schwer erklärbaren Wirkungen der Farben betroffen ist. Die Konzeption der Aufgabe muß daher einige Kontrollinstanzen vorsehen. Die erste davon liegt bereits in der Gruppenarbeit. Bei dem im folgenden beschriebenen Übungsbeispiel bemühten sich jeweils drei bis fünf Studenten gemeinsam, für neun verschiedene Fruchtarten die charakteristischen Farben ganz aus der Vorstellung zu finden. Wegen der rundlichen Form der meisten Früchte sind die Mischungen auf gleichgroßen Kreisscheiben angelegt. Die zunächst von jeder Gruppe vorgeschlagenen Farben müssen ohne Hilfestellung von den übrigen Studenten mit den zugehörigen Früchten identifiziert werden. Bei diesem Vorgang wird die Aufgabe genauer einschätzbar, und weitere Anregungen kommen hinzu. Es wird klar, daß die Früchte nicht immer so eindeutig in ihrer Farbe bestimmt sind wie z. B. die Erdbeere. Demgegenüber gibt es gelbe, hellrote, dunkelrote und schwarz-

braune Kirschen. Zudem haben nicht alle Früchte eine gleichmäßige Oberflächenfarbe wie eine Orange. Die Schale eines Apfels kann teilweise grün und rot aussehen. Und die Färbung während der Reifung kann einigermaßen unverändert bleiben, wie bei der grünen Weintraube, sie kann aber auch wie bei der Tomate starke Wandlungen zeigen. – Für die Darstellung erscheint es außerdem sinnvoll, die Farben der Früchte durch eine zusätzliche Hintergrundfarbe hervorzuheben, die dem natürlichen Umfeld – meist einem spezifischen Blattgrün – entspricht.

Die neuen, nach diesen Überlegungen angefertigten Vorlagen werden einer doppelten Kontrolle unterzogen. Sie werden erstens mit den realen Gegenständen verglichen, mit Nachmischungen nach der farbigen Erscheinung von Früchten, u. z. bei Tages- und bei Kunstlicht. Zweitens führen die Studenten außerhalb der Schule Befragungen durch, bei denen von unvorgebildeten Personen die für jede Frucht als „richtig“ empfundene Farbprobe aus der Musterreihe herausgesucht wird. Am Schluß dieser Aufgabe steht eine vergleichende Gegenüberstellung der (korrigierten) Vorstellungsfarben, der tatsächlichen Erscheinungsfarben und der durchschnittlich bevorzugten Farben von Früchten mit der Darstellung in der Malerei und in der Werbung.

Eine Gruppe von drei Studenten griff ein von vornherein komplexeres Thema auf. Sie untersuchte die Änderungen der assoziativen Wirkung bei einem Frühstücksgedeck (Stilleben) aufgrund von planvollen Farbverschiebungen. Von einer Ausgangsfassung sind acht Varianten abgeleitet: eine Aufhellung und eine Verdunklung mit Weiß und Schwarz, eine „Erwärmung“ und eine „Abkühlung“ durch Rot und Blau, eine Verbindung wirklichkeitsnaher und -fremder Werte, eine ganz freie Veränderung, eine komplementäre Umkehrung aller Ausgangswerte und endlich ein beliebiger Austausch der Gegenstandsfarben zwischen den Gegenständen. Die letzten vier Bilder sollen in unterschiedlichen Graden abstoßend wirken. Mit dieser Absicht decken sich die zu den einzelnen Bildgegenständen und zu den Bildern im ganzen genannten Assoziationen, die ein Befragungstest erbracht hat. Auffallend ist, daß die künstlich hergestellten Produkte Löffel, Tasse und Eierbecher innerhalb dieser Wertung so gut wie keinen Einfluß ausüben. Die Wirkungen gehen allein von den Nahrungsmitteln aus, die empfindlich auf jede Abweichung von ihren erwarteten, „natürlichen“ Farben reagieren. – Zur Präsentation der Arbeit bauten die drei Studenten das Frühstück real auf und färbten mit kräftigen Lebensmittelfarben die Eßwaren und Getränke. Nur einer – ihr Dozent – ermunterte sich, einen Schluck grüne Milch zu kosten.

# Tapeten- und Textildesign mit der TV-Technologie

Gero Förster und Gerhard Kamin  
Robert Bosch GmbH, Darmstadt

Es ist wichtig zu wissen, daß das Farbfernsehen für das Dessinieren von Tapeten und Stoffen eine Zukunft hat. Die elektronischen Mittel des Farbfernsehens bieten dem Designer ein breites Spektrum an Gestaltungsmöglichkeiten, die nicht ungenutzt bleiben sollten, zumal sie hinsichtlich Qualität, Vielseitigkeit und leichter Handhabbarkeit von keiner anderen Technik zu erreichen sind. Zwei Verfahren sind hier zu nennen:

- die Verfremdung konventioneller Vorlagen durch Kolorieren, Transponieren, Durchdringen, Strukturieren und Abstrahieren,
- die Erzeugung synthetischer Muster, zufallsgesteuert oder durch gezielte Beeinflussung der Zwischenergebnisse. Erzeugung von Spiegelungen und Verzerrungen oder Anreicherung und Abbau der Bildelemente.

Die zuerst erwähnten Verfahren bedienen sich der Regiemittel des Unterhaltungsfernsehens, deren praktische Anwendung aus den täglichen Fernsehsendungen hinreichend bekannt ist. Herausgelöst aus dem üblichen Anwendungsschema werden jedoch einige Prozesse zum interessanten Hilfsmittel für den Designer. Zu seiner Grundausrüstung gehören neben zwei Farbkameras und einem Farbgenerator lediglich noch eine Bildmischeinrichtung und ein Bildmonitor zur Darstellung des elektronischen Ergebnisses.

Mit den Farbkameras, die zur besseren Auswahl der Bildausschnitte mit Vari-Objektiven ausgerüstet sind, erfolgt die Umwandlung der Bildvorlagen in elektronische Signale.

Der Farbgenerator erzeugt alle nur denkbaren Farben von Schwarz über gesättigtes Purpur und blasses Gelb bis hin zum Weiß. Das ist die dritte Bildquelle, die an der Bildmischeinrichtung anliegt, mit der die Bildsignale zusammengefügt oder verfremdet werden können. Alle von der Fotografie her bekannten Effekte wie

- Überlagerung zweier Signale,
- Einsetzen eines Motivs in ein Hintergrundbild,
- Aneinanderfügen von Bildausschnitten

werden auf elektronischem Weg völlig gleichwertig ohne Qualitätsverlust reali-

siert. Darüber hinaus ist breiter Variationsspielraum gegeben durch

- Veränderung der Intensität aller Bilder
- Veränderung der Maskierstruktur, unabhängige Einfärbung von Vorder- und Hintergrundsignal,
- Verfremdung der Bildvorlagen durch Abstrahieren.

Alle Verfahren sind untereinander kombinier- und gleichzeitig anwendbar. Als Ergänzung zu der genannten Grundausrüstung ist ein Koloriergerät – die Cox-Box – zu empfehlen und eine Magnetaufzeichnungsanlage. Mit dem Koloriergerät lassen sich Schwarzweißbild-Vorlagen in 2–3 beliebig wählbaren Farben kolorieren oder Farbbilder farblich verändern. Auf diese Weise können am Bildschirm in kürzester Zeit Farbkombinationen ausprobiert werden, die bei herkömmlicher Technik bisher Tage in Anspruch nahmen.

Um alle Zwischenergebnisse reproduzierbar zur Verfügung zu halten, sollten sie auf Magnetband aufgezeichnet werden. Damit ist dann auch eine Konserve geschaffen, die jederzeit auch zur Weiterverarbeitung oder zu einem Vergleich mit neuen Designs zur Verfügung steht.

Ein ebenfalls attraktiver Vorzug dieser elektronischen Einrichtung ist die Fernbedienbarkeit aller Anlagenteile. Ein kompakt aufgebautes Bedienpult wird neben allen Bedienelementen für die Misch- und Kolorierprozesse auch die Bedienmittel für die Vari-Objektive und die Schwenk- und Neige-Bewegung der Kameras enthalten. Derartige „Cockpit-Controls“ setzen sich vermehrt überall dort durch, wo der Prozeß konzentrierter, kreatives Arbeiten verlangt.

Alle Komponenten des TV-Design-Systems sind bereits in anderen Anwendungsbereichen täglich üblich. Lediglich ein auf die speziellen Anforderungen des Designers abgestimmtes Bedienpult muß noch zusammengestellt werden.

Im Gegensatz zur vielfältigen, bis zur Verfremdung reichenden Beeinflussung von Fernsehkamerabildern mit konventionellen videotechnischen Mitteln steht die elektronische Mustererzeugung. Bekannt ist in diesem Zusammenhang die Verwendung von Computern zur graphischen Darstellung mathematischer Funktionen. Schwerwiegende Nachteile der Mustererzeugung mit Computern sind die üblicherweise recht komplizierte

Programmierung, die beträchtliche Zeitdifferenz zwischen Programmeingabe und Fertigstellung der Graphik und nicht zuletzt die stark eingeschränkten Möglichkeiten der bildgestaltenden Einflüsse bei laufendem Prozeß.

Diese dem kreativen Arbeiten entgegenstehenden Nachteile werden bei einem Verfahren vermieden, das sozusagen ein Abfallprodukt einer Innovation auf einem völlig andersartigen Gebiet darstellt. Es handelt sich dabei um einen automatischen quantitativen Bildanalysator (Geometrie-Computer), der von einer Fernsehkamera aufgenommene Bilder auf der Grundlage einer hierfür eigens entwickelten Mathematik verändert (Bildtransformation nach Maßgabe „strukturierender Elemente“) und im Sinne eine Bildkassierung numerisch beschreibt.

Hauptanwendungsgebiete für den Bildanalysator sind bis jetzt Metallographie, Medizin (Histologie, Krebsforschung), Biologie (Humangenetik), Mineralogie etc. Generell kommen alle Gebiete in Betracht, in denen umfangreiches Bildmaterial objektiv und in Sekundenschnelle ausgewertet werden muß. In dieser Hinsicht ist der Bildanalysator vergleichbar mit einem arithmetischen Computer, der überall dort eingesetzt wird, wo sich Probleme mathematisieren lassen.

An einem modellhaften und sehr eindrucksvollen Beispiel lassen sich Funktion und Leistungsfähigkeit des Gerätes demonstrieren. Gleichzeitig wird erkennbar, wie Muster im Rahmen eines Mensch-Maschine-Dialogs erzeugt und unmittelbar sichtbar gemacht werden können, ohne daß hierfür Kenntnisse komplizierter mathematischer Zusammenhänge oder irgendwelche besonderen Fähigkeiten in der Technik der Programmherstellung erforderlich wären.

Zufallserscheinungen einerseits und gezieltes manuelles Eingreifen bei sofortiger Ergebnisdarstellung andererseits schaffen zwischen Gerät und Designer eine kreativitätsfördernde Interdependenz, die nach freiem Willen sowohl ausgewogen wie auch zugunsten der einen oder anderen Seite verschoben werden kann. Die Skala der Abhängigkeitsverhältnisse reicht von der Dominanz des Designers (die Maschine ist lediglich elektronisches Zeichengerät) bis zur Dominanz der Maschine (die Maschine erzeugt Muster zufallsgesteuert, der Designer wählt aus).



# Farbwiedergabeeigenschaften von Dreiband-Leuchtstofflampen

Arne Valberg und Thorstein Seim, Oslo

## 1.0 Einleitung

Bezüglich der spektralen Strahlungsverteilung von künstlichen Lichtquellen wird normalerweise eine kontinuierliche, tagelichtähnliche Verteilung als die optimale Lösung angesehen (siehe Bild 1). Im Gegensatz dazu steht ein vor einigen Jahren neu eingeführtes Konzept, nach dem die Lichtemission von Leuchtstofflampen hauptsächlich in drei schmalen Spektralbändern konzentriert wird. Die Lage und die Strahlung der drei Spektralbänder wurden im Hinblick auf einen möglichst hohen CIE-Farbwiedergabeindex optimiert. Die zunehmende Benutzung von Dreiband-Lampen in Schulen, Büros usw. und eine weitverbreitete Unsicherheit bezüglich ihrer Farbwiedergabeeigenschaften hat die Notwendigkeit einer Überprüfung des CIE-Testfarbenverfahrens der internationalen Beleuchtungskommission (CIE, 1974) zur Bestimmung der Farbwiedergabeeigenschaften solcher Lichtquellen betont. Überhaupt hat das wachsende Umweltbewußtsein den Bereich der visuellen Umgebung allgemein und das Problem der Farbwiedergabeeigenschaften von Lichtquellen aktualisiert.

Diese Arbeit ist Teil eines größeren Projekts an der Universität Oslo und hat das Ziel, die jetzige Methode zur Bestimmung von Farbwiedergabeeigenschaften von Lichtquellen genauer zu untersuchen. Zuerst wollen wir in dieser Arbeit Daten über die Farbwiedergabeeigenschaften der Dreiband-Lampen TL 84 und Lumilux 21 geben, die wir mit dem CIE-Testfarbenverfahren berechnet haben. Darüber hinaus wollen wir untersuchen, wie diese Berechnungsmethode mit der visuellen Beurteilung übereinstimmt. Im besonderen zielt dieser Vergleich auf eine Untersuchung der Anwendbarkeit der CIE-Farbabstandformel, die zur Bestimmung der speziellen Farbwiedergabeindizes benutzt wird.

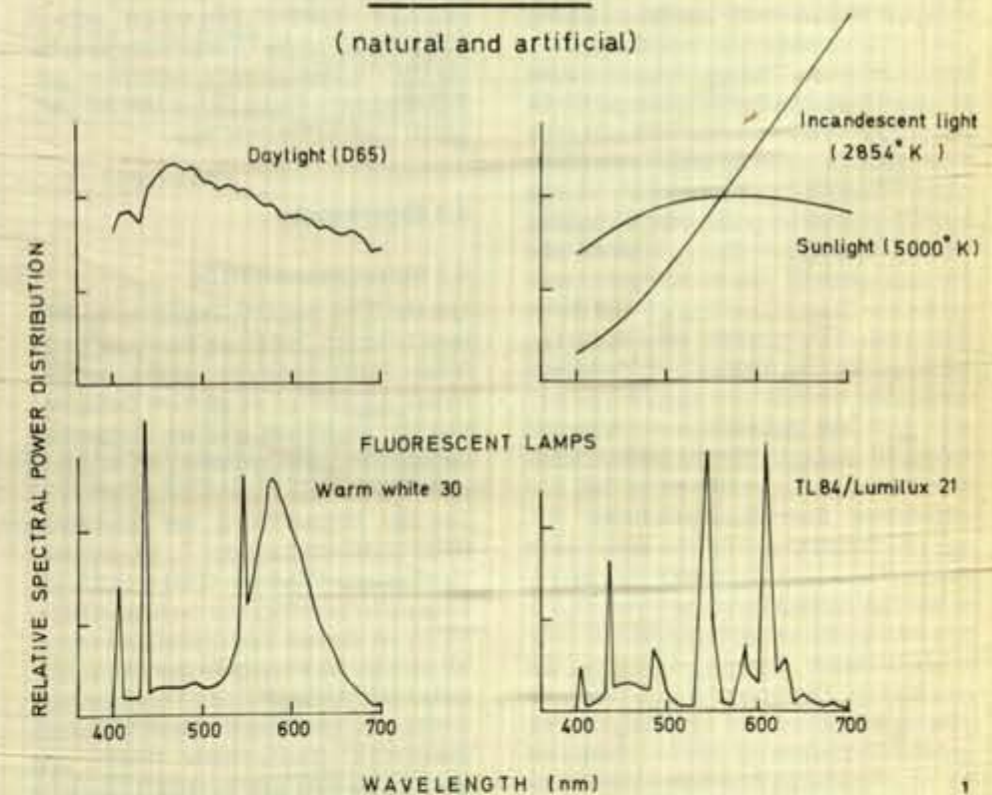
## 2.0 Natürliche und künstliche Beleuchtung

Bild 1 zeigt einige Beispiele der relativen spektralen Strahlungsverteilung von natürlichen und künstlichen Beleuchtungen, denen wir täglich mehrmals begegnen. Die Verteilung des Tageslichtes D65 stützt sich auf Messungen des natürlichen Tageslichtes und ist zur Benutzung in der Farbmeterik und der Photometrie von der CIE empfohlen worden (CIE,

1971). Zugleich ist die Verteilung der Glühlampe mit einer Farbtemperatur von 2850 K als Normlichtart A definiert worden. Die Messungen des Sonnenlichts zeigen, daß es im sichtbaren Bereich fast dieselbe spektrale Strahlungsverteilung wie ein Planckscher Strahler mit einer Farbtemperatur von 5000 K hat. Die Verteilung des „Warm-Weiß 30“ ist die einer häufig benutzten Leuchtstofflampe. Die Verteilung der neuen Dreiband-Lampen TL 84 und Lumilux 21 von Philips und Osram ist in Bild 1 unten rechts dargestellt. Die beiden Lampen von Philips und Osram haben identische spektrale Strahlungsverteilungen. Wenn wir im folgenden die Abkürzung TL 84 benutzen, so gilt das Gesagte zugleich auch für Lumilux 21.

se, wenn die Farbe und die Helligkeit der nächsten Umgebung einer Testfarbe in zwei zu vergleichenden Beleuchtungssituationen unterschiedlich sind, können große Farbänderungen der Testfarbe auftreten, die nicht allein von der Lichtquelle abhängig zu sein brauchen. Die Umgebungsfarbe besitzt die Fähigkeit, durch Simultankontraste Farbänderungen zu induzieren. Solche und andere Phänomene können zu einer unzuverlässigen visuellen Beurteilung führen, wenn sie nicht unter streng kontrollierten Laborbedingungen durchgeführt wird. Das CIE-System der Farbmessung (CIE, 1971) ermöglicht eine Berechnung der Farben, die unter genormten Beobachtungsbedingungen das gleiche Aussehen haben. Zu diesem Zweck müssen die

ILLUMINATIONS  
(natural and artificial)

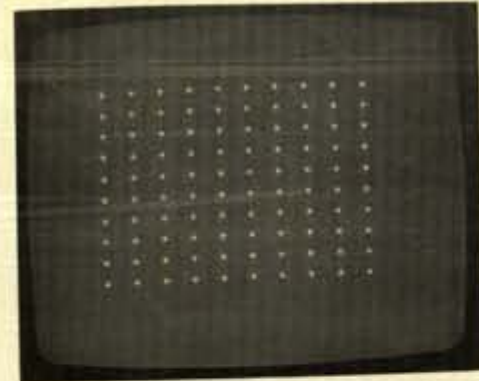


## 3.0 Farbwiedergabe

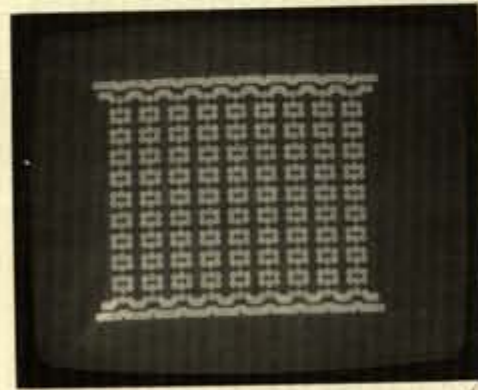
Es wäre von großem Gewinn, wenn sich die Farbwiedergabeeigenschaften tatsächlich durch eine Formel befriedigend beschreiben ließen. Die Berechnungsmethode würde dann eine von vielen einwirkenden Faktoren unabhängige Charakterisierung erlauben. Solche Faktoren sind örtliche, zeitliche und chromatische Einflüsse, Helligkeitsverteilungen und der Zustand des Beobachters. Alle diese Faktoren können die Erscheinung einer Farbe beeinflussen. Beispielswei-

spektrale Strahlungsverteilung der Beleuchtung und die spektralen Reflexionswerte der farbigen Fläche bekannt sein. Die Berechnung erfolgt mit den spektralen Normfarbwerten, die mit der spektralen Empfindlichkeit der Zapfen des menschlichen Auges in Zusammenhang stehen. Von diesem System ausgehend, bezieht sich das CIE-Testfarbenverfahren zur Bestimmung der Farbwiedergabeeigenschaften einer Lichtquelle auf eine Berechnung der Farbän-

Markante Merkmale eines noch zu konzipierenden und speziell für die Musterzeugung geeigneten Gerätes sind die zahlreichen Initialgeneratoren für Einzelpunkte, Punktmuster, Schwarzweißbilder und Archivmuster, mehrere Bildspeicher für die Ablage und beliebige Verknüpfung von Teilmustern ein Spezielspeicher (Subbildspeicher) für die Reduplizierung, Verkleinerung und Verzerrung von Einzelfiguren und bei Bedarf eine elektronische Kolorierungseinrichtung, die ein Ergebnismuster in einer unüberschaubaren Fülle von Farbkompositionen erscheinen läßt.



Alle Ergebnisse werden auf Magnetband aufgezeichnet. Sie sind damit beliebig oft reproduzierbar und können als Ausgangsprodukt für neue Variationen verwendet oder – vom Schirmbild abfotografiert – zur Druckvorlage weiterverarbeitet werden.



Die Vorteile des TV-Designs liegen ● in der Handlichkeit.

Alle Möglichkeiten fotografischer Verfahren sind von einem zentralen Bedienungspult aus zu realisieren.

● In der Schnelligkeit.

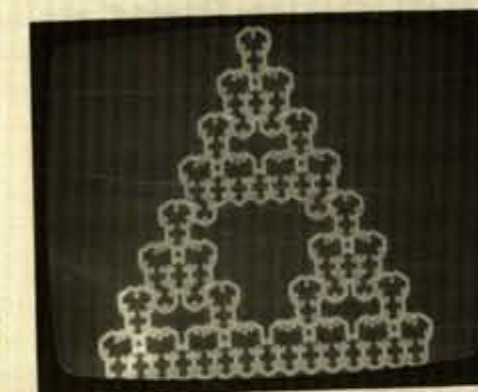
Es sind keine zeitraubenden Entwicklungs- und Kopierprozesse erforderlich, und die Entscheidung, ob Designs weiter ausgearbeitet werden, können direkt am Schirmbild getroffen werden.

● In der Vielseitigkeit.

Dem Designer ist zur Realisation seiner Ideen ein universelles Hilfsmittel zur Hand gegeben, dessen Anwendungsvielfalt ihn zweifellos auch zu neuen Entwürfen inspirieren wird.



Der Geometrie-Computer ist das Ergebnis einer von der Robert Bosch GmbH, Stuttgart, mit der Firma E. Leitz, Wetzlar, gemeinsam durchgeführten Entwicklungsarbeit. Sie wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie gefördert. Die Anlage befindet sich seit einiger Zeit unter der Bezeichnung T.A.S. (Textur-Analyse-System) auf dem Markt.



### Bilderkklärungen

1: Aus einem über eine Matrix eingegebenen Punkt durch elektronische Vervielfachung hervorgegangenes Punkte-Netz.

2: Transformation von T 2015/45.

3: Vielfachtransformation eines mit einem Lichtgriffel direkt auf den Monitorschirm geschriebenen Punktes (Muster wächst nach Art eines Kristallisationsprozesses).

4: Transformation von T 2015/57.

5: Mehrfachtransformation von 5 mit dem Lichtgriffel geschriebenen Punkten (gewachsenes Muster).

6: Transformation von T 2015/33.

7: Mit dem Lichtgriffel auf den Bildschirm geschriebenes Wort.

8, 9, 10 Fortschreitende Transformation von T 2015/61. Die Transformationen werden durch willkürliches Betätigen von Tasten oder Drehschaltern (Kombination von Basisoperationen) aus einer unausgeschöpften Fülle von Möglichkeiten ausgewählt. Das Transformationsergebnis hängt sowohl von der (zufällig) gewählten Transformationsbedingung als auch von der Struktur des zu transformierenden Bildes ab und erhält dadurch Zufallscharakter. Jede Transformation erfolgt innerhalb 2/25 sec. und ist bezüglich ihrer Auswirkung sofort auf dem Bildschirm sichtbar.





derungen, die entstehen, wenn Testfarben hintereinander von Testlichtquellen und Bezugslichtquellen beleuchtet werden. Die Bezugslichtquelle ist normalerweise ein schwarzer Strahler, der durch eine bestimmte Farbtemperatur charakterisiert wird. Die Größe des Farbunterschieds  $\Delta E$  wird gemäß der CIEUVW-Farbabstandsformel 1964 berechnet (1). Die CIE hat 14 Testfarben angegeben, die für diese Berechnung zu verwenden sind. Für jede dieser Farbproben ist ein spezieller Farbwiedergabeindex  $R_i$  definiert worden.

$$R_i = 100 - 4,6 \Delta E_i \quad (i = 1, 2, \dots, 14)$$

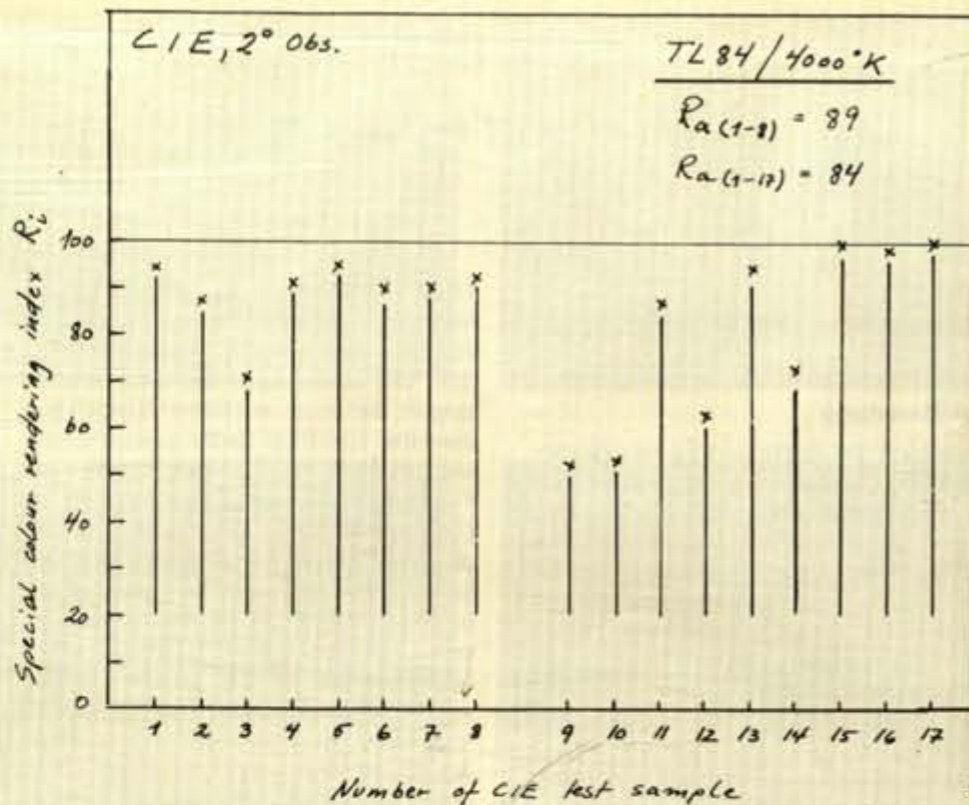
Der Index  $i$  bezieht sich auf eine der 14 Testfarben. Der allgemeine Farbwiedergabeindex  $R_a$  ist der Mittelwert der ersten 8 speziellen Farbwiedergabeindizes  $R_i$ . Die ersten acht Testfarben bilden einen ungesättigten Farbkreis und haben ungefähr die gleiche Helligkeit und Buntheit (Munsell chroma). Die  $R_i$  sind also einfache Funktionen der Farbunterschiede  $\Delta E_i$ , die entstehen, wenn die Testfarben hintereinander von Testlichtquelle und Bezugslichtquelle beleuchtet werden.

Vorausgesetzt, daß die acht Testfarben eine repräsentative Auswahl darstellen, ist diese Methode offenbar von der Eignung der CIE-Methode zur Beschreibung der Farbänderungen abhängig.

Bild 2 zeigt die Farbwiedergabeindizes  $R_i$ , die für die Dreiband-Lampe TL 84 mit 14 CIE- und 3 ergänzenden unbunten Testfarben berechnet worden sind (2). In dieser Darstellung bedeutet  $R_i = 100$  keine Farbänderung. Je mehr die Indizes von 100 abweichen, desto größer werden die Farbwechsel, die im Vergleich zwischen der Dreiband-Lampe und deren Bezugsampe entstehen. Was TL 84 betrifft, so ist die Bezugslichtquelle ein schwarzer Strahler von 4000 K.

Von den acht ungesättigten Testfarben vertritt Nr. 3 (Gelb - Grün) den schlimmsten Fall in bezug auf  $R_i$  ( $R_i = 69$ ). Der allgemeine Farbwiedergabeindex  $R_a$ , der als Durchschnitt für die ersten acht Proben berechnet worden ist, beträgt  $R_a = 89$ . Der durchschnittliche Index  $R_m$  für alle 17 Testfarben ist  $R_m = 84$ . Gemäß dieser Berechnung haben die gesättigten Testfarben Nr. 9 (Rot), 10 (Gelb), 12 (Blau) und 14 (Olivgrün) die größten Farbwechsel. Nr. 11 (Grün) und Nr. 13 (Hautfarbe) sind nur mäßig beeinflusst worden, wie freilich auch die unbunten Testfarben Nr. 15 (Schwarz), 16 (Grau) und 17 (Weiß).

Es wurden auch Berechnungen der  $R_i$  für die hochgesättigten Farben des Miescherschen Farbtonekreises durchgeführt (Miescher u. Mitarbeiter, 1978). Die Berechnung zeigt, daß die Purpurfarben und die violetten Farben bzw. Nr. 9, 10, 11 und 12 am meisten beeinflusst werden. Weiter müßten die gelben und orangen Farben Nr. 2, 3 und 4 ungefähr gleichviel geändert werden wie die blauen, blau-grünen und grünen Farben Nr. 14 bis 21. Die nächste von uns gestellte Frage war:



Inwieweit stimmen diese nach dem CIE-Testfarbenverfahren berechneten Werte mit der visuellen Beurteilung der Farbänderungen überein? Wie später gezeigt wird (Bild 3), ist die Übereinstimmung für die CIE-Testfarben nicht besonders gut. Für Mieschers Farbtonekreis fällt der Vergleich noch schlechter aus.

#### 4.0 Experimente

##### 4.1 Versuchsanordnung

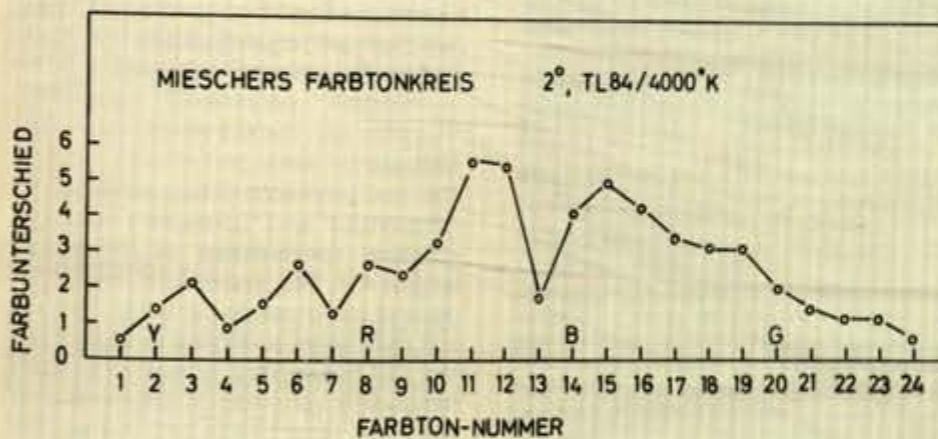
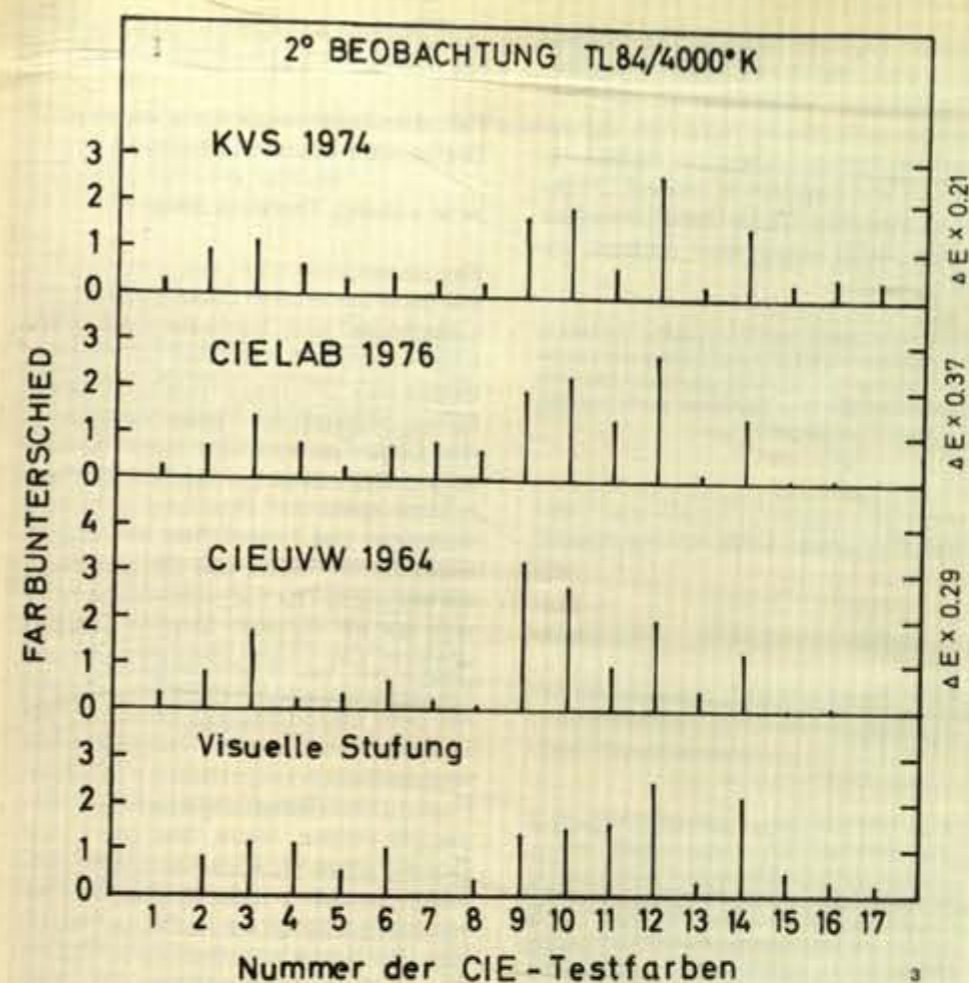
Um die Güte des CIE-Testfarbenverfahrens zu testen, haben wir die visuell beurteilten Farbänderungen mit den berechneten  $\Delta E$ -Werten verglichen. Dabei haben wir visuell die gleichen Testfarben benutzt, deren berechneten  $\Delta E$ -Werte in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt sind. Für die Nachahmung der spektralen Strahlungsverteilung der TL 84 und dessen Bezugslichtart von 4000 K wurde ein Spektralfarbenintegrator benutzt (Östby, 1973). In diesem Spektralfarbenintegrator wurden die Prinzipien des im Laboratorium für Farbenmetrik (Physikalisches Institut der Universität Basel) gebauten Integrators (Weisenhorn, 1965) und ebenso die des am Imperial-College in London gebauten Wright-Colourimeters vereinigt. Unser Spektralfarbenintegrator hat als Lichtquelle eine 2500-W-Xenon-Hochdrucklampe. Der Apparat hat zwei identische Lichtkanäle, von denen jeder einzelne mittels speziell konstruierter Prismen ein 24 cm langes Spektrum auf einem sphärischen Spiegel hervorbringt. In diesen beiden Spektren können verschiedene Teile entweder teilweise oder völlig zugedeckt werden. Durch diese Abblendung und die folgende Integration der Strahlung der verschiedenen Wellenlängen ist es möglich, eine Beleuchtung herzustellen, die jeder beliebigen

gewünschten relativen spektralen Strahlungsverteilung angepaßt ist. Die Messung der relativen spektralen Strahlungsverteilung an unserem Spektralfarbenintegrator wurde relativ zu einem kalibrierten Standard durchgeführt.

In unseren Experimenten wurde in einem Kanal als Testlichtart die spektrale Verteilung der Dreiband-Lampe TL 84 und im anderen Kanal die der Bezugslichtart von 4000 K nachgeahmt. Beide Lichtarten wurden auf die gleiche Testfarbe projiziert, die eine im oberen Teil eines  $2^\circ \times 2^\circ$  zweigeteilten Feldes, die andere im unteren Teil des gleichen Feldes. Die Testfarben befanden sich auf einem 150 cm vor der Apparatur stehenden Schirm. Die Beleuchtungsstärke dieses Schirms betrug in diesen Experimenten 150 Lux. (Die maximal erreichbare Beleuchtungsstärke, ohne Abblendung im Spektrum, ist bei diesem Abstand etwa 15000 Lux.)

Bezüglich einer Untersuchung der Farbänderung stellt der TL-84/4000 K-Vergleich bei  $2^\circ$ -Beobachtung eine ideale experimentelle Situation dar. Wenn beide Lichtarten auf die gleiche weißliche Testfarbe (Nr. 17) projiziert werden, so ist es durch bloße Leuchtdichteänderung möglich, eine völlige Gleichheit der beiden Hälften des zweigeteilten Feldes zu erlangen. Deshalb brauchen Farbumstimmungseffekte nicht berücksichtigt zu werden.

Drei Versuchspersonen nahmen an den Experimenten teil. Die Farbänderungen wurden mittels einer subjektiven Skala mit acht Teilen beurteilt. Die Beurteilungsskala lief von null (völlige Gleichheit) bis sieben (maximaler Unterschied). Die Zahl 1 entspricht einem kleinen und 2 einem deutlichen Unterschied. Die Unterschiede von 3 aufwärts wurden als große Farbänderungen betrachtet.



#### 4.2. Ergebnisse

Bild 3 vergleicht die visuelle Beurteilung der Farbänderungen von den 17 CIE-Testfarben mit der Berechnung der Farbunterschiede  $\Delta E$  nach der CIEUVW-, der CIELAB- und der KVS-Formel (Kvaal, Valberg und Seim, 1974). Die Formeln stellen die allgemeinen Tendenzen der visuellen Beurteilung unterschiedlich dar. Die gesättigte blaue CIE-Farbprobe Nr. 12 zeigt den größten subjektiven Unterschied, während die Berechnung mittels der CIEUVW-Formel den größten Unterschied bei Nr. 9 (gesättigtes Rot) und bei Nr. 10 (gesättigtes Gelb) gibt. Die CIELAB- und KVS-Formel berechnen dagegen ganz richtig den höchsten  $\Delta E$ -Wert für die Probe Nr. 12. Es ist zu beachten, daß erhebliche Unterschiede in der Bewertung der Proben 9 und 10 bestehen.

Die durchschnittliche Abweichung der berechneten Farbunterschiede  $\Delta E$  von denjenigen der visuellen Beurteilung (gemittelt über die 17 CIE-Testfarben) beträgt 0,50 Einheiten der CIEUVW-Formel, 0,35 für CIELAB-Formel und ist am kleinsten mit 0,32 Einheiten für die KVS-Formel.

Der größte Unterschied zwischen den Formeln tritt im Falle der gesättigten Farben des Miescherschen Farbtonekreises auf. Beispielsweise berechnete die CIEUVW-Formel Farbunterschiede für die blau-roten Proben, die zweimal größer sind als diejenigen der blau-grünen Farben. Zwar zeigen die blau-roten Farben einen größeren Unterschied als die blau-grünen (Bild 4), aber er wird von der CIEUVW-Formel viel zu groß angegeben. Die KVS-Formel stimmt dagegen

mit der visuellen Beurteilung angenähert überein. Ebenfalls im Gegensatz zu den experimentellen Ergebnissen berechnet die CIEUVW-Formel eine ebenso große Farbverschiebung im gelben wie im blau-grünen Bereich.

Die experimentell ermittelten relativen Unterschiede, die im Farbtonekreis auftreten, werden von der KVS-Formel richtiger wiedergegeben. Im großen und ganzen ist also die KVS-Farbabstandsformel der CIEUVW-Formel von 1964 überlegen.

#### 4.3. Diskussion der Ergebnisse

Die CIEUVW-Farbabstandsformel von 1964 wurde 1976 durch die CIELAB- und CIEUV-Formeln ersetzt. Diese Formeln wurden nach unseren Kenntnissen noch nicht für die Kennzeichnung der Farbwiedergabe angewandt und es gibt bis jetzt keine allgemein anerkannte Methode, wie sie unter Berücksichtigung der Farbumstimmung zu benutzen sind. Die  $\Delta E$ -Werte der CIELAB-Formel sind für die 17 CIE-Testfarben im Durchschnitt nur wenig schlechter als nach der KVS-Formel. Was aber die gesättigten Farben des Miescherschen Farbtonekreises betrifft, so sind die Unterschiede nach der CIELAB-Formel besonders für blaue, blau-grüne und grüne Farben weniger in Übereinstimmung mit den Beurteilungsdaten, als die nach der KVS-Formel berechneten Farbunterschiede. Daraus kann geschlossen werden, daß die KVS-Beschreibung der Farbunterschiede allgemein die beste ist und die CIELAB-Formel bessere Ergebnisse liefert als die CIEUVW-Formel.

Wie es als Folge der großen Metamerie zwischen der Testlichtart TL 84 und der Bezugslichtart von 4000 K zu erwarten ist, sind die gesättigten Farben in der Dreiband-Beleuchtung sehr empfindlich für Änderungen.

Für den  $2^\circ$ -Beobachter ist die Wiedergabe der Purpurfarben, der violetten und der blau-zu-grünen Proben des Farbtonekreises sehr unbefriedigend (4). Wären aber die 8 ungesättigten CIE-Testfarben als repräsentativ für die Objektfarben in unserer täglichen Umgebung anzusehen, dann ist die Farbwiedergabeeigenschaft der Lichtart TL 84 für den  $2^\circ$ -Beobachter überraschend gut.

Um zu untersuchen, inwieweit die 8 CIE-Testfarben repräsentativ sind, haben wir die speziellen Farbwiedergabeindizes für über 60 künstliche und natürliche Objektfarben berechnet (gewöhnliche Innenraumfarben, Obst, Gemüse, Konzentrationsreihen von Farbstoffen, Hämoglobin verschiedener Konzentrationen usw.). Die Messung dieser Proben wurde von Pehr Sällström am Physikalischen Institut der Universität Stockholm durchgeführt. Wir sind zu dem Ergebnis gekommen, daß die speziellen  $R_i$  dieser mehr als 60 Proben im Durchschnitt kleiner ausfallen als für die CIE-Testfarben.



Dieses Ergebnis weist möglicherweise darauf hin, daß die 8 ungesättigten CIE-Testfarben in Verbindung mit der Dreiband-Beleuchtung nicht eine repräsentative Auswahl spektraler Reflexionskurven von Objekten in unserer Umgebung darstellen. Dieser Teil unseres Projektes bedarf jedoch einer weiteren Untersuchung.

Diese Arbeit wurde vom Norwegischen Technisch-Naturwissenschaftlichen Forschungsrat und von der Karl-Miescher-Stiftung, Basel, unterstützt. Eine erste Übersetzung aus dem Englischen wurde von Else Karin Kristensen gemacht.

#### Anmerkungen

(1) Siehe CIE-Publikation Nr. 13.2.

(2) Die 14 CIE-Testfarben werden auch in der deutschen Norm DIN 6169 „Farbwiedergabe“ benutzt. Zusätzlich wurden für Zwecke der Photographie, des Mehrfarbendrucks und des Farbfernsehens die unbunten Testfarben Schwarz (Nr. 15), Grau (Nr. 16) und Weiß (Nr. 17) empfohlen. Die 17 CIE-Testfarben (DIN-Testfarben) wurden gemäß den CIE-Definitionen von der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin, hergestellt und uns geliefert. Die von der BAM gemessenen spektralen Reflexionsfaktoren wurden bei der Berechnung der  $R_1$  benutzt. Daher können kleine Abweichungen relativ zu den tabellierten CIE-Werten auftreten. Die spektrale Strahlungsverteilung der Dreiband-Lampe haben wir von Philips, Eindhoven, erhalten.

(3) Siehe Kvaal et al. (1974, Hinweis oben). Für die Helligkeit wurde die Formel  $L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16$  benutzt (CIELAB). Für den Farbstand gilt  $\Delta E = [(300 \Delta P_1)^2 + (300 \Delta P_2)^2 + (\Delta L^*)^2]^{1/2}$

(4) Die Testfarben des Miescherschen Urfarbkreises, die den größten Farbwechsel zeigen, verschieben sich wie folgt (verglichen mit der Bezugsbeleuchtung von 4000 K): Nr. 3 (rötlich gelb) wird gelber und heller. Nr. 6 (rot-orange) wird röter und gesättigter. Nr. 8 (rot) wird gelber und weniger gesättigt. Nr. 9-12 (purpur und violett) werden hauptsächlich blauer, aber auch dunkler. Nr. 14-20 (blau bis grün) werden beträchtlich weniger gesättigt und dunkler. Nr. 18-20 werden zusätzlich gelblicher.

#### Literatur

Internationale Beleuchtungskommission (CIE) (1971), *Farbmessung, Offizielle Empfehlungen der CIE*, CIE-Publikation Nr. 15, Paris.

Internationale Beleuchtungskommission (CIE) (1974), *Verfahren zur Messung und Kennzeichnung der Farbwiedergabeeigenschaften von Lichtquellen*, CIE-Publikation Nr. 13.2, Paris.

Kwall, K., A. Valberg und Th. Seim (1974), *A Model for Spectrally Opponent Coding of Visual Information*, *Physica Norvegica* 7, Nr. 4, 219-225.

Miescher, K., K. Richter und A. Valberg (1978), *Farbe und Farbsehen, Farbe + Design*, dieses Heft.

Östby, I. (1972), *Konstruktion, Bau und Eichung eines Spektralintegrators, Hauptaufgabe in Physik, Universität Oslo* (unveröffentlicht).

Weisenhorn, P. (1965), *Der Spektrale Farbintegrator und seine Entwicklung, Tagungsband Internationale Farbtagung Luzern 1965, Musterschmidt Verlag, Göttingen*, 415-420.

Internationale Farbtagung 13. bis 15. Oktober 1977, Basel

### Farbwiedergabeeigenschaften von Dreiband-Leuchtstofflampen

Arne Valberg, Thorstein Seim

#### Kurzfassung

Die neue Generation Leuchtstofflampen („Superluxe“ und „Lumiluxe“), mit spektraler Emission konzentriert bei Wellenlängen 455, 545 und 610 nm, hat einen hohen allgemeinen Farbwiedergabeindex. Diese Tatsache kann zuerst überraschen, denn diese Lichtquellen weichen in ihrer spektralen Strahlung sehr von derjenigen des Tageslichtes ab. Neuere Experimente zeigen, daß die berechneten Maßzahlen für Farbwiedergabe nicht sehr gut mit visuellen Urteilen übereinstimmen. Die neuen Lichtquellen können Farbverzerrungen verursachen, die nicht mit dem herkömmlichen Berechnungsverfahren erfaßt werden. Im besonderen wird die Berechnung mittels der CIEUVW-Farbabstandsformel, 1964, kritisiert. Gesättigte violette, blaue, blau-grüne und grüne Farben im Miescherschen Farbtonekreis zeigen mit der Dreiband-Beleuchtung sehr große Farbverschiebungen. Die Frage wird deshalb aufgeworfen, ob die acht ungesättigten CIE-Testfarben eine repräsentative Auswahl von Farben zur Berechnung eines allgemeinen Farbwiedergabeindex bei Dreiband-Beleuchtung darstellen.

#### Abstract

The new generation of fluorescent lamps („Superluxe“ and „Lumiluxe“), with light emission concentrated at the wavelengths 455, 545, and 610 nm, has a high general colour rendering index. This result may seem surprising in view of the fact that the spectral properties of these lamps differ very much from those of daylight. New experiments demonstrate that the numbers characterizing colour rendering do not correlate well with visual judgements. Moreover, the new light sources cause colour shifts that are not accounted for by the current method of computation. Specifically, the use of the 1964 CIEUVW colour differences formula in the computation of the index is criticized. Saturated violet, blue, blue-green, and green colours of Miescher's hue circle undergo large shifts in three-band illumination. Therefore, the question is asked if the 8 unsaturated CIE-test-colours are a representative selection of colours for the determination of the general colour rendering index in three-band-illumination

Dr. Arne Valberg  
Dipl.-Physiker Thorstein Seim,  
Physikalisches Institut  
Universität Oslo,  
N-Oslo 3

# Farbe und Farbsehen

## Beschreibung von Experimenten für die Farbenlehre

Dr. K. Miescher\*, Dr. K. Richter\*\*,  
Dr. A. Valberg\*\*\*

Vorbemerkung: Das Bildmaterial stammt von einer Ausstellung, die von den Autoren 1964 für die Schweizer Landesausstellung in Lausanne entworfen wurde. Die Ausstellung über „Farbe und Farbsehen“ befindet sich zur Zeit im Mathematisch Naturwissenschaftlichen Gymnasium (MNG), De-Wette-Straße 7, CH-4051 Basel, und kann nach vorheriger Vereinbarung besichtigt werden. Die dort gezeigten Experimente werden im folgenden erläutert:

Die Abbildungen sind in Bilder (schwarzweiß) und in Farbbilder eingeteilt und separat durchnummeriert. Die Farbbilder befinden sich aus drucktechnischen Gründen auf separaten Seiten. Die Bilder sind in den Text eingeordnet. Anmerkungen sind durch Zahlen in Klammern (...) gekennzeichnet.

### 1. Farbenmannigfaltigkeit

Alles was wir sehen, sind Farben. Sie bilden die Elemente unserer Gesichtsempfindungen. Von ihnen verschieden sind Stoffe und Vorgänge, die Farben hervorrufen.

Der Farbtüchtige unterscheidet nach Judd (1953) etwa **10 Millionen Farbnuancen**. Ihre Mannigfaltigkeit zu überblicken erfordert eine **Ordnung nach gemeinsamen Merkmalen**. Farbbild 1 zeigt ungeordnete Farben, die sich zunächst in unbunte und bunte Farben einteilen lassen.

### 2. Farbkörper

Leonardo da Vinci (gest. 1519) führte die Gesamtheit der Farben auf sechs „einfache“ Farben zurück: ein **unbuntes** Paar (Weiß-Schwarz) und zwei **bunte** Paare (Rot-Grün und Gelb-Blau). Ein Doppelkegel veranschaulicht rein modellmäßig seinen Gedanken (1). Die senkrechte Achse entspricht den unbunten Farben, die größte Umgrenzung den reinen bunten Farben (2).

Dr. sc. techn., Dr. med.h.c., Dr. rer. nat. h.c. Karl Miescher (1892-1974) leitete zuletzt ein Laboratorium für Farbenmetrik am Physikalisches Institut der Universität Basel.

Dr. Klaus Richter ist Leiter des Laboratoriums „Farbwiedergabe“ an der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin, und ehemaliger Mitarbeiter von Dr. K. Miescher.

Dr. Arne Valberg leitet ein Forschungsprojekt über Sehforschung (Elektrophysiologie und Psychophysik) am Physikalisches Institut (Biophysik) der Universität Oslo. Er ist ehemaliger Mitarbeiter von Dr. K. Miescher.

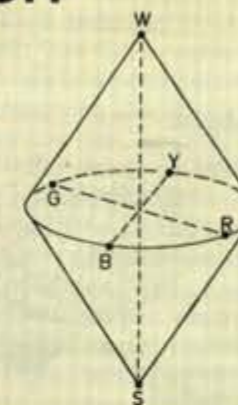


Bild 1

Bild 1 und Farbbild 2 zeigen den Farbdoppelkegel mit den 6 „einfachen“ Farben:

Weiß W	Gelb Y	Rot R
Schwarz S	Blau B	Grün G

Farbbild 3 zeigt eine Fotografie eines symmetrischen Farbdoppelkegels mit vielen Zwischenstufen.

### 3. Symmetrischer Farbtonekreis

Beidseitig der zwei Urfarbenachsen R-G und Y-B werden die Farben zunehmend gelber oder blauer bzw. röter oder grüner. Im 24teiligen Farbkreis von Miescher (1948) besitzen die Urfarben die in Bild 2 und mit der Urfarbebezeichnung angegebene Numerierung.

#### Urfarben:

Gelb Y (Nr. 2)	Rot R (Nr. 8)
Blau B (Nr. 14)	Grün G (Nr. 20)

#### Mittelfarben:

Gelbrot YR (Nr. 5)
Blaurot BR (Nr. 11)
Gelbgrün YG (Nr. 23)
Blaugrün BG (Nr. 17)

Bild 2 und Farbbild 29 zeigen den symmetrischen Farbtonekreis mit den gegenüberliegenden Urfarben Rot-Grün und Gelb-Blau sowie den Mittelfarben. Der Urfarbenkreis in Farbbild 29 ist mit extra hergestellten Lackmischungen erzeugt worden, um eine hohe Übereinstimmung mit dem Original-Miescher-Farbkreis zu gewährleisten. Die Ermittlung der Ur- und Mittelfarben von Miescher (1948) beruhte auf Experimenten mit 28 Beobachtern unter Tageslicht. Die Farbörter der Ur- und Mittelfarben sind im Anhang angegeben (3).

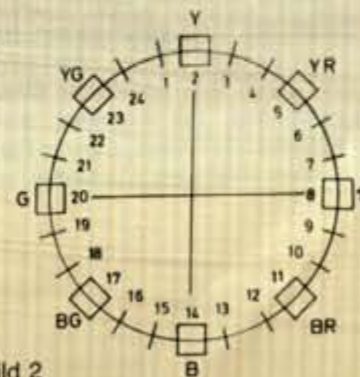


Bild 2

### 4. Urfarben

In jedem Farbtonekreis gibt es vier empfindungsgemäß ausgezeichnete bunte Farben. Sie heißen Urfarben und wir unterscheiden Urgelb, Urrot, Urblau und Urrün. Rasches Eingabeln erlaubt leicht, z. B. Urgelb als „weder-noch“-Farbe (weder rötlich noch grünlich) gegenüber den gelb-roten und gelb-grünen „sowohl-als-auch“-Farben in einem Farbtonekreis zu ermitteln.

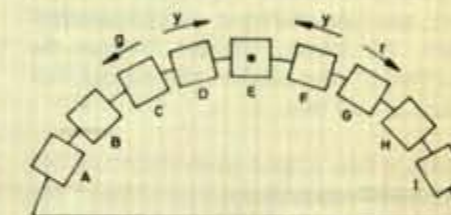


Bild 3

In Bild 3 sind die Kriterien zur Bestimmung der Urfarbe in einem Farbtonekreis nochmals angegeben. In den Farbbildern 5 und 6 kann die Urfarbe Gelb als weder rötlich noch grünlich experimentell leicht ermittelt werden. Es bedeuten in Bild 3: y gelber g grüner r röter

### 5. Farben mit maximaler Buntheit

In jeder Konzentrationsreihe, die von weißlichen Farben über bunte Farben zu schwärzlichen Farben führt, gibt es eine empfindungsgemäß ausgezeichnete Farbe maximaler Buntheit. Rasches Eingabeln gestattet, z. B. das „bunteste“ Rot aus einer Reihe von Weiß, Weißlichrot über Rot, Schwärzlichrot nach Schwarz führenden Farbreihe gemäß den Kriterien bunter bzw. weißer oder schwärzer zu bestimmen.

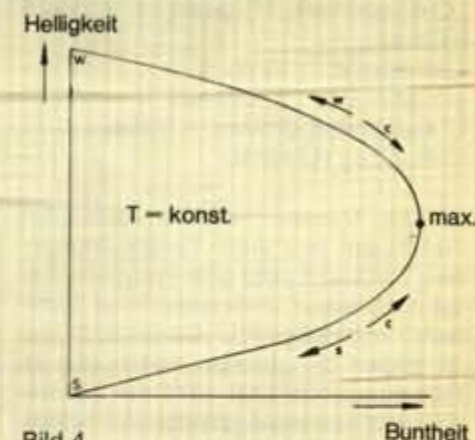


Bild 4

In Bild 4 sind die Kriterien zur Bestimmung der Farbe maximaler Buntheit aus einer Konzentrationsreihe nochmals angegeben. In dem Farbbild 7 kann die „bunteste“ Farbe experimentell leicht ermittelt werden. Es bedeuten in Bild 4:

Maximale Buntheit		
T Farbton	c bunter	S Schwarz
W Weiß	s schwärzer	w weißer

#### Texte zu den Abbildungen

Bild 1 Relative spektrale Strahlungsverteilung von einigen natürlichen und künstlichen Lichtquellen. Oben links: Tageslicht D65. Oben rechts: Glühlampenlicht (Beleuchtung A) und Sonnenlicht. Unten: Leuchtstofflampen; Warm-Weiß 30 und die Dreiband-Lampe TL84 (Philips) bzw. Lumilux 21 (Osram).

Bild 2 Nach dem CIE-Testfarbenverfahren berechnete spezielle Farbwiedergabeindizes  $R_1$  für die Dreiband-Lampe TL 84. Dem Index  $R_1 = 100$  entspricht die bestmögliche Farbwiedergabe – also keine Farbverzerrung.

Bild 3 Die Abbildung zeigt unten die visuelle Stufung der Farbunterschiede bei Beleuchtung der 17 CIE-Testfarben mit der Dreiband-Lampe TL 84 und einem schwarzen Strahler mit einer Farbtemperatur von 4000 K. Ein Vergleich der entsprechenden Unterschiede, die mit der CIEUVW-, CIELAB- und KVS-Farbabstandsformel berechnet wurden, zeigt, daß die KVS-Formel die beste Anpassung an die visuelle Beurteilung ergibt. Für gesättigte Testfarben (z. B. den Miescherschen Urfarbkreis) schneidet die KVS-Formel noch besser ab.

Bild 4 Die visuelle Stufung der Farbunterschiede für den Miescherschen Urfarbkreis. Die Urfarben Gelb (Y), Rot (R), Blau (B) und Grün (G) haben die Nummern 2, 8, 14 und 20.



## 6. Farbsysteme

Drei Farbmerkmale kennzeichnen eine Farbe. Empfindungsgemäß gestufte Farbsysteme wählen als erstes Merkmal den Farbton und unterscheiden sich in der Wahl der beiden anderen, wie z. B. aus den Achsenschnitten in einer Ebene mit konstantem Farbton durch die Farbkörper des amerikanischen Munsell-Farbsystems (4) und des deutschen Farbsystems DIN 6164 (5) zu ersehen ist. Ein Vergleich beider Farbsysteme erfordert ein gleichartiges Koordinatensystem. Wir tragen auf der Abszisse die Buntheit  $C^*$  und auf die Ordinate die Helligkeit  $L^*$  auf (6).

malfarbebene. Ein Schnitt durch den DIN-Farbkörper mit den im Farbkreis gegenüberliegenden Farbtönen  $T = 5$  (Orange) und  $T = 17$  (Blau) zeigt Bild 6.

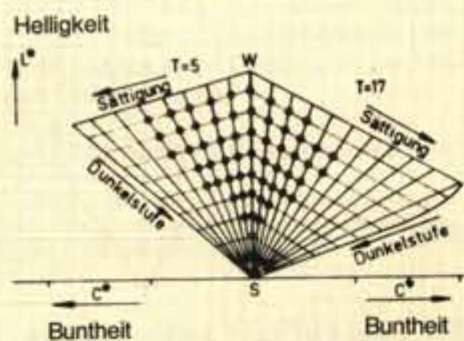


Bild 6

### Munsell-Farbsystem

Im Munsell-Farbsystem (4) liegen die Farben gleicher Buntheit  $C^*$  auf Zylindern um die Grauachse und die Farben gleicher Helligkeit  $L^*$  in senkrechten Ebenen zur Grauachse. Ein Schnitt durch den Munsell-Farbkörper mit den gegenüberliegenden Farbtönen Grün (Bezeichnung 5G) und Rotpurpur (Bezeichnung 5RP) im Farbkreis zeigt Bild 5.

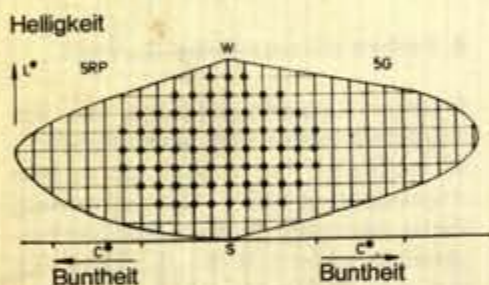


Bild 5

In Bild 5 ist die Begrenzung des Farbkörpers durch den theoretischen Ort der „Optimalfarben“ (7) gegeben. In Bild 5 bedeuten:

5RP Purpur W Weiß  
5G Grün S Schwarz  
 $L^*$  Helligkeit (Lightness = Value)  
 $C^*$  Buntheit (Chroma)

Die im Munsell-Farbatlas realisierten Farbmuster sind durch Punkte angegeben. Farbbild 8 zeigt eine Fotografie dieser Farbmuster unterschiedlicher Buntheit  $C^*$  und Helligkeit  $L^*$ . Die Bilder 24 und 25 zeigen die gleichen Farbmuster im Farbenraum CIELAB 1976 der internationalen Beleuchtungskommission (CIE). Die reale Lage der Farbmuster weicht im CIELAB-Farbenraum etwas von der in Bild 5 gezeigten schematischen (idealen) Darstellung ab.

### Farbsystem DIN 6164

Im Farbsystem DIN 6164 liegen die Farben gleicher Sättigung, als Quotient von Buntheit und Helligkeit, auf Kegeln um die Grauachse und die Farben gleicher Dunkelstufe auf parallelen Ebenen zur Opti-

In Bild 6 ist wie in Bild 5 die Begrenzung des Farbkörpers durch den theoretischen Ort der „Optimalfarben“ (7) gegeben. In Bild 6 bedeuten:

T5 Orange W Weiß  
T 17 Blau S Schwarz  
 $L^*$  Helligkeit D\* Dunkelstufe  
 $C^*$  Buntheit S\* Sättigung

Die im Farbsystem DIN 6164 realisierten Farbmuster sind durch Punkte angegeben. Farbbild 9 zeigt eine Fotografie dieser Farbmuster unterschiedlicher Sättigung  $S^*$  und Dunkelstufe  $D^*$ . Die Bilder 26 und 27 zeigen die gleichen Farbmuster im Farbenraum CIELAB 1976 der internationalen Beleuchtungskommission (CIE) (9). Die reale Lage der Farbmuster weicht im CIELAB-Farbenraum etwas von der in Bild 6 gezeigten schematischen (idealen) Darstellung ab. Unter den Farben eines Farbtons bilden die Farben gleicher Sättigung  $S^*$  und unterschiedlicher Helligkeit  $L^*$  die in der Natur häufig vorkommenden Schattenreihen. Unter den Farben gleicher Sättigung  $S^*$  erscheinen Farben gleicher Dunkelstufe  $D^*$  empfindungsgemäß mehr wertgleich im Helligkeitseindruck als die durch  $L^* = \text{konst.}$  definierten Farben gleicher Helligkeit, die im Munsell-Farbsystem durch Farbmuster realisiert sind.

## 7. Farbspektrum

Das z. B. mit Hilfe eines Prismas gewonnene Tageslichtspektrum, das von Newton (gest. 1727) eingehend untersucht wurde, umfaßt Strahlung vom kurzwelligen Violett bis zum langwelligen Rot. Verschiedenfarbige Lichter unterscheiden sich durch ihre **spektrale Strahlungsverteilung**, die ihrerseits durch farbig aussehende Körper, z. B. die Farbstoffe unserer chemischen Industrie, verändert wird.

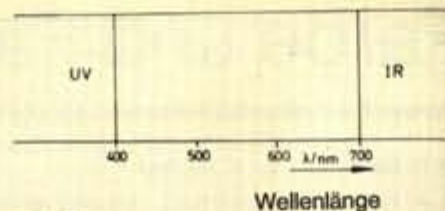


Bild 7

Bild 7 zeigt schematisch den Strahlungsbereich aller Wellenlängen  $\lambda$  des sichtbaren Spektrums zwischen etwa  $\lambda = 400$  und  $700$  nm (Nanometer =  $10^{-9}$  m). Die an das sichtbare Spektralgebiet angrenzenden unsichtbaren Spektralbereiche heißen Ultraviolett- (UV) und Infrarot-Spektralbereich (IR). Farbbild 10 zeigt eine Fotografie eines Spektrums, welches mit einem Interferenzverlauffilter in der Diaebene eines Projektors hergestellt wurde (10). Die Farbbilder 12 und 21 (jeweils im oberen Teil) zeigen Spektren, die mit einem Glasprisma erzeugt wurden.

## 8. Spektrale Remissionskurven

Mit einem Spektralphotometer kann man an jeder Wellenlänge für eine Körperfarbe die Remission (das Zurückwerfen) der auffallenden Strahlung messen. Durch Vergleich mit der Remission des idealen Weiß erhält man für alle Körperfarben, die auffallende Strahlung in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen absorbieren (verschlucken), eine Remissionskurve unter 1. Bild 8 zeigt schematisch spektrale Remissionskurven im Wellenlängenbereich zwischen 400 und 700 nm für eine grüne Farbe (-) und eine mittelgraue Farbe (- -) mit Werten der Remissionskurve gleich 0,2.

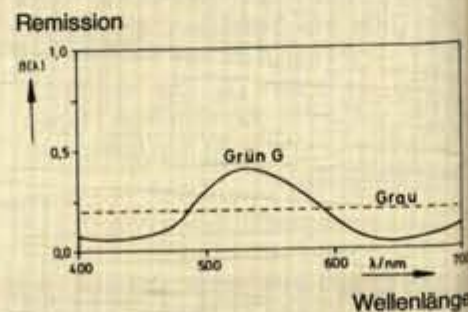


Bild 8

Bild 9 und Farbbild 11 zeigt die zum Test der Farbwiedergabe in der Norm DIN 6169 „Farbwiedergabe“ vereinbarten Testfarben. In Bild 9 sind ihre Remissionskurven  $\beta(\lambda)$  angegeben und in Farbbild 11 ist eine Fotografie dieser Testfarben (12) reproduziert. Eine exakte Übereinstimmung der Testfarben nach DIN 6169 kann weder in ihrem Aussehen noch in ihrer Remissionskurve  $\beta(\lambda)$  erwartet werden.

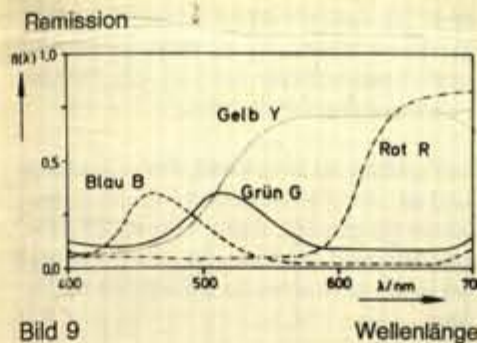


Bild 9

## 9. Spektrales Farbmischgerät

Die Farbbilder 12 bis 19 zeigen die Remissionskurven der unbunten Farbe Weiß und weiterer Farben eines Farbkreises mit Gelb (Farbbild 13), Gelbrot (Farbbild 14), Rot (Farbbild 15), Blaurot (Farbbild 16), Blau (Farbbild 17), Blaugrün (Farbbild 18) und Grün (Farbbild 19). Die Farben wurden hier mit einem spektralen **Farbmischgerät** von Gasser, Bilger, Hofmann und Miescher (1959) erzeugt.

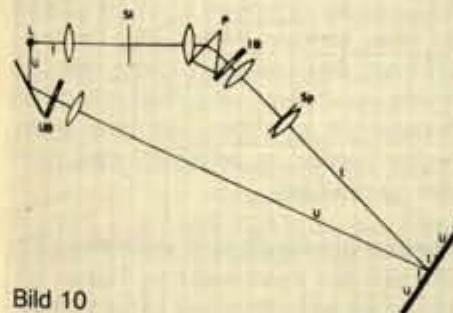


Bild 10

Nach Bild 10 hat das spektrale Farbmischgerät, welches auf eine von Newton (gest. 1727) beschriebene Vorrichtung zurückgeht, zwei Strahlengänge, die von einer tageslichtähnlichen Xenonlampe (L) ausgehen.

Im Infeldstrahl (I) wird das Licht der Xenonlampe (L) nach Bild 10 zunächst mit einem Spalt (St) und einem Prisma (P) in ein Spektrum (Sp) zerlegt. Dieses Spektrum wird optisch wieder zum ursprünglichen Licht der Xenonlampe vereinigt, das auf dem Projektionsschirm Weiß erscheint und ein **kreisförmiges** Infeld als Bild einer Blende (IB) bildet.

Im Umfeldstrahl (U) wird von der Lichtquelle mittels einer Umfeldblende (UB) ein **kreisringförmiges** Bild auf dem Projektionsschirm erzeugt, in das sich das kreisförmige Bild des Infeldstrahles fast nahtlos einfügt. Nur an kleinen dunklen Kanten ist in Farbbild 12 zu erkennen, daß es sich beim weißen kreisförmigen Infeld und den weißen kreisringförmigen Umfeld (mit ca. 10 cm Innen- und ca. 50 cm Außendurchmesser im Original) um zwei verschiedene optische Felder handelt.

In den Farbbildern 12 bis 19 wurde durch eine geeignete optische Vorrichtung, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, zusätzlich ein Bild des Spektrums (Sp) in Bild 10 in das Umfeld eingebildet. Die additive Mischung aller Spektralfarben des Spektrums (Sp), welches im Original 4,5 cm Höhe und 10 cm Breite hatte, ergibt das kreisförmige weiße Infeld, wenn alle Spektralfarben der Lichtquelle ungeschwächt gemischt werden. Mittels von Schablonen am Ort des Spektrums (Sp) in Bild 10 wurden einzelne Spektralbereiche geschwächt. Dadurch ergeben sich die in den Farbbildern 13 bis 19 erzeugten verschiedenen Infeldfarben Gelb, Gelbrot, Rot, Blaurot, Blau, Blaugrün und Grün.

Die Schablonen wurden so geschnitten, daß sich im Original die Farben des Miescher-Urfarbkreises von Farbbild 29 ergaben. Wegen der nicht exakten Farbwiedergabe, die durch die photographische Aufnahme und den Mehrfarbendruckprozeß technisch bedingt ist, stimmen die Farben der Farbbilder 13 bis 19 nur bedingt mit den Farben des Miescher-Urfarbkreises Gelb (Y), Gelbrot (YR), Rot (R), Blaurot (BR), Blau (B), Blaugrün (BG) und Grün (G) in Farbbild 29 überein.

In Farbbild 13 haben wir in dem weißen Umfeldstrahl am mit Bariumsulfat gespritzten weißen Projektionsschirm die Originalfarbe Gelb (Y) des Miescher-Urfarbkreises gehalten. Dieses Farbmuster ist als Rechteck in der linken oberen Ecke des Farbbildes sichtbar. Man erkennt, daß diese Farbe mit der Infeldfarbe in Farbbild 13 identisch ist. Dies wurde erreicht, indem die Schablone am Ort des Spektrums (Sp) in Bild 10 genau entsprechend der spektralen Remissionskurve des Farbmusters Urgelb (Y) geschnitten wurde. Auf diese Weise fällt vom Ort des kreisförmigen Infeldes genau die gleiche spektrale Strahlungsverteilung in das Beobachterauge wie vom Ort des rechteckigen Farbmusters Urgelb (Y) in der oberen linken Ecke des Farbbildes 13. Deshalb ergibt auch der Reproduktionsprozeß im Farbbild 13 gleichaussehenden gedruckte Farben, da auch für den Farbfilm identische spektrale Strahlungsverteilungen zu identischen Farben führen, auch wenn die Farben am spektralen Farbmischgerät in einem Fall durch Maskierung mit einer Schablone im Infeldstrahl und im anderen Fall durch Absorption von Strahlung des Farbmusters im Umfeldstrahl erzeugt wurden.

## 10. Normfarbwerte und Normfarbtafel

Aus der spektralen Remissionskurve  $\beta(\lambda)$  einer Farbe und ihrer beleuchtenden Lichtart werden die eine Farbe kennzeichnenden Maßzahlen, die drei Normfarbwerte X, Y und Z bestimmt (11).

Neben den Normfarbwerten X, Y und Z werden zur Kennzeichnung einer Farbe die Normfarbwertanteile x und y benutzt, die sich nach den folgenden Gleichungen aus den Normfarbwerten X, Y und Z berechnen.

$$x = X / (X + Y + Z)$$

$$y = Y / (X + Y + Z)$$

Die Normfarbwertanteile x und y sowie der Hellbezugswert Y, der nach den Normen DIN 5033 „Farbmessung“ für Weiß den Wert 100 erhält, kennzeichnen eine Farbe ebenso eindeutig wie die drei Normfarbwerte X, Y und Z. Die numerischen Werte der Normfarbwerte X, Y und Z liegen nach den Normen über Farbmessung im allgemeinen zwischen den numerischen Werten 0 und 100. Die Normfarbwertanteile x und y sind stets kleiner 1. Sie kennzeichnen den Farbort einer Farbe in der Normfarbtafel mit den rechtwinkligen Koordinaten x und y.

Die Normfarbtafel (x, y) mit den Normfarbwertanteilen x und y, die rechtwinklig aufgetragen werden, ist in Bild 11 und in Farbbild 20 dargestellt.

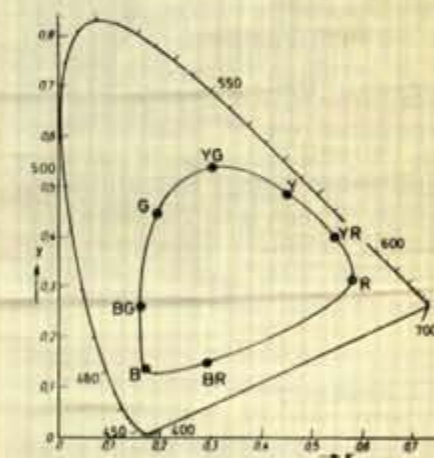


Bild 11

Jede Spektralfarbe zwischen 400 und 700 nm (Nanometer =  $10^{-9}$  m) erhält in dieser Normfarbtafel einen ebenso eindeutigen Farbort wie eine Mischung verschiedener Spektralbereiche. Solche Mischungen von Spektralbereichen kennen wir von den Farbbildern 13 bis 19, wo diese zu den Farben des Miescher-Urfarbkreises führen. In Bild 11 sind die Farbörter (x, y) des Miescher-Urfarbkreises mit den Farben Gelb (Y), Gelbrot (YR), Blaurot (BR), Blau (B), Blaugrün (BG), Grün (G) und Gelbgrün (YG) eingezeichnet.



In Farbbild 20 ist jedem Farbort eine bestimmte Farbe zugeordnet. Z. B. erkennt man in der Farbtabelle die roten Farben am langwelligen Spektralende zwischen 600 und 700 nm oder die gelben Farben um 570 bis 580 nm. Der Farbort von Weiß liegt etwa in der Mitte der Farbtabelle.

Vergleicht man die Farben des Miescher-Farbkreises im Farbbild 29, deren Farbörter (3) in Bild 11 angegeben sind, mit den Farben an den gleichen Farbörtern in Farbbild 20, so stellt man eine qualitative Übereinstimmung fest. Die Abweichungen sind nicht allein durch die nicht exakte Farbwiedergabe beim fotografischen und drucktechnischen Reproduktionsprozeß bedingt.

Zu jedem Farbort gehört eine ganze **Farbreihe** mit verschiedenen Hellbezugswerten Y zwischen 0 und maximal 100. Deshalb kann eine Farbe mit konstantem Farbort im Farbtabellebereich „Gelb“ sowohl nahezu Schwarz (z. B. mit dem Hellbezugswert  $Y = 1$ ) als auch kräftig Gelb (z. B. mit dem Hellbezugswert  $Y = 90$ ) erscheinen. Erst der Farbort zusammen mit dem Hellbezugswert definiert eine Farbe und damit ihre Erscheinung eindeutig. Man kann nicht an jedem Farbort alle diese verschiedenen Farben mit verschiedenen Hellbezugswerten, die eine Schattenreihe in der Natur darstellen, drucken. Hierzu müßte man eine Schar von Normfarbtabelle für jeweils konstante Hellbezugswerte reproduzieren.

Deshalb wurden in Farbbild 20 nur Farben mit Hellbezugswerten reproduziert, die im jeweiligen Farbtabellebereich „für Körperfarben typisch“ sind. Da unter den Körperfarben wie im Miescher-Urfarbkreis (3) gelbe Farben große und blaue Körperfarben niedrige Hellbezugswerte besitzen, wurden auch die Hellbezugswerte der Farben in Farbbild 20 im Farbtabellebereich „Gelb“ groß und im Farbtabellebereich „Blau“ klein gewählt.

### 11. Fluoreszenz

Fluoreszenz verwandelt kürzer- in längerwellige Strahlung. Dies ermöglicht den bekannten Effekt optischer Aufheller, durch die Wäsche und Papier weißer werden oder Leuchtfarben entstehen. Die Leuchtfarben oder fluoreszierenden Farben bedingen eine wesentliche Erweiterung der Farbsystematik.

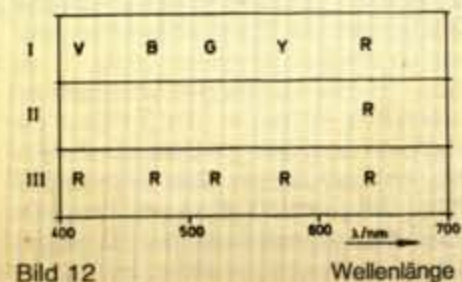


Bild 12 Wellenlänge

Bild 12 zeigt das Prinzip der Fluoreszenz. Ein Spektrum der tageslichtähnlichen Xenonlampe, welches hier durch ein Prisma erzeugt wird (13), erscheint auf einer weißen Körperfarbe (I) in der gewohnten Farbfolge Violett (V), Blau (B), Grün (G), Gelb (Y) und Rot (R) mit kontinuierlichen Übergängen. Das gleiche Spektrum erscheint auf einer roten Körperfarbe (II) in den Bereichen Violett (V) bis Gelb (Y) stark verdunkelt, da die rote Körperfarbe diese Spektralfarben fast vollständig absorbiert. Nur im langwelligen Spektralbereich werden alle rot erscheinenden Spektralfarben remittiert.

Das gleiche Spektrum erscheint auf einer roten Leuchtfarbe (III) in den Bereichen Violett (V) bis Gelb (Y) rot und ebenso im langwelligen Spektralbereich Rot (R). Die rote Leuchtfarbe absorbiert z. B. das kurzwellige Licht im normalerweise blau erscheinenden Spektralbereich, wandelt es in längerwelliges um und remittiert rot erscheinendes Licht.

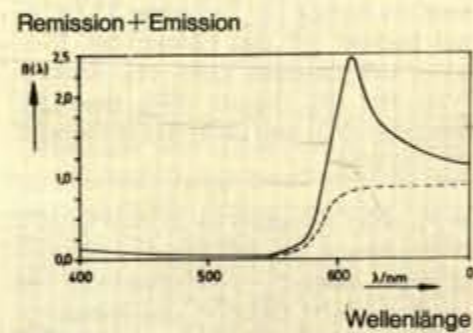


Bild 13

Aus diesem Grund wird von einer roten Leuchtfarbe mehr langwelliges (rot erscheinendes) Licht emittiert, als im auffallenden Licht vorhanden ist. Die Summe aus spektraler Emission und Remission wird nach Bild 13 für die rote Leuchtfarbe im langwelligen Spektralbereich wesentlich größer als 1 und daher erscheint diese Körperfarbe besonders leuchtend rot. Deshalb bezeichnen wir sie als Leuchtfarbe.

Im Farbbild 21 wurde rechts das Spektrum des „weißen“ Lichtes auf jeweils eine weiße Körperfarbe sowie darunter auf zwei farbtongleiche Körperfarben projiziert, wovon die unterste jeweils fluoresziert. Das Aussehen der drei Körperfarben, z. B. Weiß, Rot und Leuchtröt ist jeweils links durch Beleuchtung mit unzerlegtem „weißen“ Licht zu sehen.

Man erkennt deutlich in Farbbild 21 bei Leuchtröt die Umwandlung von kurzwelligem und mittelwelligem Licht der Spektralbereiche Violett (V) bis Gelb (Y) in langwelliges rot erscheinendes Licht. Bei Leuchtgrün wird das kurzwellige Licht der Spektralbereiche Violett (V) und Blau (B) in grün erscheinendes Licht umgewandelt. Optische Aufheller in Wäsche und Papier haben die Eigenschaft, auch die unsichtbare kurzwellige Strahlung

des Ultraviolett (UV) in längerwellige sichtbare Strahlung, d. h. in sichtbares Licht umzuwandeln und so die Farben heller erscheinen zu lassen.

In Farbbild 30 sind Weiß, Rot, Leuchtröt und ein retroreflektierendes Rot nebeneinander dargestellt. Beim retroreflektierenden Rot wird sichtbare Strahlung gerichtet in die anstrahlende Lichtquelle reflektiert.

### 12. Antichromatische Farbmischung

Mit einem spektralen Farbmischgerät (vergleiche Punkt 9) können Farben beliebiger spektraler Zusammensetzung bis hin zu den theoretischen Grenzen für Körperfarben, den sogenannten Optimalfarben, durch additive Farbmischung erzeugt werden.

Optimalfarben, die zuerst eingehend vom Physiker E. Schrödinger (1920) untersucht wurden, sind durch zwei Sprungstellen der spektralen Remissionskurve vom Wert 0 auf den Wert 1 an einer Wellenlänge und vom Wert 1 auf den Wert 0 an einer anderen Wellenlänge gekennzeichnet. Optimalfarben lassen sich mit einem spektralen Farbmischgerät durch Schablonen erzeugen, die zwei senkrechte Kanten im Spektrum (Sp) nach Bild 10 besitzen.

Weiß als Grundmaß der Farbbestimmung läßt sich aus irgendwelchen Paaren sogenannter kompensativer (oder komplementärer) Optimalfarben (z. B. Gelb-Blau) additiv ermischen.

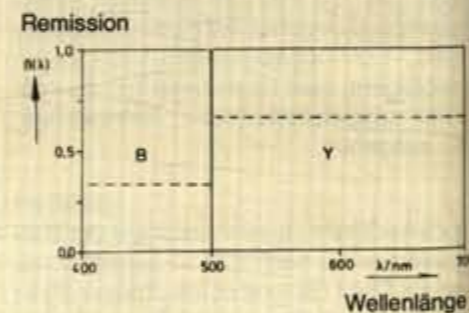


Bild 14

Bild 14 zeigt ein kompensatives Paar von zwei Optimalfarben Blau (B) und Gelb (Y), die sich additiv zu Weiß mischen. Die Remissionskurve der Optimalfarbe Blau (B) hat eine Sprungstelle vom Wert 0 auf den Wert 1 bei 400 nm sowie eine Sprungstelle vom Wert 1 auf den Wert 0 bei 500 nm und den Wert 0 zwischen 500 und 700 nm. Die Remissionskurve der Optimalfarbe Gelb (Y) besitzt den Wert 0 zwischen 400 und 500 nm, hat eine Sprungstelle vom Wert 0 auf den Wert 1 bei 500 nm und eine Sprungstelle vom Wert 1 auf den Wert 0 bei 700 nm.

Die additive Mischung (Übereinanderprojektion) beider Optimalfarben ergibt

eine spektrale Remissionskurve  $\beta(\lambda)$  mit überall dem Wert 1, d. h. die additive Mischfarbe in der antichromatischen Farbmischung erscheint Weiß.

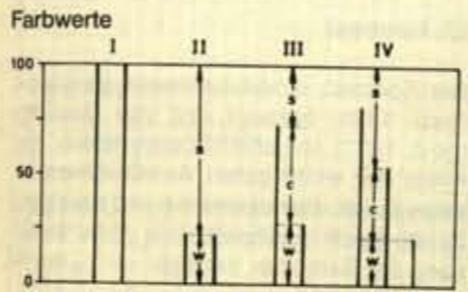


Bild 15

Bild 15 zeigt die Farbwerte der Eigenfarbe E und Kompensativfarbe K bei Mischung von Weiß aus den spektralen Remissionskurven vom Betrag 1 in den oben für Blau (B) und Gelb (Y) genannten Spektralbereichen (Fall I in Bild 15). Verwendet man von Eigen- und Kompensativfarbe nur jeweils 20 %, indem man die Schablonen am spektralen Farbmischgerät so wählt, daß die Remissionskurven nur Sprungstellen vom Wert 0 auf den Wert 0,2 und umgekehrt haben, so entsteht die unbunte Farbe Mittelgrau (Fall II in Bild 15). Überwiegt die Eigenfarbe gegenüber der Kompensativfarbe, so entsteht eine bunte Farbe, die den Farbton der Eigenfarbe besitzt (Fall III in Bild 15).

Die additive Mischung verschiedener Anteile von Eigen- und Kompensativfarbe bezeichnet man als antichromatische Farbmischung. Die antichromatische Farbmischung aus den Optimalfarben Blau (B) und Gelb (Y) erlaubt nicht nur die unbunten Farben Weiß, Mittelgrau und Schwarz inklusive ihrer Übergänge kontinuierlich zu ermischen, sondern auch alle Farben der Farbtöne Blau und Gelb verschiedener Helligkeit und Buntheit.

Farbbild 22 veranschaulicht die Mischung von Weiß, Mittelgrau und einer blauen Farbe aus der Eigenfarbe Blau und der Kompensativfarbe Gelb.

Farbbild 23 zeigt die experimentelle Anordnung in der Ausstellung. Mit zwei Schiebewiederständen können die Anteile der Eigen- und Kompensativfarbe separat und kontinuierlich verändert werden (14). Auf diese Weise lassen sich Weiß (wie im Farbbild im Mittelfeld), aber auch Mittelgrau und Schwarz sowie blaue und gelbe Farben erzeugen.

Die im Umfeld vorgegebenen Farben können ermischt und die Anteile von Eigen- und Kompensativfarbe jeder additiven antichromatischen Farbmischung an einer Skala abgelesen werden.

### 13. Trichromatische Farbmischung

Weiß als Grundmaß der Farbbestimmung läßt sich auch aus drei Optimalfarben, z. B. Rot, Grün und Blau additiv ermischen.

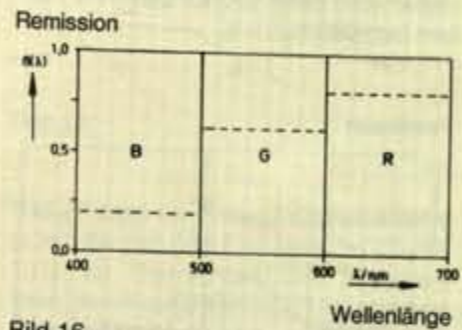


Bild 16

Bild 16 zeigt drei Optimalfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B), die sich additiv zu Weiß mischen. Die additive Mischung verschiedener Anteile aus drei Grundfarben, z. B. Rot, Grün und Blau ist von allgemeiner Bedeutung. So werden im Normvalenzsystem der Farbmessung alle Farben aus nur drei (virtuellen = physikalisch nicht realisierbaren) Grundfarben Rot, Grün und Blau mit Normfarbwerten X, Y und Z oder nach ihrer Größe geordnet  $A \geq B \geq C$  ermischt.

Farbmerkmale	Farbwerte	
	I bis III antichromatisch	IV trichromatisch
Weißanteil	K	C
Schwarzanteil	100 - E	100 - A
Buntanteil	E - K	A - C

In dieser Tabelle bedeuten:

- E Eigenfarbe
- K Kompensativfarbe
- A Rot
- B Grün
- C Blau (für  $X \geq Y \geq Z$ )

- I Weiß
- II Grau
- III Hellblau
- IV Orange (vgl. Bild 15)

Die Tabelle zeigt, daß die Anteile von Eigenfarbe (E) und Kompensativfarbe (K) bzw. der drei Grundfarben Rot, Grün und Blau mit  $A = X \geq B = Y \geq C = Z$  in einfachem Zusammenhang mit den Ostwaldschen Farbmerkmalen Weißanteil w, Schwarzanteil s und Buntanteil c stehen. Farbbild 22 zeigt die zu einer trichromatischen Farbmischung gehörige Mischfarbe Orange für  $X \geq Y \geq Z$ .

### 14. Additive Farbmischung

Übereinanderprojektion dreier geeigneter farbiger Lichter führt im Endergebnis zu **Weiß**. Entsprechend der trichromatischen Farbmischung eignen sich hierzu die in Bild 16 dargestellten Optimalfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B). In der Praxis verwendet man drei Farbfilter, deren spektrale Transmission (Durchlässigkeit)  $\tau(\lambda)$  die Durchlässigkeit der Optimalfarbschablonen annähert.

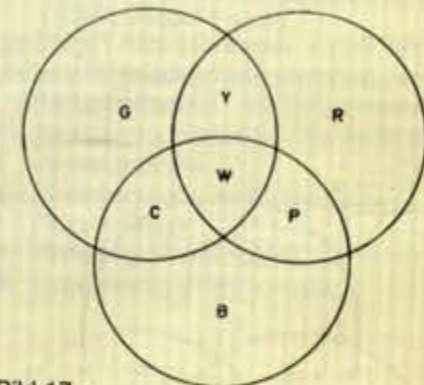


Bild 17

Bild 17 zeigt die drei Grundfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B) der additiven Farbmischung sowie die Sekundärfarben (Mischfarben) Gelb (Y), Cyan (C) (= Blaugrün BG) und Purpur (P) (= Blaurot BR). Weiß (W) entsteht als Mischfarbe aus allen drei Grundfarben.

Weiß kann nach dieser schematischen Darstellung zugleich als antichromatische Mischfarbe aus erstens Blau (B) und Gelb (Y) oder zweitens Grün (G) und Purpur (P) oder drittens Rot (R) und Cyan (C) gedeutet werden.

Farbbild 24 zeigt eine Fotografie der additiven Farbmischung aus der Ausstellung (15), wo sich die drei Grundfarben periodisch überlappen oder getrennt nebeneinander erscheinen.

Die bekannteste technische Anwendung der additiven Farbmischung ist der Fernsehempfänger, wo das Schirmbild aus Trippeln von nebeneinanderliegenden Rasterpunkten Rot (R), Grün (G) und Blau (B), die in ihrer Helligkeit durch den Fernsender gesteuert werden, ermischt wird.

### 15. Subtraktive Farbmischung

Die sukzessive Einschaltung dreier geeigneter Farbfilter in den Weg eines Lichtstrahles führt durch teilweise oder totale Lichtabsorption zu **Schwarz**. Im Gegensatz zur additiven Farbmischung sind hier die Filter in nur einem Lichtstrahl hintereinandergeschaltet. Zur subtraktiven Farbmischung eignen sich drei spezielle Optimalfarben Gelb (Y), Cyan (C) und Purpur (P). Die Optimalfarbe Gelb



(Y) ist in Bild 14 dargestellt. Die Optimalfarbe Cyan (C) ist durch zwei Sprungstellen der spektralen Transmission (bei Farbfiltern oder Remission bei Körperfarben) vom Wert 0 auf den Wert 1 bei 400 nm und vom Wert 1 auf den Wert 0 bei 600 nm gekennzeichnet. Die Optimalfarbe Purpur (P) ist durch zwei Sprungstellen der spektralen Transmissionskurve vom Wert 0 auf den Wert 1 bei 600 nm und vom Wert 1 auf den Wert 0 bei 500 nm gekennzeichnet, d. h. eine Absorption tritt im mittelwelligen Spektralbereich zwischen 500 und 600 nm auf.

In der Praxis verwendet man Farbfilter, deren spektrale Transmission  $\tau(\lambda)$  die Durchlässigkeit der Optimalfarbschablonen annähert.

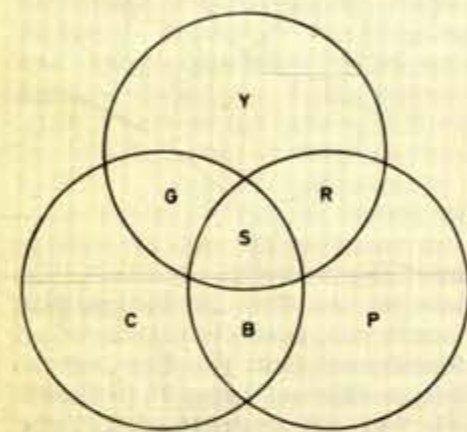


Bild 18

Bild 18 zeigt die drei Grundfarben Gelb (Y), Purpur (P) und Cyan (C) der subtraktiven Farbmischung sowie die Sekundärfarben (Mischfarben) Rot (R), Grün (G) und Blau (B). Schwarz entsteht als Mischfarbe aus allen drei Grundfarben.

Farbbild 25 zeigt drei in einen Diarahmen geklebte Farbfolien zur Demonstration der subtraktiven Farbmischung. Farbbild 26 zeigt eine Fotografie der subtraktiven Farbmischung aus der Ausstellung (16), wo sich die drei Grundfarben exzentrisch überlappen und periodisch auseinanderbewegen. Die bekanntesten technischen Anwendungen der subtraktiven Farbmischung sind die Farbfotografie und der Mehrfarbendruck. In einem Farbfilm gibt es drei übereinanderliegende Farbfilter-schichten Gelb (Y), Cyan (C) und Purpur (P), deren Transmissionskurven durch die Belichtung und den anschließenden Entwicklungsprozeß gesteuert werden.

In einem Mehrfarbendruck werden drei transparente Farbschichten Gelb (Y), Cyan (C) und Purpur (P) übereinandergedruckt. Man schaut durch diese sehr dünnen Farbschichten, deren Transmissionskurven durch ihre Schichtdicke gesteuert werden, auf das im allgemeinen weiße Kunstdruckpapier.

## 16. Metamere Farben

Jede Farbe kann durch sehr unterschiedlich spektrale Strahlungen ermischet werden. Die moderne Farbmeterik kann mit Hilfe von numerischen Verfahren solche metameren (oder bedingt-gleichen) Farben berechnen.

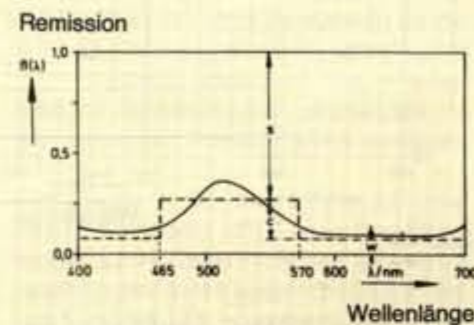


Bild 20

Bild 20 zeigt eine spezielle metamere Testfarbe (gestrichelte Kurve - -) zur CIE-Testfarbe Nr. 11 (Grün, ausgezogene Kurve) nach DIN 6169 „Farbwiedergabe“. Die in Bild 20 dargestellte Farbe mit der rechteckförmigen Remissionskurve (oder Transmissionskurve) sieht für Beleuchtung mit Xenonlicht gleich aus wie die CIE-Testfarbe Nr. 11 und aus diesem Grund nennt man sie metamere Farbe. Beide Farben kann man mit einem spektralen Farbmischgerät mittels Schablonen erzeugen. Die zugehörigen Mischfarben sind für farbennormalsichtige Beobachter ununterscheidbar, obwohl sie spektral unterschiedlich ermischet werden. Zu jeder Farbe gibt es eine große Anzahl metamerer Farben. Die hier zur CIE-Testfarbe Nr. 11 (Grün) berechnete metamere Farbe, welche die gleichen Normfarbwerte X, Y und Z für Xenonlicht besitzt und deshalb für einen farbennormalsichtigen Beobachter gleich aussieht, leitet sich aus einer speziellen Optimalfarbe mit kompensativen Wellenlängengrenzen ab (17).

Die drei hier eingezeichneten Größen w, c und s sind die Ostwaldschen Farbmerkmale (18) Weißanteil, Buntanteil und Schwarzanteil mit denen man jede Farbe kennzeichnen kann. Den Zusammenhang zwischen den Ostwaldschen Koordinaten und den trichromatischen Farbmaßzahlen, welche die moderne Farbmessung benutzt, hat als erster Miescher (1930) untersucht.

Da metamere Farben nur bei einer beleuchtenden Lichtart gleich aussehen und beim Wechsel der Lichtart von z. B. Tageslicht zu Kunstlicht (Glühlampenlicht) neben dem Wechsel im Aussehen beider auch **Farbunterschiede** (19) auftreten, versucht man, metamere Farben für verschiedene Teile eines Gegenstandes weitgehend zu vermeiden. Hierzu müssen Nachfärbungen von Farbvorlagen oder Nachfärbungen in einem ande-

ren Material möglichst die gleiche Remissionskurve besitzen. Dieses Ziel erreicht man heute mit Erfolg durch Farbzepturvorausberechnung mit Hilfe von Großrechnern.

## 17. Kontrast

Der Kontrast, schon Leonardo da Vinci (gest. 1521) bekannt und von Goethe (gest. 1832) eingehend beschrieben, ist **eines der wichtigsten Ausdrucksmittel** in Kunst, Kunstgewerbe und Design. Er ist durch wechselseitige Beeinflussung der Sehfelder bedingt.

### Unbuntkontrast

Ein helles Umfeld verschiebt die Farbe des Infeldes bezüglich des Farbmerkmals Helligkeit im **polaren Gegensinne**. Daher wechselt die Helligkeit der Stufen von vier physikalisch **gleichen** Graureihen je nach Umfeld. Ohne helleres Bezugsfeld gibt es kein Grau oder Schwarz!

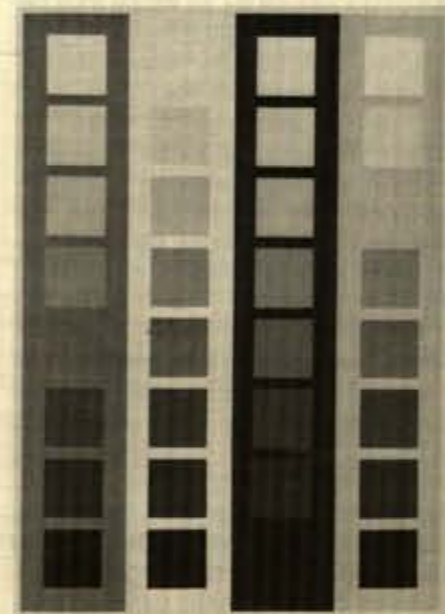


Bild 21

Bild 21 zeigt eine auf mittelgrauem Umfeld annähernd gleichabständige Graureihe mit 8 Stufen der Helligkeiten  $L^* = 20, \dots, 90$ . Auf weißem Umfeld erscheint die mittelgraue Stufe mit  $L^* = 50$  dunkler und auf schwarzem Umfeld heller.

Eine gleichabständige Stufung mit 100 Teilen wird nach Miescher (1961) auf weißem, mittelgrauem und schwarzem Umfeld erreicht, wenn für die Hellbezugswerte Y folgende Formeln gelten (20):

### a. Weißes Umfeld

$L_w^* = 100 (Y/100)^{1/2}$   
Der Hellbezugswert für eine mittelgraue Stufe mit  $L_w^* = 50$  beträgt nach dieser Formel  $Y = 25$ .

### b. Mittelgraues Umfeld

$$L_g^* = 100 (Y/100)^{1/2,4}$$

Der Hellbezugswert für eine mittelgraue Stufe mit  $L_g^* = 50$  beträgt nach dieser Formel  $Y = 19$ .

### c. Schwarzes Umfeld

$$L_s^* = 100 (Y/100)^{1/3}$$

Der Hellbezugswert für eine mittelgraue Stufe mit  $L_s^* = 50$  beträgt nach dieser Formel  $Y = 12,5$ .

Die in Bild 21 mittelgraue Stufe mit  $Y = 19$  im Original und  $L_g^* = 50$  hat nach diesen Formeln auf weißem Umfeld die relative Helligkeit  $L_w^* = 43,6$  und auf schwarzer Umgebung die relative Helligkeit  $L_s^* = 57,5$ .

### Buntkontrast

Die Farbe eines bunten Umfeldes verschiebt die des Infeldes bezüglich aller Farbmerkmale im **polaren Gegensinne**. Daher wechselt die Buntheit der zwei physikalisch gleichen Buntheitsreihen (vergleiche Farbbild 27) mit empfindungsgemäß gleichen Stufen je nach Umfeld.

In Farbbild 28 erscheinen die roten Farbmuster auf grüner Umgebung röter als in roter Umgebung. Die grünen Farbmuster erscheinen auf roter Umgebung grüner als in grüner Umgebung. Auch die auf unbunter Umgebung grau erscheinenden Farbmuster, das sind hier die mittleren Stufen, werden im polaren Gegensinne beeinflusst.

Die Änderung der visuellen Erscheinung von Farben durch die Umgebung ist durch die physiologisch bedingten Prozesse im Auge bedingt. Eine Beschreibung dieser Prozesse ist bis heute nur in Ansätzen gelungen. Nach Valberg (1974) kann man in einem physiologischen Modell die Kontrastfarbe als neuronal bedingte periphere Erregung deuten. Nach K. Richter (1977) kann eine Kubikwurzelfarbartafel erfolgreich zur Beschreibung des Buntkontrastes eingesetzt werden.

In der Kubikwurzelfarbartafel, die man dem Farbenraum CIELAB 1976 zuordnen kann, liegen Farben gleicher Buntheit angenähert auf Kreisen um den Farbort des unbunten Umfeldes. Gleichen Buntheitsabständen entsprechen angenähert gleiche geometrische Abstände für Farben mit gleichen Hellbezugswerten.

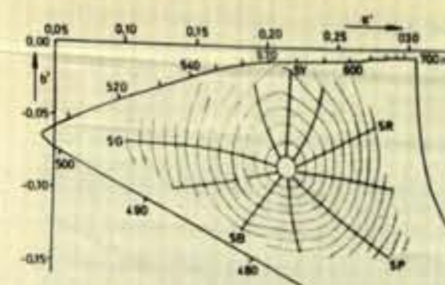


Bild 22

Bild 22 zeigt die Kubikwurzelfarbartafel ( $a^*, b^*$ ), die man dem Farbenraum CIELAB 1976 für Normlichtart D65 zuordnen kann. Ihre Koordinaten  $a^*$  und  $b^*$  ergeben sich durch eine Kubikwurzeltransformation der Normfarbwerte  $x$  und  $y$  der Normfarbtabelle (vergleiche Bild 11 und Farbbild 20). Es gilt bei Farbstimmung an eine Beleuchtung mit dem Farbort der Normlichtart D65:

$$a^* = 0,2191 (x/y)^{1/3}$$

$$b^* = -0,08376 (z/y)^{1/3}$$

(wobei  $z = 1-x-y$ )

Die in Bild 22 dargestellten Farbmuster des Munsell-Farbsystems mit dem Hellbezugswert  $Y = 20$  liegen in der angenähert gleichabständigen Kubikwurzelfarbartafel auf Kreisen um den Farbort von Unbunt. Die Farben gleicher Buntheit wurden im Munsell-Farbsystem (4) durch viele Beobachter in einem unbunten Umfeld bestimmt.

Ersetzt man im Falle des Buntkontrastes das unbunte Umfeld z. B. durch ein rotes Umfeld mit gleichem Hellbezugswert  $Y$ , so wird eine mehr rötliche Infeldfarbe, deren Farbort zwischen der des unbunten und roten Umfeldes liegt, als Unbunt empfunden. Es ergibt sich experimentell, daß Farben gleicher Buntheit bei rotem Umfeld angenähert wieder auf Kreisen in der Kubikwurzelfarbartafel liegen, und zwar erneut um den Farbort des jetzt neuen Unbunt.

Wegen dieser einfachen Gesetzmäßigkeit bietet die Kubikwurzelfarbartafel eine Möglichkeit zur quantitativen Beschreibung des Buntkontrastes. Sie ist ein wesentliches Hilfsmittel zur Beschreibung der Farbdynamik, d. h. der Änderung der Farbercheinung mit der Umgebung oder Farbstimmung.

## 18. Sehvorgang

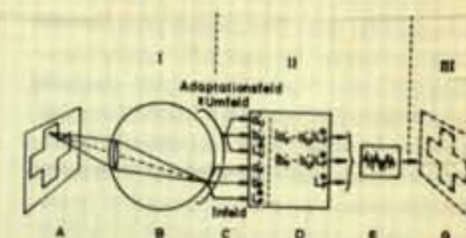


Bild 23

- A von der Lichtquelle angestrahltes Objekt (Rotes Kreuz)
- B Auge
- C je 3 Signale für Infeldfarbe F und Umfeldfarbe U
- D Signaltransformation
- E Aktionsströme
- G Wahrnehmung im Sehzentrum
- I Physik (Reiz)
- II Erregung (Physiologie)
- III Empfindung (Psychologie)

Nach Bild 23 werden von äußeren Objekten ins Auge fallende Strahlenbündel beim Tagessehen mittels dreier Rezeptoren in der Netzhaut auf je drei Signale reduziert. Es werden für In- und Umfeldere Signale gebildet, die wahrscheinlich bereits in der Netzhaut im Sinne der Gegenfarbenbeziehungen und Kontrastphänomene transformiert werden. Weitere Transformationen werden im Geniculatum Laterale sowie im corticalen Sehzentrum des Hirns vorgenommen.

Der genaue Mechanismus des Farbsehens ist bis heute ungeklärt. Ein einfaches farbmatisches Modell kann z. B. Kubikwurzelkoordinaten benutzen. Hiernach sind die Helligkeit  $L^*$ , die Rot-Grün-Buntheit  $a^*$  und Gelb-Blau-Buntheit  $b^*$  des „roten Kreuzes“ (der Infeldfarbe F) im weißen Umfeld U nach Bild 23 durch folgende Formeln gegeben:

$$\text{Helligkeit } L_w^* = 100 (Y_F/100)^{1/2}$$

$$\text{Rot-Grün-Buntheit } a^* = 500 (a_F - a_U) Y_F^{1/3}$$

$$\text{Gelb-Blau-Buntheit } b^* = 500 (b_F - b_U) Y_F^{1/3}$$

Nach diesen Gleichungen bilden die Differenzen von Farbörtern von Infeldfarben F und Umfeldfarben U in der Kubikwurzelfarbartafel ( $a^*, b^*$ ), wie bei der Beschreibung des Buntkontrastes, entscheidende Bausteine zur farbmatischen Beschreibung des Farbsehmechanismus.



## 19. Farbenfehlsichtigkeit

Anomalien der Farbrezeptoren in der Netzhaut oder in den neuronalen Vorgängen beim Farbsehen rufen partielle oder totale Farbenfehlsichtigkeit hervor. 8 % der Männer, aber nur etwa 1/2 % der Frauen sind farbenfehlsichtig (Verhältnis 16:1!).

In der Schweiz (5 Millionen Einwohner) gibt es etwa 200.000 Personen, die Rot-Grün-Verwechslung sind (beide Farben erscheinen grau);

16 % aller Mütter, an sich farbtüchtig, sind Überträger dieser Farbenfehlsichtigkeit;

100 Personen empfinden alle Farben als unbunt (Weiß-Grau-Schwarz).

Zur Prüfung der Farbenfehlsichtigkeit können z. B. Testtafeln von Ishihara (1953) mit Zahlen oder Figuren dienen, auf denen Farbenfehlsichtige andere Zahlen oder Figuren erkennen als Normsichtige.

## Literatur

Deutsches Institut für Normung (1962), DIN 6164, „DIN-Farbenkarte“, Teil 1 „Farbsystem“ und Teil 2 „Überwachte Farbmuster und Farbkarten“ sowie Beiblätter 1 bis 25 „Farbmuster für Farbton 1 bis 24 und unbunte Farben“

Deutsches Institut für Normung (1966 bis 1976), DIN 5033, „Farbmessung“, Teil 1 bis 9

Deutsches Institut für Normung (1969 bis 1976), DIN 6169, „Farbwiedergabe“, Teil 1 bis Teil 8

Deutsches Institut für Normung (1973), DIN 6172, „Metamerie-Index von Probenpaaren bei Lichtartwechsel“

Gasser, M., H. Bilger, K. D. Hofmann und K. Miescher (1959), Spektraler Farbintegrator, *Experientia* 15/2, S. 52-55

Goethe, J. W. v. (1749-1832), *Naturwissenschaftliche Schriften*, Weimarer Ausgabe, 1. Bd., Didaktischer Teil (1890), Bd. 5, Chromatik (1897); neuere Ausgabe von R. Matthaei, W. Troll und L. Wolf, Weimar: Böhlau, 1947 ff.

Graßmann, H. (1853), Zur Theorie der Farbmischung, *Poggendorfs Ann. Physik* 89, S. 69-84

Ishihara, S. (1953), *Test Cards for Colour Blindness*, 10. Aufl., Tokyo: Handaya & Co.

Judd, D. B. (1953), *Color in Business Science and Industry*, New York: Wiley, insbesondere S. 285

Leonardo da Vinci (1452-1519), *Traktat von der Malerei*, Übersetzung von H. Ludwig (1882), neu hrsg. von Maria Herzfeld, Jena: Diederichs 1925

Miescher, K. (1930), Über das Vollfarbsystem, *Z. techn. Physik* 11, S. 233-239

Miescher, K. (1948), Neuermittlung der Urfarben und deren Bedeutung für die Farbordnung, *Helv. Physiol. Acta* 6, C 12-C 13.

Miescher K., K. D. Hofmann, P. Weisenhorn und M. Früh (1961), Über das natürliche Farbsystem, *Die Farbe* 10, S. 115-144

Newhall, S., D. Dickerson und D. B. Judd (1943), Final report of the O.S.A. Subcommittee on the Spacing of the Munsell colors, *J. opt. Soc. Amer.* 33, S. 385-418

Newton, I. (1643-1727), *Opticks*, Teil I, London 1730, übersetzt als Ostwalds „Klassiker der exakten Naturwissenschaften“, Bd. 96

Richter, K. (1969), Antagonistische Signale beim Farbsehen und ihr Zusammenhang mit der empfindungsgemäßen Farbordnung, *Dissertation*, Universität Basel, insbesondere S. 79

Richter, K. (1977), Gegenfarbsystem (GS) und Farbsgleichungen für beliebige Farbstimmung, in „Color 77“, London: Adam Hilger, Preprint, S. 350-355

Richter, M. (1948), Untersuchungen zur Aufstellung eines empfindungsgemäß gleichabständigen Farbsystems, *Z. wiss. Photographie, Photophysik und Photometrie* 45, S. 139-162

Richter, M. (1976), Einführung in die Farbmessung, Berlin: de Gruyter, Sammlung Götschen, Bd. 2608, 274 Seiten

Ostwald, W. (1843-1932), *Die Farbenlehre*, 1. Aufl. 1916, 15. Auflage 1934, Leipzig: Unesma; Die Farbenlehre in 3 Bänden, Bd. 1 (1918), Bd. 2 (1919), Bd. 3 (1938).

Schrödinger, E. (1920), Grundlinien einer Theorie der Farbmessung im Tagessehen, *Ann. Physik (IV)* 63, S. 397-456; 489-520

Schrödinger, E. (1920), Theorie der Pigmente größter Leuchtkraft, *Ann. Physik (IV)* 62, S. 603-622

Schultze, W. (1975), *Farbenlehre und Farbmessung*, Berlin: Springer, 3. Aufl., 97 Seiten

Valberg, A. (1974), Lateral Interactions between Large Retinal Stimuli and Symmetric Receptive Fields, *Physica Norvegica* 7, S. 227-235

## Anmerkungen:

1) Leonardo da Vinci bezeichnete Grün als „einfache“ Farbe, obwohl er es als Maler gewohnt war, Grün aus Gelb und Blau auf seiner Palette zu mischen.

2) Es besteht auch die Möglichkeit, die bunten Farben in eine Unbuntachse schräge Ebene zu legen, damit helles Gelb nahe den hellgrauen und dunkles Blau nahe den dunkelgrauen Farben liegt. Dann wird zusätzlich dem unterschiedlichen Helligkeitscharakter der vier bunten einfachen Farben entsprochen.

3) Tabelle mit Farbörtern und Helligkeitswerten der Ur- und Mittelfarben von Miescher bei Normlichtart C (Tageslicht) nach K. Richter (1969).

Bezeichnung Farbe	Normfarbwertanteile x	y	Helligkeitswert Y
Urgelb Y (Nr. 2)	0,4449	0,4909	77,82
Gelbrot YR (Nr. 5)	0,5419	0,4083	45,44
Urrrot R (Nr. 8)	0,5813	0,3236	18,11
Blaurot BR (Nr. 11)	0,2909	0,1526	8,47
Urblau B (Nr. 14)	0,1701	0,1355	9,35
Blaugrün BG (Nr. 17)	0,1607	0,2650	14,56
Urgrün G (Nr. 20)	0,1890	0,4496	20,24
Gelbgrün YG (Nr. 23)	0,2990	0,5351	45,15

4) Die wissenschaftlichen Untersuchungen zur Aufstellung des Munsell-Farbsystems wurden von S. Newhall, D. Nickerson und D. B. Judd (1943) veröffentlicht. Das Munsell Book of Color (Ausgabe 1976) wird in glänzender Ausführung mit 1452 oder in matter Ausführung mit 1277 Farbmustern geliefert. Bezugsquelle: Munsell Color, 2441 N. Calvert Street, Baltimore, Maryland 21218, USA.

5) Die wissenschaftlichen Untersuchungen zur Aufstellung des Farbsystems DIN 6164 wurden von M. Richter (1948) veröffentlicht. Die DIN-Farbenkarte, Deutsche Normen DIN 6164, Teil 1 und 2 (1962) sowie die Beiblätter 1 bis 25 (1959 ff) mit 585 Farbmustern wird in matter Ausführung geliefert. Bezugsquellen: Beuth-Verlag GmbH, Berlin 30 und Köln 1.

6) Die Internationale Beleuchtungskommission (CIE) hat 1976 die Abkürzungen L\* für die Helligkeit (engl. lightness) und C\* für die Buntheit (engl. chroma) eingeführt. Im Munsell-Farbsystem wird die Helligkeit intern mit V (Value) und die Buntheit mit C (Chroma) bezeichnet.

7) Optimalfarben haben nach DIN 5033, Teil 1 (1970) zwei Sprungstellen der spektralen Remissionskurve von Null auf Eins und umgekehrt. Unter den Körperfarben sind die Optimalfarben bei gegebener Sättigung die hellsten und damit buntesten. Mit diesen Farben hat sich ausführlich der berühmte Physiker E. Schrödinger (1920) beschäftigt.

8) Die Farbmuster des Munsell-Farbsystems der Farbtönebenen Grün (5G) und Rotpurpur (5RP) liegen im Farbenraum CIELAB von 1976 nur angenähert auf Parallelen zur Grauachse. Bild 24 zeigt die theoretischen und realisierten Farbmuster des Munsell-Farbsystems in einem Diagramm mit der Buntheit C\*<sub>ab</sub> und der Helligkeit L\* des Farbenraumes CIELAB 1976 für den Farbton Grün (5G) und Bild 25 entsprechend für den Farbton Rotpurpur (5RP). Für den Zusammenhang zwischen der Buntheit C\*<sub>ab</sub> sowie Helligkeit L\* und den Normfarbwerten X, Y und Z der Farbmessung gelten die Formeln:

$$a^* = 500 ((X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3})$$

Rot-Grün-Buntheit

$$b^* = 200 ((Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3})$$

Gelb-Blau-Buntheit

$$C_{ab}^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad \text{Buntheit}$$

$$L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad \text{Helligkeit}$$

Für die die Farbmuster des Munsell-Farbsystems beleuchtende Normlichtart C gilt für die Normfarbwerte X<sub>n</sub> = 98,07, Y<sub>n</sub> = 100,00 und Z<sub>n</sub> = 118,22.

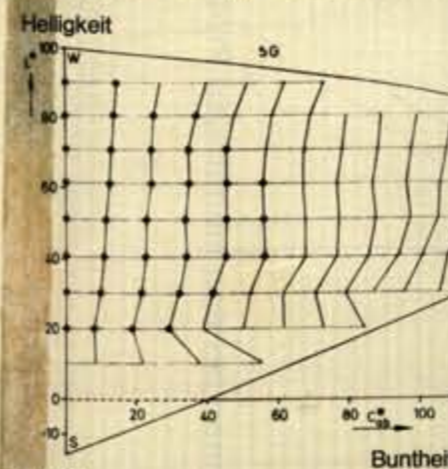


Bild 24

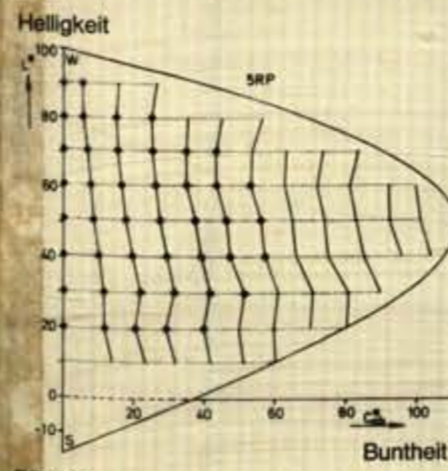
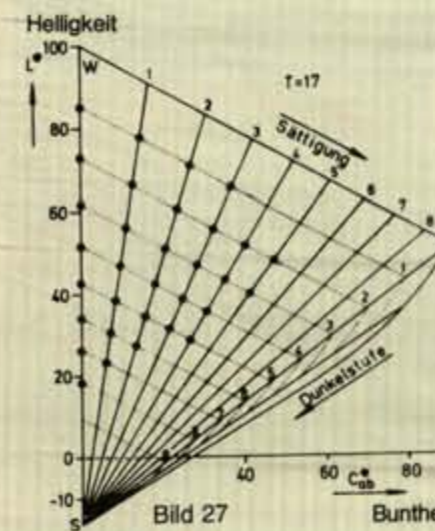
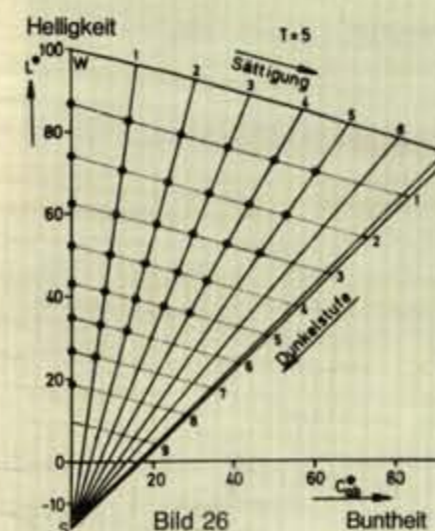


Bild 25

9) Die Farbmuster des Farbsystems DIN 6164 der Farbtönebenen Orange (T = 5) und Blau (T = 17) liegen im Farbenraum CIELAB von 1976 nur angenähert auf Kreisgeraden um die Grauachse und wegen der Definition der Helligkeit L\* mit

$$L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16$$

welche für den Hellbezugswert Y = 0 von Schwarz gleich -16 wird, liegt die Spitze des Kegels bei L\* = -16. Bild 26 zeigt die theoretischen und realisierten Farbmuster des Farbsystems DIN 6164 in einem Diagramm mit der Buntheit C\*<sub>ab</sub> und der Helligkeit L\* des Farbenraumes CIELAB 1976 für den Farbton Orange (T = 5) und Bild 27 entsprechend für den Farbton Blau (T = 17). Für den Zusammenhang von C\*<sub>ab</sub> und L\* mit den Normfarbwerten der Farbmessung gelten die unter Punkt 8 aufgeführten Formeln.



10) Interferenzverlauffilter gibt es Diagröße (5 x 5 cm). Bezugsquellen: Schott Glaswerke, Mainz oder Balzers, optische Werke, Liechtenstein.

11) Das Verfahren zur Bestimmung der Normfarbwerte für bestimmte vereinbarte beleuchtete Normlichtarten und vereinbarte Beleuchtungs- und Beobachtungsbzw. Meßwinkel kann der Norm DIN 5033 „Farbmessung“ (1976) entnommen werden. Die Grundlagen dieses Systems zur Bestimmung der Normfarbwerte können in Lehrbüchern „Farbenlehre und Farbmessung“ von W. Schultze (1975) oder „Einführung in die Farbmessung“ von M. Richter (1976) nachgelesen werden.

12) Bezugsquelle der Testfarben nach der Norm DIN 6169 „Farbwiedergabe“: Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Unter der Eichen 87, 1 Berlin 45.

13) Bild 28 zeigt eine Fotografie der in der Ausstellung verwendeten Apparatur zur Erzeugung des Spektrums und Demonstration der Fluoreszenz. Durch einen 6-teiligen Stufenmotor wird ein Spektrum nacheinander jeweils auf eine weiße und zwei farbtongleiche Farben projiziert. Farbbild 21 ist eine Zeitaufnahme über 60 s. Während jeweils 10 s wird eine der sechs Farbkombinationen (Weiß und zwei farbtongleiche Farben) beleuchtet.



Bild 28

14) Bild 29 zeigt eine Fotografie der in der Ausstellung verwendeten Steuerapparatur zur Erzeugung definierter Anteile von Eigen- und Kompensativfarbe. Jeder Stellung der zwei Schiebewiderstände am Beobachtersteuerpult entsprechen definierte Spannungen, welche die Öffnungen der hier sichtbaren beiden Irisblenden steuern. Bei voller Öffnung der zwei Irisblenden mischen sich Eigen- und Kompensativfarbe zu Weiß, bei teilweiser Öffnung zu den in der antichromatischen Farbmischung möglichen Farben von gelbem und blauem Farbton oder zu Unbunt bei gleicher Öffnung.



Bild 29

15) Bild 30 zeigt eine Fotografie der in der Ausstellung verwendeten Apparatur zur Demonstration der additiven Farbmischung. Das Licht einer Xenonlampe wird in drei Strahlengänge aufgeteilt, welche jeweils eine Irisblendenöffnung und eines der drei Farbfilter Rot (R), Grün (G) und Blau (B) durchdringen. Die drei Irisblenden öffnen und schließen sich synchron, so daß ihre auf den Schirm projizierten Bilder sich periodisch überlappen (Farbbild 24) oder getrennt nebeneinander erscheinen.





Bild 30

16) Bild 31 zeigt eine Fotografie der in der Ausstellung verwendeten Apparatur zur Demonstration der subtraktiven Farbmischung. Das Licht einer Xenonlampe durchdringt eine Irisblende auf der sich drei Farbfilter Gelb (Y), Purpur (P) und Cyan (C) exzentrisch bewegen. Die Abbildung dieser Irisblendenöffnung mit den Farbfiltern auf einen Schirm (Farbbild 26) zeigt die sich periodisch überlappenden und getrennt erscheinenden Farbfelder der subtraktiven Farbmischung (Bild 18).



Bild 31

17) Die Farbwörter  $x(\lambda_1) = 0,135, y(\lambda_1) = 0,040$  und  $x(\lambda_2) = 0,444, y(\lambda_2) = 0,555$  der Wellenlängen  $\lambda_1 = 465\text{nm}$  und  $\lambda_2 = 570\text{nm}$  liegen in der Normfarbtafel mit dem Farbort von Unbunt (Xenon  $x=0,319, y=0,318$ ) auf einer Linie (vgl. Bild 11). Nach den von Graßmann (1853) entdeckten Gesetzen der Farbmischung kann man Unbunt der Lichtart Xenon aus nur zwei kompensativen Wellenlängen  $\lambda_1 = 465\text{nm}$  und  $\lambda_2 = 570\text{nm}$  (z. B. mit zwei monochromatischen Lichtlasern), aber auch aus vielen anderen Wellenlängenkombinationen, mischen. Die Mischfarbe ist metamer zur Farbe des Xenonlichtes.

18) Für die Ostwaldschen Farbmerkmale Weißanteil  $w$ , Buntanteil  $c$  und Schwarzanteil  $s$  gilt die Beziehung  $w + c + s = 1$ .

19) Zur Kennzeichnung der Metamerie von Probenpaaren bei Lichtartwechsel dient der Metamerieindex nach der Norm DIN 6172. Der Metamerieindex ist ein Maß für den Farbabstand von zwei bei Normlichtart D65 metameren Proben unter der Beleuchtung von Normlichtart A (angenähert Glühlampenlicht).

20) Miescher und seine Mitarbeiter haben, wie im Munsell-Farbsystem und Farbsystem DIN 6164 üblich, eine Skala mit 10 Helligkeitsstufen zwischen Schwarz und Weiß verwendet. Im Farbenraum CIELAB 1976 teilt man die Grauskala in 100 Teile.

Dr. Klaus Richter  
Bundesanstalt für  
Materialprüfung (BAM)  
Unter den Eichen 87  
D - 1000 Berlin 45

Dr. Arne Valberg  
Institute of Physics  
Universitetet i Oslo  
Blindern, N-Oslo 3

**Anmerkung des Verlags**

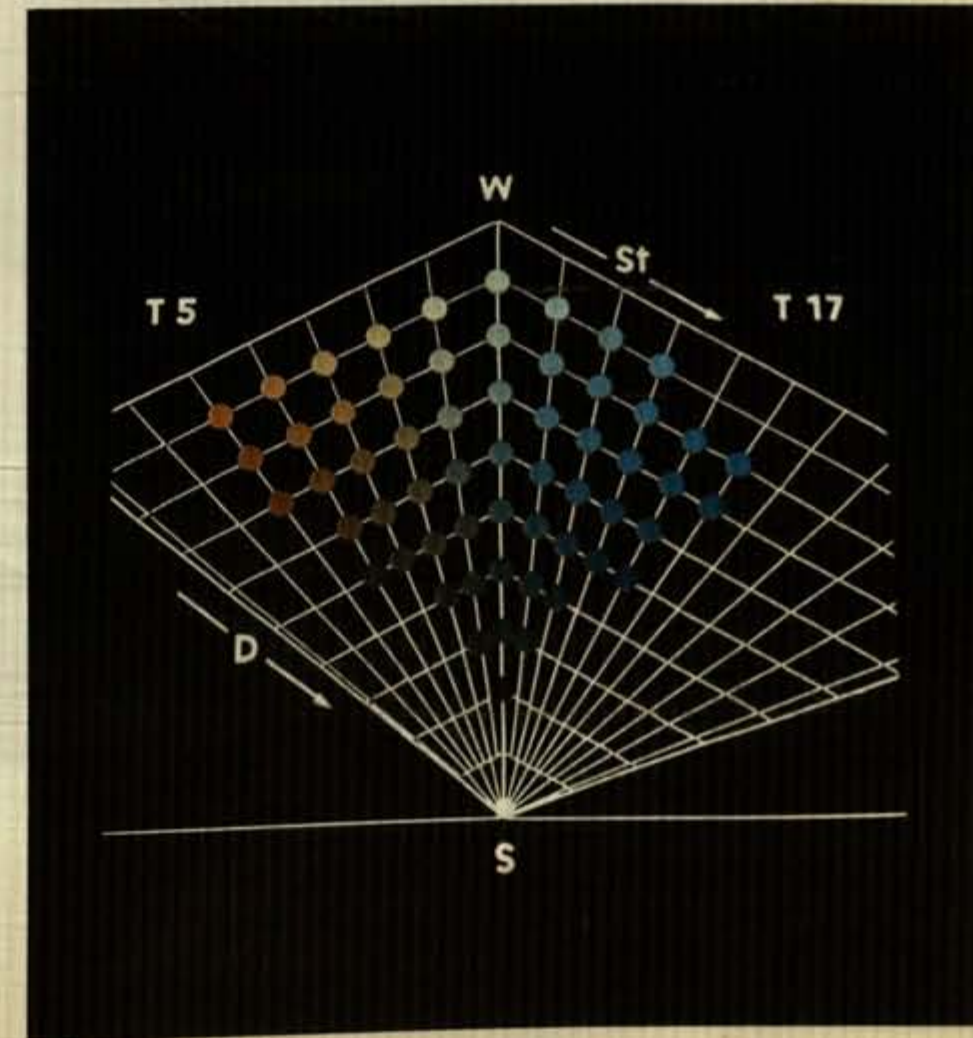
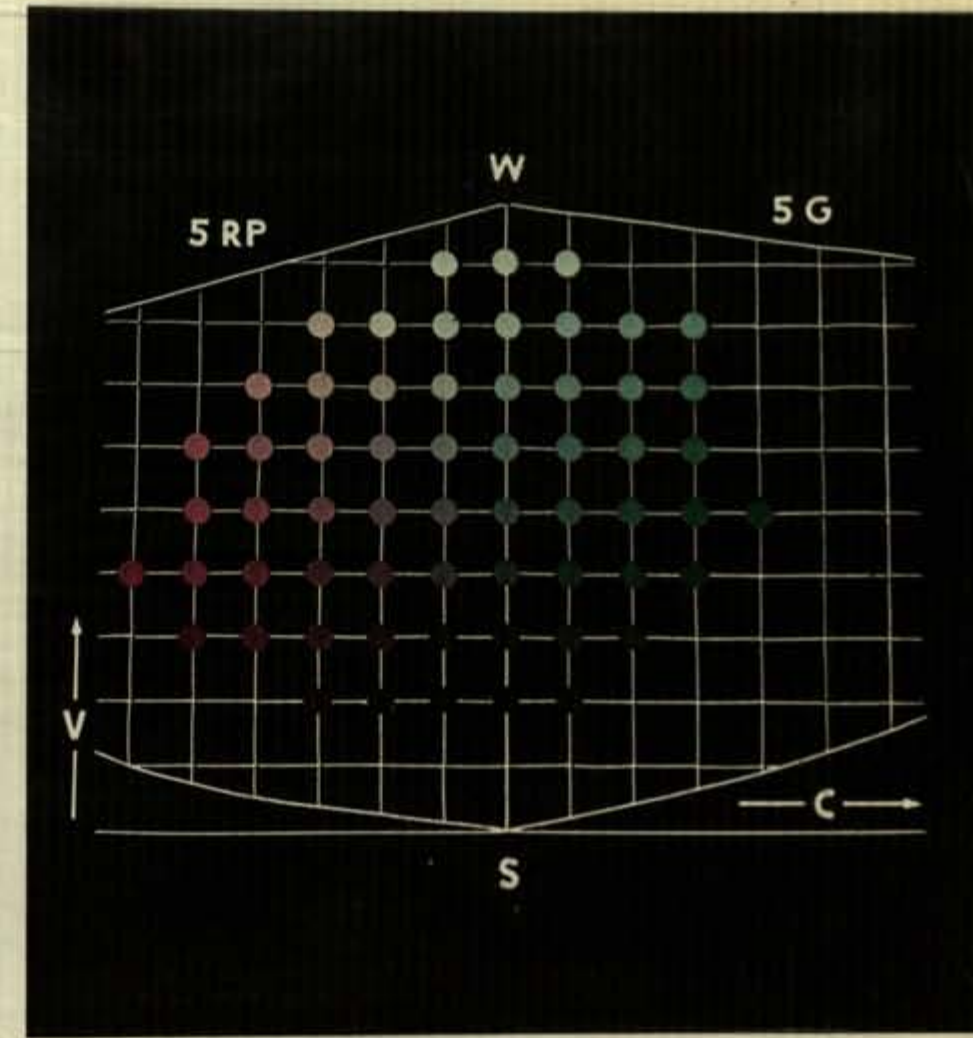
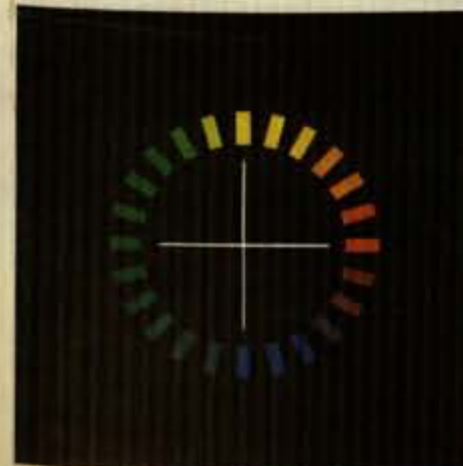
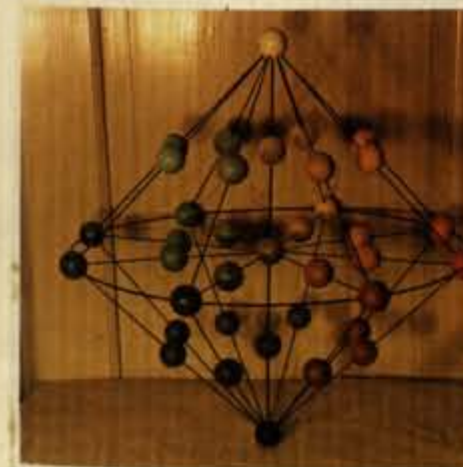
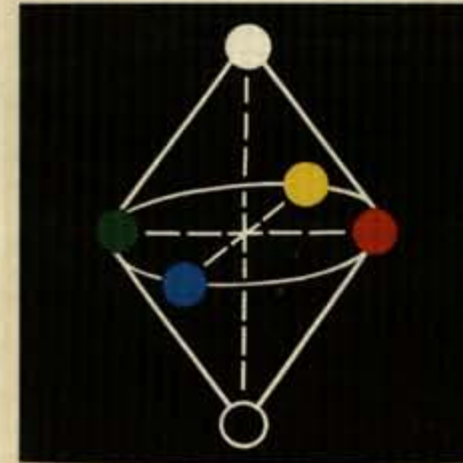
Der Artikel »Farbe und Farbsehen; Beschreibung von Experimenten für die Farbenlehre« von K. Miescher, K. Richter und A. Valberg kann vom Verlag Farbe + Design als Separatdruck bezogen werden. Auf Anfrage werden Rechte der Übersetzung in andere Sprachen sowie die Farbdrucke in größerer Auflage zur Verfügung gestellt.

**VERLAG FARBE+DESIGN**  
D-716 GAILDORF · POSTFACH 20

FARBE + DESIGN bedankt sich bei dem Haus »3 M«, das es ermöglicht hat, das retroreflektierende Rot (Scotchlite 3272 Rot) in diese Publikation einzufügen:

3 M DEUTSCHLAND GMBH  
D-4040 NEUSS 1  
CARL-SCHURZ-STRASSE 1  
TELEFON (021 01) 1 41,  
Telex 08 51 751

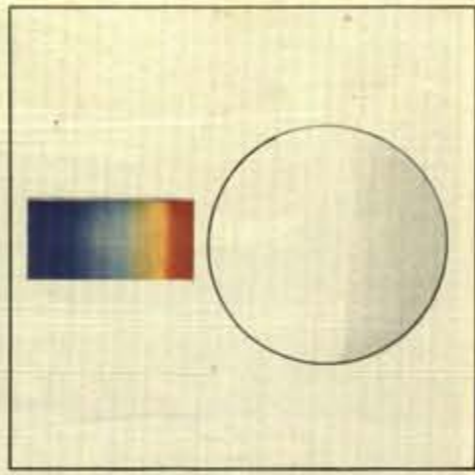
FARBE + DESIGN – Ihr Ratgeber – Wir helfen Ihnen bei den vielfältigen Problemen im Umgang und in der Gestaltung mit Farbe







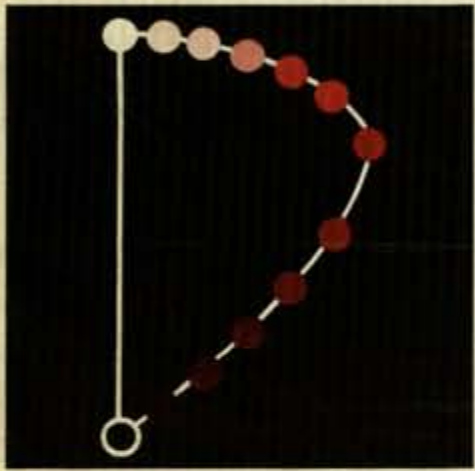
5



12



16



7



13



17



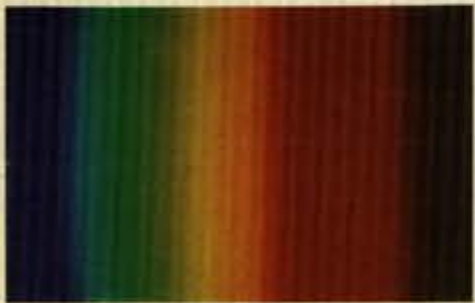
20



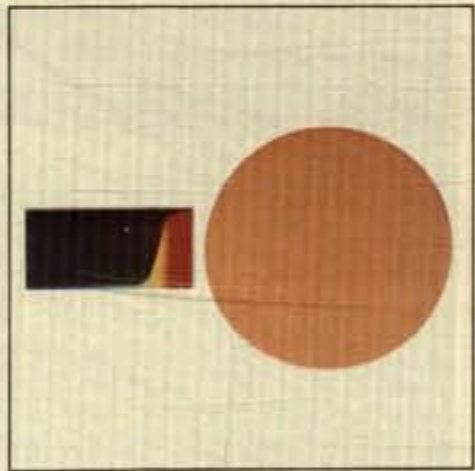
25



26



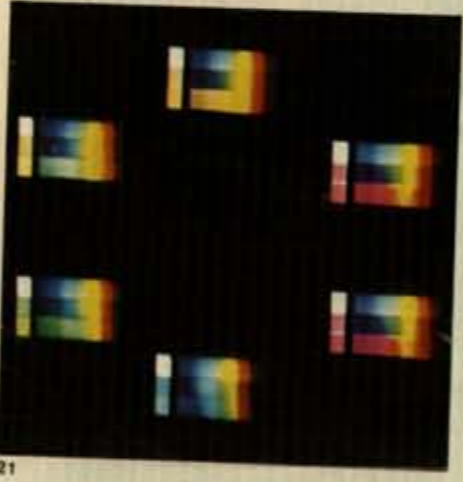
10



14



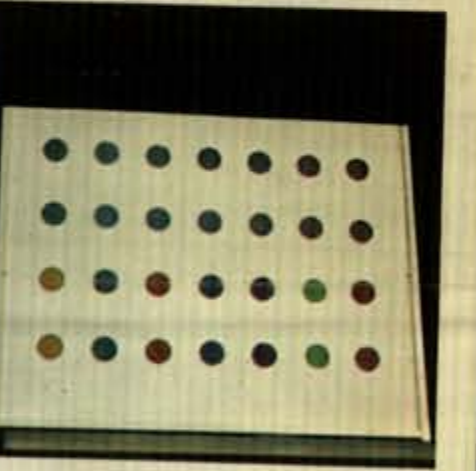
18



21



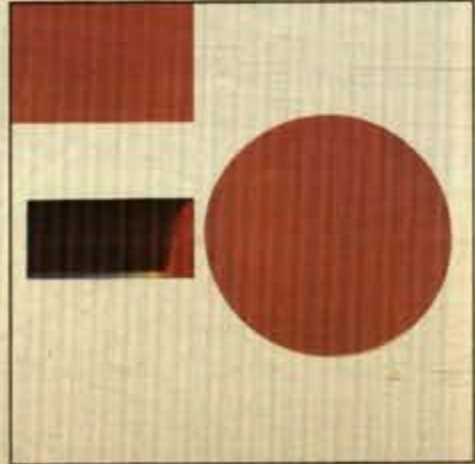
23



27



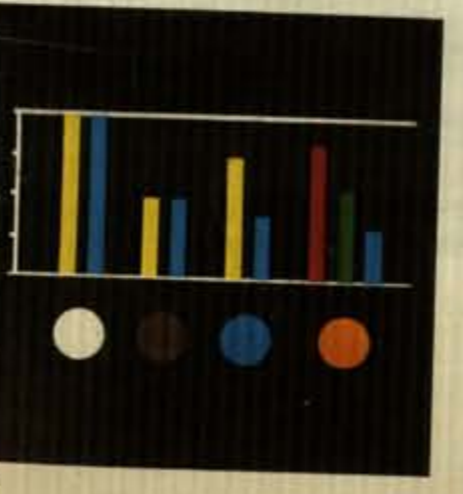
11



15



19



22



24



28



# Aus unserem Farbkarten-Sonderprogramm

## Aus der Praxis für die Praxis

Farbtonregister nach RAL, Format DIN A5  
Diese Karte dient Anschauungs- und Informationszwecken und enthält eine Auswahl von über 100 der wichtigsten und gebräuchlichsten RAL-Farben im Format 2,2 x 2,4 cm.

### Neu

Übersichtskarte RAL K 2, Format DIN A6  
Diese neue Übersichtskarte löst unsere bisherige Übersichtskarte RAL 840 HRÜ 2 ab. Mit 151 glänzenden Farbmustern im Format 2,1 x 1,8 cm, wurde sie auf den neuesten Stand gebracht und enthält alle zum gegenwärtigen Zeitpunkt bekannten RAL-Farben mit ihren Hilfsbezeichnungen.

Farbtonfächer „Ausgewählte RAL-Farben + Firmenfarben“, Format 6 x 20 cm, Farbfeldgröße 6 x 2,5 cm.

Neben mehr als 100 RAL-Farben enthält der Fächer eine Reihe der gängigsten Firmenfarben.

Für verbindliche Farbvergleiche sind bei allen Karten die Original-Farbmuster des Farbregisters RAL 840 HR maßgebend.

Farbton-Register  
nach RAL

Übersichtskarte  
RAL-K 2

Übersicht über die RAL-Farben des Farbregisters RAL 840 HR mit den Hilfsbezeichnungen

Herausgeber:  
RAL, Ausschuss für Lieferbedingungen und Gütesicherung  
beim Deutschen Normenausschuß, Frankfurt/Main

Ausgewählte  
RAL-Farben  
+  
Firmenfarben

Fachverlag

schwabemuster  
eurocolorcard

D-716 GAILDORF POSTFACH 20 TELEFON 07971-6007-09 TELEX 07-4650

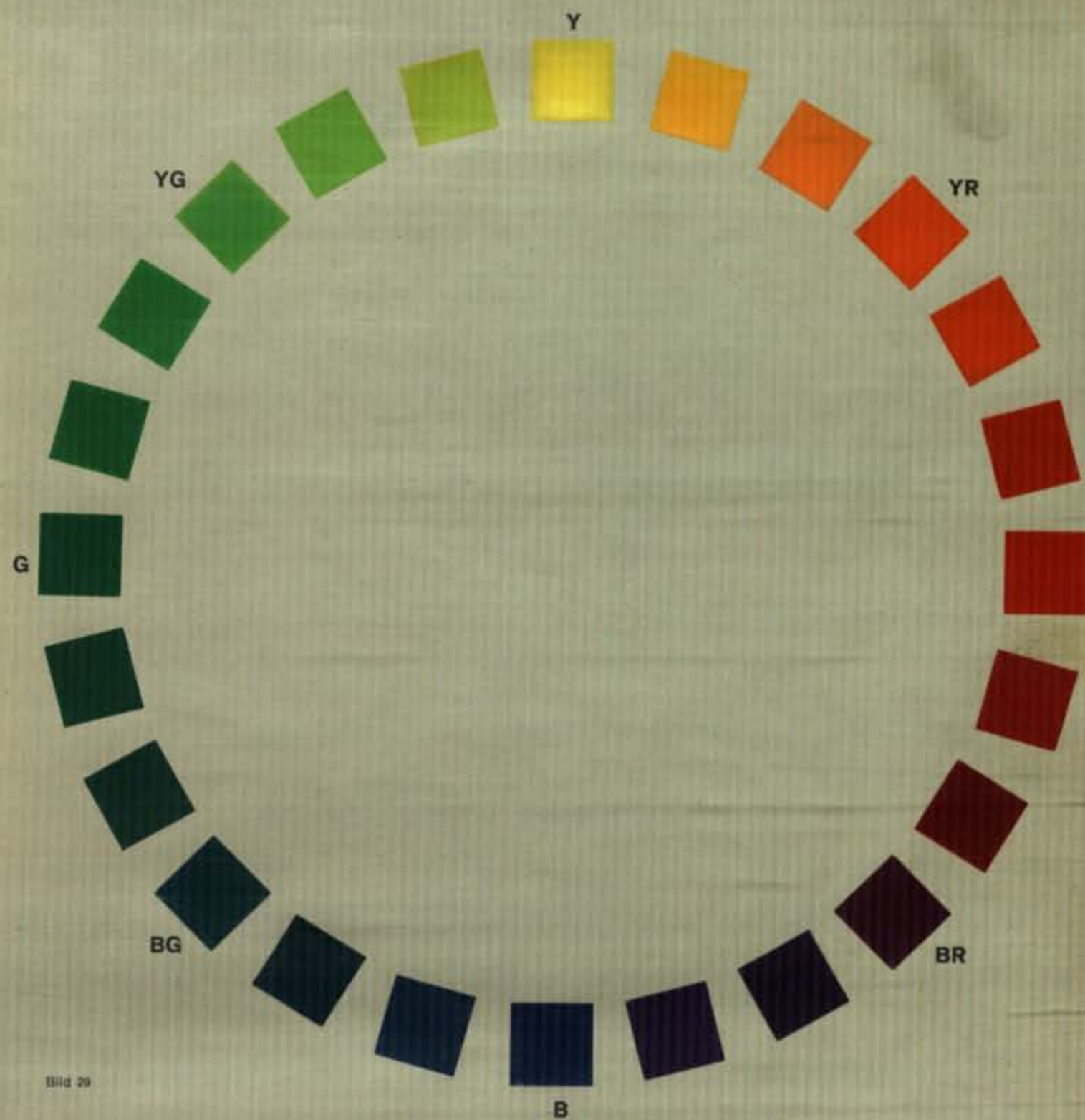


Bild 29

Bild 30





Dr. Helmut Schweppe

Die „Analysestelle“ der Anwendungstechnischen Abteilung in der BASF befaßt sich unter anderem mit der qualitativen Farbstoffanalyse. Dabei ist in den meisten Fällen die Frage zu beantworten, mit welchem Handelsmuster ein unbekannter Farbstoff identisch ist. Prüfung der Farbeigenschaften, vergleichende Farbreaktionen, chromatographischer und Infrarotspektren-Vergleich ermöglichen es dem Farbstoffanalytiker, zwischen nahezu zehntausend synthetischen Farbstoffen und Pigmenten zu unterscheiden, wenn er die erwähnten Methoden gemäß der gestellten Aufgabe und vorliegenden Substanzmenge jeweils richtig anwendet. Eine umfangreiche Sammlung möglichst aller Farbstoffe des Weltmarktes ist allerdings eine notwendige Voraussetzung für erfolgreiche Untersuchungen. Aus diesen Gründen sind fast nur die großen Farbstoffhersteller in der Lage, solche Analysen in allen Fällen durchzuführen.

Da die Analysestelle – bis etwa 1960 als „Farbstoffuntersuchungslabor“ – bereits seit etwa 1890 Farbstoffe untersucht, sind in den Jahren bis etwa zum Ersten Weltkrieg auch weltweit bekannte Naturfarbstoffe wie Krapp, Cochenille, Blauholz, Rotholz, Gelbholz, Fisetholz, Wau und andere häufig analysiert worden. Später brauchten solche Untersuchungen nur selten durchgeführt werden, meistens im Zusammenhang mit der Verwendung als Lebensmittelfarbstoffe wie Curcuma, Safran, Bixin und sonstige Carotinoide, Chlorophyll, Lackmus und andere. Blauholzfärbungen auf Seide, Polyamid und Leder treten heute noch vereinzelt auf. Cassler Braun, das aus Braunkohlen- und Torflagerstätten stammt, wird in Form der wasserlöslichen Alkalisalze als Saftbraun zum Färben von Leder und Packpapier verwendet.

Die „Analysestelle“ besitzt eine brauchbare Sammlung von Naturfarbstoffen und deren Ausfärbungen auf geeignetem Textilmaterial. Ein Teil davon stammt noch aus der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg, fehlende Färbungen sind später aus Farbholtzextrakten oder Naturfarbstoff-Konzentraten durch Ausfärbung auf Wolle hergestellt worden. Da die meisten Naturfarbstoffe Beizerfarbstoffe sind, beizt man die Wolle vor der Färbung fast immer mit Aluminium-, Eisen-, Chrom-, Kupfer- oder Zinnsalzen, wobei man je nach verwendetem Metallsalz verschiedene Farbtöne erhält. Die Erkennung von Naturfarbstoffen auf Textilmaterial ist vor allem für archäologische

Probleme von Bedeutung. Bis vor kurzem ist in der Bundesrepublik kein archäometrisches Labor in der Lage gewesen, solche Analysen generell auszuführen. Zur Zeit richtet das Rathgen-Forschungslabor bei den Staatlichen Museen Preussischer Kulturbesitz in West-Berlin ein entsprechendes Labor ein, das sich mit der Untersuchung alter Textilfärbungen befassen wird. Die „Analysestelle“ wurde vor kurzem gebeten, bei seinem Aufbau mit Vergleichsmaterial und Literatur behilflich zu sein. Auf dem Gebiet der Analyse von Naturfarbstoffen auf alten Textilien hat die „Analysestelle“ schon mehreren Museen bei der Klärung wichtiger archäologischer Fragen geholfen. Einige interessante Fälle werden im folgenden näher erläutert. Welche Farbtöne man mit Naturfarbstoffen erhalten kann, die irgendwann einmal von überregionaler Bedeutung gewesen sind, wird auf den ersten vier Bildern gezeigt.

Von den Naturfarbstoffen, deren Ausfärbungen auf den oben gezeigten Bildern zu sehen sind, waren Purpur, Färberwau, Safran, Krapp und Kermes bereits in der Antike bekannt. Cochenille wurde schon in der präkolumbianischen Zeit in Mittel- und Südamerika verwendet. Unter den Farbstoffen für Lebensmittel sind Curcuma zum Anfärben von Senf und Curry und Bixin in Form des Rohfarbstoffes „Annatto“ zum Färben von Margarine noch heute in Gebrauch. Safran, früher als Lebensmittelfarbstoff verwendet, dient heute eher als färbendes Gewürz, beispielsweise für die französische Fischsuppe, „Bouillabaisse“.

Von alten Textilfärbungen stehen Bestimmung der Farbstoffe meistens nur geringe Mengen zur Verfügung. Daher gibt man Analysemethoden den Vorzug, für die nur sehr kleine Farbstoffmengen erforderlich sind, wie Dünnschichtchromatographie, Infrarotspektroskopie im Mikrobereich und empfindliche Farbreaktionen.

Von diesen Methoden wird der dünn-schichtchromatographische Vergleich mit bekannten Farbstoffmustern bevorzugt, da er sich mit sehr geringen Probenmengen, dazu in kurzer Zeit und mit geringen apparativen Aufwand durchführen läßt. Die meisten der früher zum Färben von Textilien benutzten Naturfarbstoffe von überregionaler Bedeutung gehören in die Klassen der Hydroxyanthrachinone und Hydroxyflavone und liegen häufig als Mischungen mehrerer farbiger Komponenten vor. Wenn man beim dünn-schichtchromatographischen Vergleich durch Wahl eines geeigneten Schichtma-

terials wie Polyamidpulver eine vollständige Auftrennung solcher Farbstoffmischungen erzielt, dann ist es in einzelnen Fällen sogar möglich, zu erkennen, welcher der etwa fünfzehn bekannten Krapptypen für eine Färbung verwendet worden ist. Dafür wird später noch ein Beispiel beschrieben.

Die Bilder 5 und 6 zeigen den dünn-schichtchromatographischen Vergleich einiger roter Naturfarbstoffe aus der Reihe der Hydroxyanthrachinone und einiger gelber Naturfarbstoffe aus der Klasse der Hydroxyflavone.

Naturfarbstoffe aus der Klasse der Küpenfarbstoffe, wie Indigo und antiker Purpur, lassen sich, entsprechend gereinigt, durch Infrarotspektren-Vergleich einwandfrei identifizieren. Durch Extraktion mit siedendem Eisessig kann man Indigo von Färbungen abziehen. Bei violetten Mischfärbungen mit Krapp, Cochenille oder Kermes und bei grünen Mischfärbungen mit Wau bleiben die roten beziehungsweise gelben Naturfarbstoffe bei der Eisessigextraktion zum größten Teil auf der Faser und können anschließend getrennt identifiziert werden. Erwähnenswert ist die Beobachtung, daß der Eisessigextrakt bei Naturindigofärbungen aus Färberwaid, der europäischen Indigopflanze, grünstichiger blau ist, als wenn synthetischer Indigo oder hochgereinigte Naturindigo-Marken aus der ostasiatischen Indigopflanze (*Indigofera tinctoria*) vorliegen. Ursache dieser Verschiebung der Lösungsfarbe nach Grün ist der Anteil 2–12 Prozent Indigogelb (Kämpferitrin), das bei Waidindigofärbungen immer vorhanden ist.

Färbungen mit antikem Purpur enthalten neben 6,6'-Dibromindigo je nach Farbton mehr oder weniger Indigo. Der im Altertum am meisten geschätzte rote Purpur (*Purpura blatta*), der aus der Purpurschnecke *Murex brandaris* L. gewonnen werden kann, enthält am wenigsten Indigo, der aus *Murex trunculus* L. gewonnene blaue Purpur (*Purpura hyacinthina*) am meisten Indigo. Nachdem bei einer Purpurfärbung der Indigoanteil durch Eisessigextraktion entfernt worden ist, löst man mit einer warmen alkalischen Lösung von Hydrosulfit den 6,6'-Dibromindigo von der Faser und fällt ihn dann durch Zugabe eines Überschusses von Wasserstoffperoxid wieder aus. Diese Farbstoffprobe und, im Falle des Indigo, den mit Wasser und Äthanol wiederholt ausgewaschenen Eindampfrückstand des Eisessigextraktes verwendet man zur Aufnahme eines Infrarotspektrums.



Man benötigt bei mikroanalytischer Arbeitsweise etwa 2.10<sup>-6</sup> Gramm Farbstoff für die Aufnahme eines Infrarotspektrums.

Das Bild 7 zeigt die Infrarotspektren von Indigo und 6,6'-Dibromindigo. Hier läßt sich deutlich erkennen, daß man das Infrarotspektrum eines Stoffes als seinen „Fingerabdruck“ ansehen kann. Die Infrarotspektren zweier ähnlicher Farbstoffe wie Indigo und 6,6'-Dibromindigo unterscheiden sich sehr voneinander.

In einzelnen Fällen kann man bei der Analyse von Textilfärbungen mit Naturfarbstoffen auch durch spezifische Farbreaktionen wichtige Hinweise erhalten. Bei einer vermeintlichen Purpurfärbung kann man nach Extraktion des Indigoanteils mit Eisessig auf folgende Weise feststellen, ob antiker Purpur vorliegt. Man verküpft einen Faden mit Ammoniak und Hydrosulfit, deckt die eine Hälfte mit Pappe ab und läßt im Sonnenlicht oder unter einer Ultraviolettlampe reoxidieren. Da 6,6'-Dibromindigo in der Leukoform ausgesprochen lichtempfindlich ist, und die Bromatome durch eine fotochemische Reaktion abgespalten werden, ist der dem Licht ausgesetzte Teil des Fadens infolge der Bildung von Indigo nach der Reoxidation blau, während der abgedeckte Teil zum ursprünglichen Purpurfarbton reoxidiert.

Will man bei einer roten Naturfärbung erkennen, ob es sich um eine Krapp-, Cochenille- oder Kermesfärbung handelt, so befeuchtet man eine kleine Probe der Färbung mit konzentrierter Schwefelsäure. Bei den drei genannten Naturfarbstoffen stellt sich bald eine braunrote bis fuchsinrote Lösungsfarbe ein. Gibt man wenige Milligramm Brosäure hinzu, so schlägt der Farbton der Lösung nur dann nach Blau um, wenn eine Cochenillefärbung vorliegt. Dieser Test läßt sich schnell durchführen und hat sich vielfach bewährt.

Im Mittelalter war der Französische Purpur oder Persio (Farbstoff aus der Orseilleflechte *Rocella tinctoria*) ein billiger und weitverbreiteter Ersatz für den antiken Purpur. Zum Nachweis des Französischen Purpurs übergießt man eine kleine Probe der Färbung mit wenig konzentrierter Schwefelsäure und verdünnt nach etwa einer Minute mit dem zehnfachen Volumen Wasser. Der Farbstoff bleibt mit rotem Farbton auf der Faser, die Lösung ist farblos. Wäscht man anschließend den Faden mit Wasser neutral und legt ihn dann in verdünnte Natronlauge, so färbt er sich blau.

Diese kleine Auswahl sollte zeigen, daß auch einfache Farbreaktionen bei der Untersuchung alter Färbungen zum Ziele führen können, wenn man sie richtig anwendet und interpretiert.

### Untersuchung einer Faserprobe aus dem 5. Jahrhundert v. Chr.

Bei Ausgrabungen in Altrier (Luxemburg) fand man in einem keltischen Fürstengrab, das nach Angaben von Archäologen aus dem 5. Jahrhundert vor der Zeitwende stammen sollte, schwarze Gewebereste. Das Römisch-Germanische Zentralmuseum in Mainz bat uns im Jahre 1975, diese Gewebereste auf Farbstoffe und Fasermaterial zu untersuchen. Es handelte sich um eine kleine Probe von etwa zehn Milligramm, die Fasern waren sehr brüchig. Unter dem Mikroskop konnte man noch die typische Schuppenstruktur der Wolle erkennen. Durch Extraktion mit Eisessig ging Indigo in Lösung, wobei die Lösungsfarbe den typischen Grünstich zeigte, wie er bei Färbungen mit Waidindigo auftritt. Die Eisessiglösung wurde eingedampft, aus dem Rückstand mit Methanol das Indigo-gelb (Kämpferitrin) herausgelöst und nach Umwandlung in das Aglykon Kämpferol durch DC-Vergleich nachgewiesen. Für die Aufnahme eines Infrarotspektrums reichte die Menge des gereinigten Indigos nicht aus, daher wurde der Eindampfrückstand des Eisessigextraktes aus einer alkalischen Hydrosulfitküpe auf ein kleines Baumwollfädchen gefärbt. Eine gelbe Küpenfarbe und Reoxidation zum ursprünglichen Blau zeigte Indigo an. Nach der Extraktion des schwarzen Fasermaterials mit Eisessig blieben braune Fasern zurück. Da es auf keine Weise gelang, den Farbstoff in Lösung zu bringen, mußte angenommen werden, daß es sich um naturbraune Wolle handelte. Durch Färben mit Waidindigo ist daraus der schwarze Farbton erzeugt worden.

Mit dieser Untersuchung konnte bewiesen werden, daß die Kelten bereits im fünften vorchristlichen Jahrhundert mit Indigo gefärbt haben, wenn die Datierung der Probe durch die Archäologen stimmt.

### Faserproben aus einem römischen Grab

Vom Römisch-Germanischen Zentralmuseum in Mainz erhielten wir zwei kleine purpurne Faserproben mit der Bitte um Bestimmung der Farbstoffe. Die beiden Proben stammten aus dem Grab eines reichen römischen Beamten, das in Wehringen (bayerisches Schwaben, 15 Kilometer südsüdwestlich von Augsburg) aufgefunden wurde. An einem der beiden Muster konnte mikroskopisch das Vorliegen von Wollfasern festgestellt werden, das andere Muster bestand zum größten Teil aus pulvrigen, sehr schlecht erhaltenen Faserresten. Trotzdem gelang es in beiden Fällen, mit den oben beschriebenen Farbreaktionen das Vorliegen antiken Purpurs nachzuweisen.

### Untersuchung koptischer Textilfärbungen

Als „Kopten“ bezeichnet man die christliche Bevölkerung Ägyptens in der frühen Zeit des Christentums. Ihnen verdankt Ägypten vom 3./4. Jahrhundert n. Chr. an eine neue Kunstrichtung, die vor allem auf dem Gebiet der Textilerzeugnisse in breiten Schichten Eingang fand, so daß man von einer echten Volkskunst sprechen kann. Sie entwickelte sich bis ins 7. Jahrhundert hinein und mündete schließlich in die islamische Kunst, nachdem Ägypten von den Arabern erobert worden war. Koptische Stoffe sind in öffentlichen und privaten Sammlungen weit verbreitet. Das mag nach so vielen Jahrhunderten nicht nur daran liegen, daß die koptische Textilmanufaktur in Ägypten einst in großer Blüte gestanden hat, sondern auch daran, daß das trockene Klima und der Wüstensand Ägyptens einen reichen Bestand an Stoffen bewahrt haben.

Wegen dieser relativ weiten Verbreitung koptischer Gewebe und Einzelreste war es möglich, grundsätzliche Untersuchungen an sehr alten Färbungen durchzuführen. Dank der freundlichen Unterstützung durch den Textilrestaurator Detlef Lehmann, Schloß Küps, der uns mit altem Textilmaterial versorgte, konnten wir einige Modellanalysen mit Gewebeproben durchführen, die weitaus größer waren, als sie bei archäologisch interessanten Färbungen meistens zur Verfügung stehen.

Die Bilder 8 bis 13 zeigen koptische Gewebe, an denen Farbstoffuntersuchungen durchgeführt wurden.

Auf dem Bild 8 ist ein figurierter Clavustreifen koptischen Ursprungs, 6./7. Jahrhundert, aus Ägypten zu sehen. Unter Clavustreifen oder Clavi versteht man die Zierstreifen der Tunika, eines hemdartigen Gewandes, die senkrecht von der Schulter bis zum Saum verlaufen. Das gezeigte Stück ist wegen der Schriftzeichen „Nole Cla“ auf der einen Blatt-ranke interessant. Das Gegenstück befindet sich in einem Berliner Museum und wird von O. Wulff und W. F. Volbach in dem Buch Spätantike und Koptische Stoffe, Verlag Ernst Wasmuth, Berlin 1926, unter Nr. 6955 beschrieben. Von diesem Stück konnte lediglich der rote Farbton untersucht werden. Es handelt sich um eine Krappfärbung.

Das Bild 9 zeigt einen koptischen Kelim, 8.–10. Jahrhundert n. Chr., vor der Restaurierung. Das helle und das dunkle Rot wurden untersucht. Es handelt sich in beiden Fällen um Krappfärbungen.

Auf dem Bild 10 ist ein koptisches Gewebefragment, 8.–10. Jahrhundert, zu sehen. Auch hier wurde gefunden, daß es sich bei dem Rotton um eine Krappfärbung handelt.

Das Bild 11 stellt ein koptisches Leichentuch aus dem 5. Jahrhundert dar. Bei dem braunvioletten Farbton dieses Stücks handelt es sich um eine Färbung mit dem Ägyptischen Purpur, einer Mischung aus Indigo und Krapp.

Das Bild 12 zeigt ein Medaillon aus einer koptischen Tunika aus dem 6. Jahrhundert. Bei dem braunvioletten Farbton handelt es sich um Ägyptischen Purpur, der rote Farbton ist mit Krapp gefärbt.

Ebenfalls ein Medaillon aus einer koptischen Tunika stellt das Bild 13 dar. Diese stammt aus dem 5. Jahrhundert. Die Färbung ist mit Ägyptischem Purpur durchgeführt worden.

Statt des Ägyptischen Purpurs, bestehend aus Indigo und Krapp aus den Wurzeln der Färberröte von *Rubia tinctorum* L., wurden auf einem koptischen Geweberest aus dem 5. Jahrhundert neben Indigo in erster Linie Purpurin und nur Spuren von Alizarin gefunden. Man darf annehmen, daß hier außer Indigo Wurzeln des sogenannten Wilden Krapps (*Rubia peregrina* L.) verwendet worden sind. Dieser Krapptyp war früher im Vorderen Orient weit verbreitet.

Auf dem Bild 14 ist ein Gewebe zu sehen, das um 1500 in Italien, vermutlich in Lucca, hergestellt worden ist. Die Farbstoffanalyse des roten Farbtons hat ergeben, daß die Färbung sehr wahrscheinlich mit polnischen Wurzelkermes von *Porphyrophorus polonicus* L. ausgeführt worden ist.

Bild 1: Färbungen einiger gelber Naturfarbstoffe aus der Klasse der Hydroxyflavone auf mit Alaun gebeizter Wolle. Wir sehen (von links nach rechts) Färberwau (*Reseda luteola* L.) (1), Färbeginster (*Genista tinctoria* L.) (2), Kreuzdornbeeren (*Rhamnus cathartica* L.) (3), Gelbholz (*Morus tinctoria* L.) (4) und Fisetholz (*Rhus cotinus* L.) (5). Von diesen Naturfarbstoffen wurde der Färberwau bereits zu Cäsars Zeiten verwendet.

Bild 2: Färbungen gelber Naturfarbstoffe, die nicht in die Klasse der Hydroxyflavone gehören. Von links nach rechts: Curcuma (Wurzelknollen von *Curcuma*-Arten) auf mit Alaun gebeizter Wolle (1), Safran (Blütennarben von *Crocus sativus* L.) auf mit Alaun gebeizter Wolle (2), Bixin (Hauptfarbstoff in den Samenschalen von Früchten des Roccobaumes *Bixa orellana* L.) auf mit Alaun gebeizter Wolle (3).

Bild 3: Färbungen einiger roter, historisch bedeutender Farbstoffe. Von links nach rechts: Krapp (Wurzeln der Färberröte *Rubia tinctorum* L.) auf mit Alaun gebeizter Wolle (1), Cochenille (Schildlausart *Dactylopius coccus*) auf mit Zinnsatz gebeizter Wolle (2), Kermes (Schildlausart *Kermococcus ilicia*) auf mit Alaun gebeizter Wolle (3), Persio oder Französischer Purpur (Orseille aus *Rocella*-Arten) auf mit Alaun gebeizter Wolle (4).

Bild 4: Antiker Purpur. Von links nach rechts: Purpurfärbung (aus der Purpurschnecke *Purpura patula* 1971 in Oaxaca, Me-

xiko, hergestellt) auf Wolle (1), Vergleichsfärbung mit synthetischem 6,6'-Dibromindigo auf Wolle (2).

Bild 5: Unterscheidung einiger roter Naturstoffe durch Dünnschichtchromatographie. Schichtmaterial: Mikropolyamid F 1700 (Schleicher & Schüll); Fließmittel: Methanol-Ameisensäure (95 + 5); Farbreaktion: Calciumchloridlösung. 1 Krapp (*Rubia tinctorum* L.), enthält die Hauptkomponenten Alizarin, Purpurin und Pseudopurpurin (von oben nach unten), 2 Kermes, 3 Cochenille.

Bild 6: Unterscheidung einiger gelber Naturfarbstoffe durch Dünnschichtchromatographie. Schichtmaterial: Mikropolyamid F 1700, Fließmittel: Chloroform-Methanol-Methyläthylketon-Ameisensäure (60 + 20 + 10 + 10); Farbreaktion: Eisen (III)-Chlorid-Lösung. 1 Wau, 2 Färbeginster, 3 Kreuzdornbeeren, 4 Gelbholz, 5 Fisetholz.

Bild 7: Infrarotspektren von Indigo (oben) und 6,6'-Dibromindigo (unten). (Im Infrarotspektrum eines Stoffes wird seine Durchlässigkeit für Infrarotstrahlen im gesamten IR-Wellenzahlbereich dargestellt.)

Bild 8: Figurierter Clavustreifen, 6./7. Jahrhundert, koptisch.

Bild 9: Koptischer Kelim, 8.–10. Jahrhundert, vor der Restaurierung.

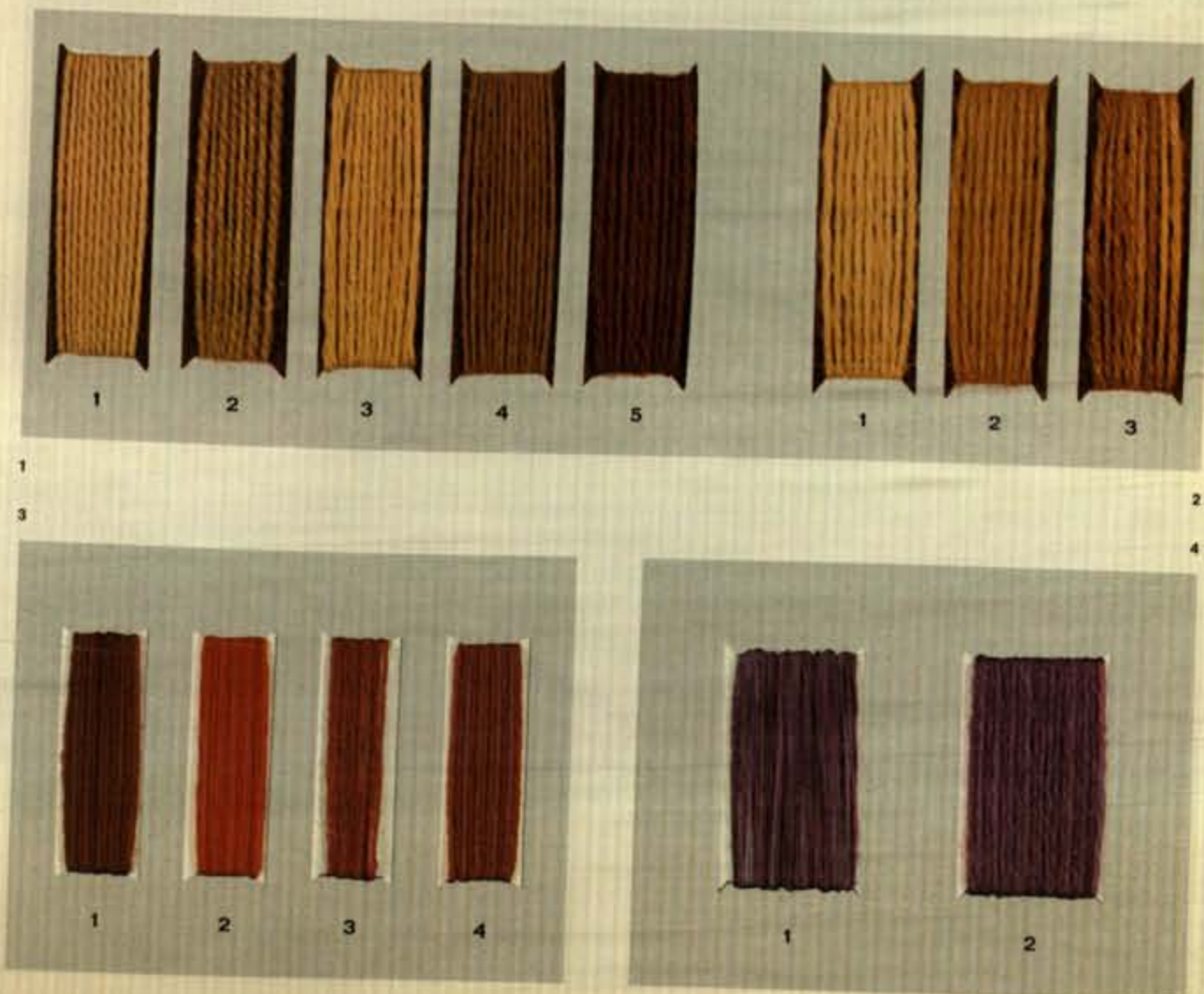
Bild 10: Koptisches Gewebefragment, 8.–10. Jahrhundert.

Bild 11: Koptisches Leichentuch, 5. Jahrhundert.

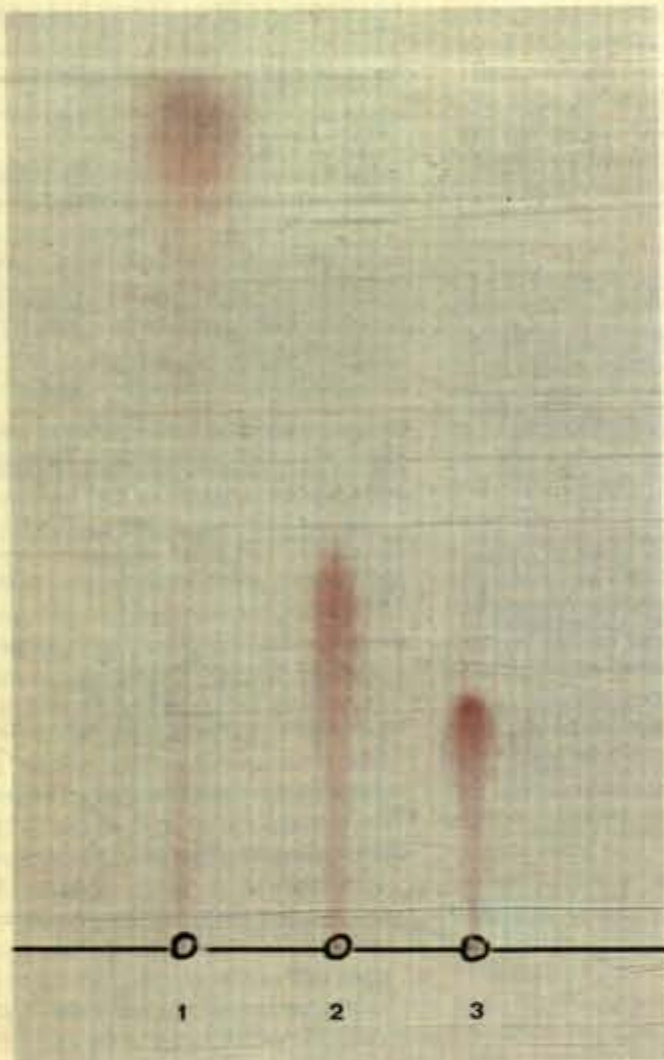
Bild 12: Medaillon aus einer koptischen Tunika, 6. Jahrhundert.

Bild 13: Medaillon aus einer koptischen Tunika, 5. Jahrhundert.

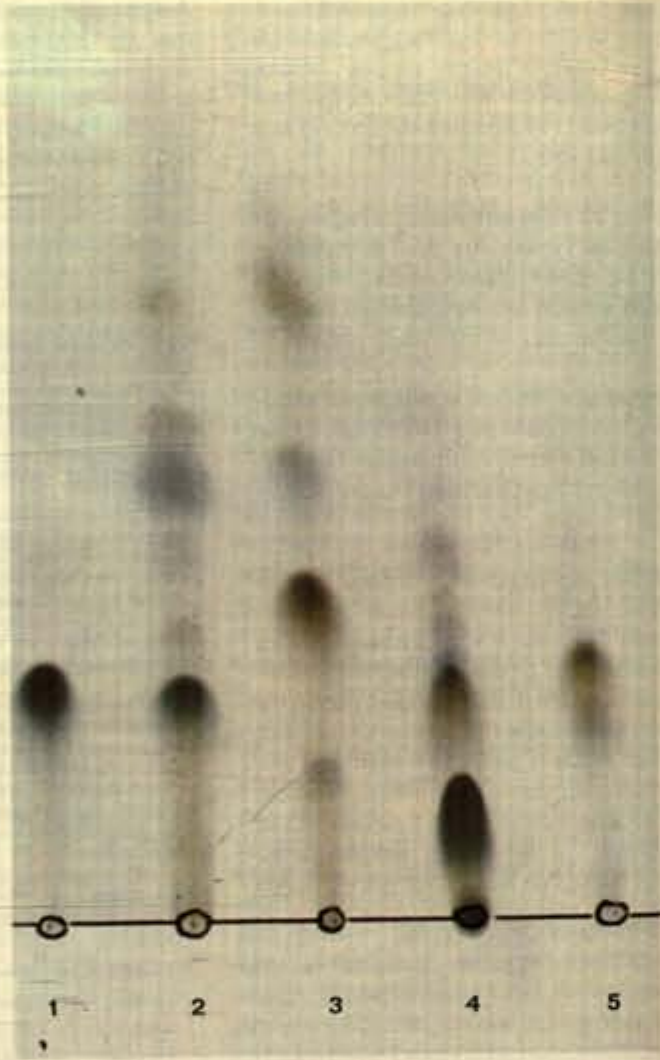
Bild 14: Gewebe, Italien, um 1500.



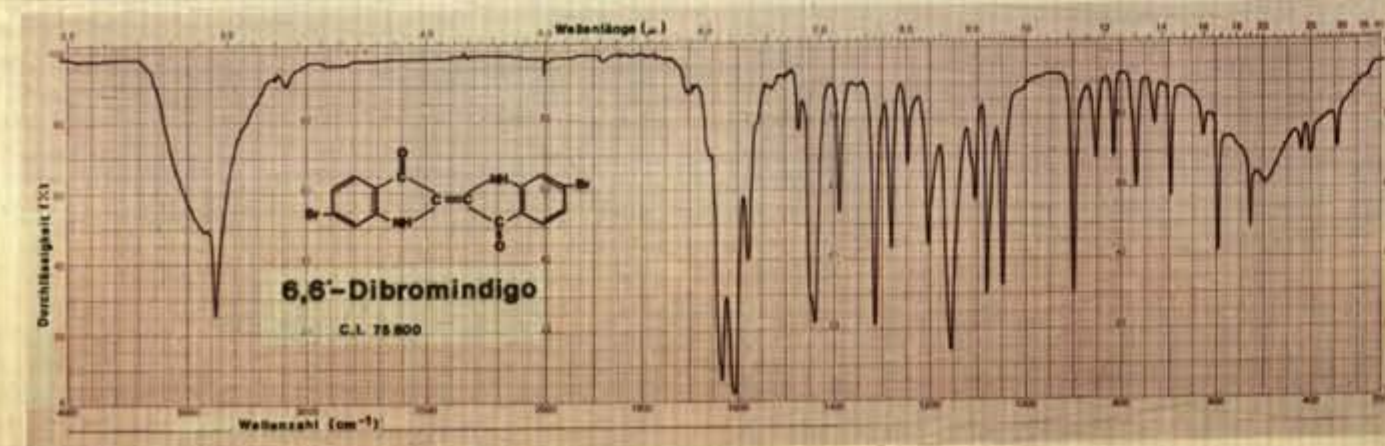
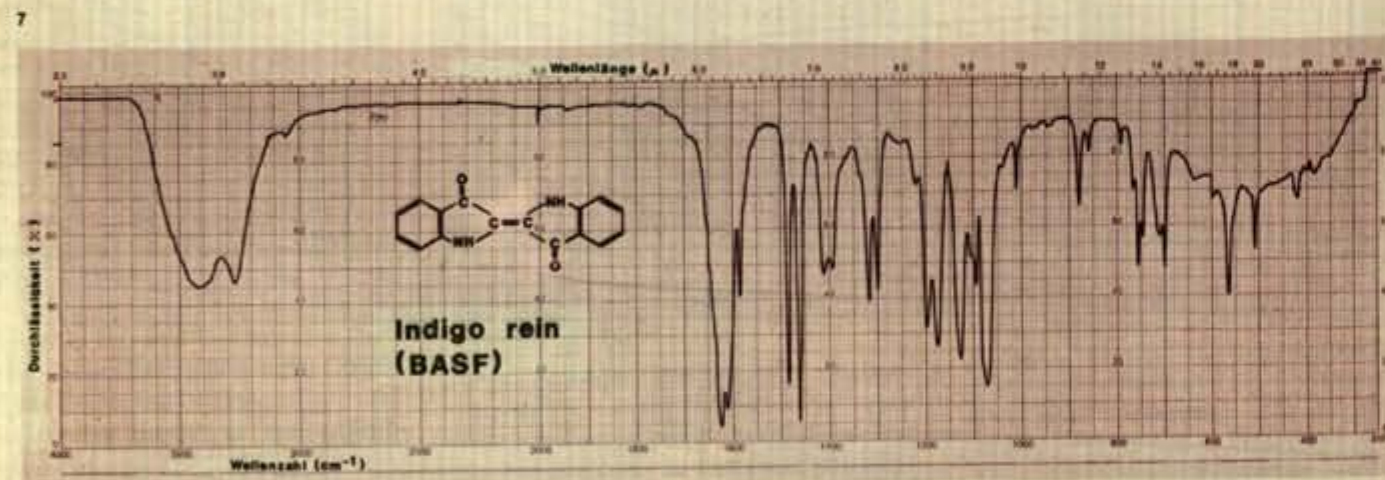




5



6



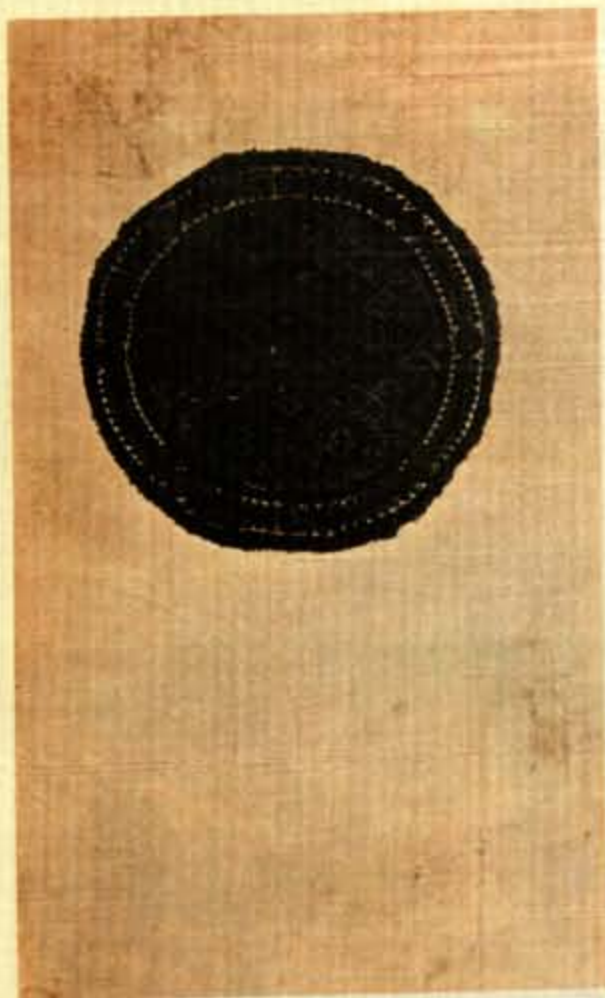
11



10







12



13



14

# JOURNAL JOURNAL JOURNAL Farbe+Design JOURNAL

## Fachwerk-Fassaden kommen wieder zu Ehren

Die FARBE 78 weist neue Wege für Altbaurenovierung und Denkmalspflege

Fachwerk war durch Jahrhunderte in Dörfern und ländlichen Gemeinden die typische Bauweise. Jede Landschaft entwickelte eigene Konstruktionen und Verzierungen des Balkenwerks, so daß der Kenner sofort weiß, wie und wo er eine Fachwerkfassade einzuordnen hat.

In den vergangenen Jahren sind erfreulicherweise in vielen Orten ausdrucksvolle alte Fassaden, die unter Putz und anderen Verkleidungen schon verschwunden waren, wieder freigelegt und renoviert worden. Die Wiederherstellung alter Fachwerkbauten, die auch im Rahmen der Altbaumodernisierung und der Städtisanierung finanziell gefördert wird, ist unter vielen Gesichtspunkten begrüßenswert. Einmal ist das malerische Bild von Fachwerk oder von ganzen Straßenzügen mit Fachwerkhäusern ein touristischer Anziehungspunkt, zum anderen geht es um die Erhaltung der Bausubstanz dieser Häuser, die nur durch fachmännische Restaurierung von Grund auf haltbar vor allen Witterungseinflüssen und Korrosionsschäden geschützt werden können.

Die Wiederherstellung erhaltenswerter Häuser und historischer Bauwerke bildet mit der Altbaurenovierung ein wichtiges Thema der Internationalen Ausstellung FARBE 78, die vom 23. bis 26. Februar auf dem Stuttgarter Killesberg zu sehen ist. Die FARBE 78 gibt einen umfassenden Überblick über die Werkstoffe, Arbeitstechniken, Geräte und Hilfsmittel, die heute dem Architekten und dem Maler- und Lackierbetrieb für die Altbaurenovierung und für die Restaurierung von Fachwerkhäusern zur Verfügung stehen. In der Aktionschau »Faszination Farbe« demonstriert das Maler- und Lackierhandwerk mit »lebenden Werkstätten« sein breites Leistungsangebot speziell auf dem Gebiet der Altbaurenovierung und der Denkmalspflege.

Besonders bei der Fachwerk-Renovierung kommt es auf die fachmännische Arbeit an, denn hier ist es nicht damit getan, den alten Putz abzuschlagen und die Balken neu zu streichen. Fachwerk hat seinen Namen von den »Fachen«, die zwischen den gekreuzten hölzernen Balken entstehen. Diese Balken müssen atmen können. Sind sie dicht

zugestrichen oder verkleidet, besteht die Gefahr, daß sie bei eindringender Nässe faulen. Hier sind fachlicher Rat und Hilfe nötig, um nicht am Ende durch falsche Behandlung den Schaden noch größer zu machen.

Bei der anstrichmäßigen Verschönerung des Fachwerkes ist nicht jeder Werkstoff für den Farbanstrich der Holzbalken geeignet. Die vielen schmucken Fachwerkhäuser, die man heute wieder in vielen Orten bewundern kann, zeigen, daß die Mühen und Kosten nicht vergeblich sind, und daß mit jedem Haus zugleich ein Stückchen Kultur bewahrt wird – zur Freude aller, die in diesen Häusern leben und die heute oder morgen daran vorübergehen.

## Neue Tapeten

Unter dem Titel »Neue Tapeten« wird bis 18. März 1978 im Haus der Industrieform in Essen, Steeler Straße 29, eine Ausstellung durchgeführt. Die deutsche Tapetenindustrie bringt alle zwei Jahre neue Kollektionen mit rd. 15 000 Blättern heraus. Eine unabhängige Jury hat für diese Ausstellung 108 Dessins und Farben ausgewählt. Die Tapeten werden nach Material und Dessins gegliedert gezeigt. Wohnbeispiele werden bewußt nur angedeutet. Die Ausstellung will keine »Rezepte«, sondern Anregung und Hilfe zur Auswahl geben. Die Ausstellung »Neue Tapeten« wird ergänzt durch ein Diaprogramm mit historischen Tapeten.

## Farbmeß-Lehrgang

Vom 17.–28. April 1978 wird der 18. Lehrgang »Praktische Farbmessung« in der Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin, Fachgruppe »Farbmetrik« durchgeführt. Er dient der Ausbildung von im Beruf stehenden Mitarbeitern farbgebender Industriezweige sowie Dozenten dieser Fachbereiche in den theoretischen Grundlagen der Farbmetrik und deren Anwendung in der Farbmeßtechnik. Den Teilnehmern wird die Möglichkeit geboten, sich während der praktischen Übungen in den mit modernen Geräten reichhaltig ausgestatteten Laboratorien der Fachgruppe mit den unterschiedlichen Verfahren der Farbmessung, der Meßwertverarbeitung und der Bewertung von Farbunterschieden vertraut zu machen. Für die Anmeldung ist eine schriftliche

Mitteilung bis spätestens zum 4. 3. 78 erforderlich. Die Teilnahmegebühr beträgt DM 960.–. Die Gebühr beinhaltet u. a. einen Kursusdruck mit vielen Abbildungen des vorgetragenen Lehrstoffes.

## Sommer-Seminar in Dänemark

Im Rahmen der Sommer-Seminare des dänischen Instituts Det Danske Selskab findet vom 16.–29. Juli 1978 ein Seminar: »Applied Art and Industrial Design in Scandinavia« statt. Das Seminar wird in enger Zusammenarbeit mit den Design-Organisationen Dänemarks, Finnlands, Schwedens und Norwegens veranstaltet und wird traditionelle und neue Konzepte im Industrial Design der 4 beteiligten Länder behandeln. Besuche in Design-Werkstätten, Ausstellungen, Fabriken sowie Treffen mit Designern und Kunsthandwerkern in Helsinki, Stockholm, Oslo und Kopenhagen sind vorgesehen. Die Sommer-Seminare werden in englischer Sprache durchgeführt. Teilnahmegebühr 4 000 Dkr. Anmeldung, Informationen etc.: Det Danske Selskab, 2 Kulturvet, DK-1175 Copenhagen K.

## Bessere Aufstiegschancen im Berufsfeld Farbe

Am 1. August beginnt eine neue 2jährige Ausbildung zum »Staatlich geprüften Technischen Fachwirt – Fachrichtung Farbe« an der »Akademie für handwerkliche Berufe« an der Gewerblichen Berufs- und Fachschule für Farbe und Gestaltung, Leobener Straße 97, 7000 Stuttgart 30, Feuerbach. Sie ist die einzige Fachschule im Bundesgebiet, die neben der Vorbereitung zur Meisterprüfung und der Fachschulreifeprüfung auch eine weiterführende kaufmännische Ausbildung in einem zusammenhängenden Bildungsgang ermöglicht. Mit dieser Struktur der Ausbildung wird versucht, den Anforderungen gerecht zu werden, die Handwerk und Industrie an junge Führungskräfte stellen.

Art und Dauer der Ausbildung  
Die Ausbildung dauert 4 Halbjahre mit 36 Unterrichtsstunden pro Woche.

Abschlußprüfungen

1. Meisterprüfung in einem Beruf des Berufsfeldes Farbe.
2. Staatliche Abschlußprüfung.



Nach bestandener Prüfung ist der Absolvent zur Führung folgender Berufsbezeichnung berechtigt: »Staatlich geprüfter Technischer Fachwirt – Fachrichtung Farbe«. Im Rahmen dieser Ausbildung wird die Fachschulreife erworben.

**Zukünftiger Tätigkeitsbereich.**  
Die Absolventen finden nach bestandenen Prüfungen ihre spätere Tätigkeit in leitenden Positionen im Maler- und Lackiererhandwerk, im Kfz-Lackiererhandwerk, im Schilder- und Lichtreklameherstellerhandwerk, im Siebdruckerhandwerk, im Korrosions- und Bautenschutz, im Messe- und Ausstellungswesen, bei Malereinkaufsgenossenschaften, als Technischer Lehrer an beruflichen Schulen.

**Aufnahmebedingungen.**

1. Eine abgeschlossene Lehre in einem Beruf des Berufsfeldes Farbe.
2. Eine mindestens 2jährige praktische Tätigkeit im Ausbildungsberuf.

**Ausbildungsförderung.**

Die »Akademie für handwerkliche Berufe« ist in der Liste der förderungswürdigen Fortbildungsmaßnahmen eingetragen. Für die Ausbildung können Anträge auf Gewährung von Beihilfen und Stipendien gestellt werden:

1. Beihilfe zur Förderung der beruflichen Fortbildung bei der Bundesanstalt für Arbeit über das zuständige Arbeitsamt.
2. Fortbildungshilfe gewähren die zuständigen Landesversicherungsanstalten, wenn gesundheitliche Gründe vorliegen.
3. Förderung nach dem Bafög über die Landratsämter oder die entsprechenden städtischen Ämter.
4. Förderung durch die Bundeswehr.
5. Förderung durch die Stiftung für Begabtenförderung über die jeweiligen Handwerkskammern.

Als Fachschule für das Berufsfeld Farbe führen wir zwei weitere, bereits bestehende Ausbildungsgänge:

1. Fachschule für Farbe-Gestaltung-Werbung.  
Zweijähriger Ausbildungsgang zum »Staatlich geprüften Techniker für Farbe-Gestaltung-Werbung« mit integrierter Fachschulreife und Vorbereitung auf die Meisterprüfung oder auf die Fachhochschulreifeprüfung.

Der Schwerpunkt dieser Ausbildung liegt im handwerklich-gestalterischen Bereich. Die Absolventen finden ihre

berufliche Tätigkeit vor allem in der Bau- und Raumgestaltung, im Design, als Werbetechniker und Messegestalter, als Restauratoren und Vergolder.

2.

Technikerschule für Farbe-Lack-Kunststoff.  
Zweijähriger Ausbildungsgang zum »Staatlich geprüften Techniker für Farbe-Lack-Kunststoff« mit integrierter Fachschulreife und Fachhochschulreife.

Die Absolventen sind begehrte mittlere Führungskräfte in den Entwicklungslaboratorien, in der Produktion, in der Beratung und im Vertrieb der Farben- und Lackindustrie, der Kunststoffindustrie, der Grundstoffindustrie und in anderen anwendungs- und verfahrenstechnischen industriellen Bereichen.

**Auskunft und Anmeldung:**

Gewerbliche Berufs-, Berufsfach- und Fachschule für Farbe und Gestaltung  
Leobener Straße 97, 7 Stuttgart 30  
Telefon 0711-851242.

### Licht als Museums-Thema

Seine in ihrer Art einzigartige Sammlung »Deutsche Beleuchtung und Feuererzeugung« will das Städtische Museum Schweinfurt demnächst der Öffentlichkeit zugänglich machen und damit die an die Übernahme geknüpfte Auflage erfüllen. Die Sammlung war der Stadt Schweinfurt 1958 durch den Grafen Luxburg, einen ehemaligen Legationsrat, als Geschenk vermacht worden. Zur Zeit werden die etwa 2000 Einzelobjekte restauriert und konserviert. Die Museumsleitung visiert eine Präsentationsform an, die verdeutlichen soll, welche spezielle Rolle die Bezähmung des Lichtes im Laufe der Jahrhunderte für den menschlichen Fortschritt spielte. Eine Absicht, die sich mit der Luxburg-Kollektion überzeugend realisieren läßt.

### Design für die Kieler Woche

Ein weißes Segel-Dreieck mit den Farben des Regenbogens wird für die Kieler Woche 1978 werben. Der Kieler Magistrat schloß sich den Empfehlungen des Gutachterbeirats an und entschied sich für den Entwurf des Grafik Designers Georges Lacroix (32) aus Paris, dessen Arbeit in der »Originalität der Gestaltung einen Schritt nach vorn bedeutet und dem Dreieck, das ohnehin schon Zeichenqualität für die Kieler Woche besitzt, eine neue Dimension und Qualität gibt«.

### Gute Gestaltung in der Lichtwerbung

Gute Gestaltung in der Lichtwerbung war das Thema, unter dem eine weitere Schulungsveranstaltung des Fachverbandes Lichtwerbung (Heidelberg) vor kurzem in Frankfurt stand.

Referenten des Seminars waren Gottfried Pröb (Leonberg) und der bekannte Designer Prof. Kurt Weidemann (Stuttgart), der eindringlich für ein besseres Schriftbewußtsein nicht nur in der Lichtwerbung plädierte.

G. Pröb stellte unter Heranziehung praktischer Beispiele die Zusammenhänge zwischen Lichtwerbung und Architektur sowie zwischen Straße und Platz heraus und erläuterte die Visualisierungskriterien. Leider – und das zeigte die Diskussion – scheitern jedoch oftmals die Versuche der Verwirklichung guter Entwürfe in der Praxis daran, daß entweder die vorgegebenen Wünsche einzelner Werbungtreibender entgegenstehen oder aber daß bei den Behörden die Umsetzung derartiger Visualisierungskriterien in die Praxis nicht nachvollzogen wird. Insbesondere Prof. Weidemann bedauerte, daß oftmals die einfachsten Grundsätze der Informationstheorie bei der Festschreibung von Gestaltungsabsichten durch Städte und Gemeinden mißachtet würden.

Der Verband setzt die Schulungsveranstaltungen fort.

### Krebs durch Neon-Licht?

Die unter dieser Überschrift in der »Berliner Zeitung« erschienene Meldung gibt uns Veranlassung, auf folgendes hinzuweisen:

1. Inhalt und Aufmachung dieser Pressemeldung sind geeignet die Leser zu verwirren und bei ihnen Irrtümer hervorzurufen. Richtigzustellen ist zunächst, daß sich diese Meldungen auf die Innenbeleuchtung beziehen sollen und nicht auf die Werbe- und Straßenbeleuchtung. Ferner sind Leuchtstofflampen gemeint und nicht die in der Außenwerbung verwendeten Hochspannungsleuchtröhren.
2. Inhaltlich sind diese Berichte inzwischen von sachverständiger Seite zurückgewiesen worden. Die Pressestelle der Fördergemeinschaft Gutes Licht, Frankfurt, veröffentlichte am 17. 11. 1977 folgende Meldung:

~(rtw) Auf einer Tagung des Berufsverbandes der Augenärzte Deutschlands in Wiesbaden haben die Professoren Dr.-Ing. Jürgen Krochmann (Vorsitzender der Lichttechnischen Gesellschaft) und Dr.-Ing. Hans-Jürgen Hentschel (Obmann des Arbeitsausschusses »Künstliche Beleuchtung von Innenräumen« im Deutschen Normenausschuß)

die Behauptung zurückgewiesen, daß von Leuchtstofflampen gesundheitsschädliche Wirkungen ausgehen.

Die Wissenschaftler berufen sich bei ihrer Aussage auf die Ergebnisse einer Versuchsreihe, bei der Testpersonen bis zu 14 Tagen in einem Raum gelebt haben, der ausschließlich mit Leuchtstofflampen beleuchtet wurde. Bei einer Beleuchtungsstärke von 3500 Lux seien deutliche Veränderungen im Hormonspiegel registriert worden, die zu Streß führen könnten. Dagegen ergaben Versuche unter praxisgerechten Bedingungen keine Abweichungen des Hormonspiegels unter künstlicher Beleuchtung von Normalwert bei Tageslicht.

In einer Diskussion mit Augenärzten wies Prof. Krochmann darauf hin, daß es sich dabei um eine absolut wirklichkeitsfremde Untersuchung handele. Die um mehr als das Vierfache des normalen überhöhte Beleuchtungsstärke sei offensichtlich gewählt worden, um überhaupt ein meßbares Ergebnis zu erhalten. Auch die Tatsache, daß Lampen mit einer Farbwiedergabe verwendet wurden, die ihren Einsatz lediglich bei der Außenbeleuchtung rechtfertige, habe zur »bewußten Schaffung einer Streßsituation geführt, wie sie in der Praxis nicht vorkommt«. Nach Ansicht von Prof. Krochmann wurden bei der Versuchsreihe elementare Erkenntnisse der Lichttechnik nicht beachtet.

Als verantwortungslos bezeichnete es Prof. Hentschel in diesem Zusammenhang sogar von einer krebserregenden Wirkung des sog. weißen Neonlichts zu sprechen. Die Behauptung der Augenmediziner seien geeignet, die Öffentlichkeit grundlos zu verunsichern und die Bemühungen der Bundesregierung zu gefährden, die dabei ist, durch die Arbeitsstättenverordnung und die Richtlinien für die Beleuchtung von Arbeitsstätten die Voraussetzungen für bessere Beleuchtung am Arbeitsplatz zu schaffen.

### Neue Normen

- DIN 53159, Bestimmung des Kreidungsgrades von Anstrichen und ähnlichen Beschichtungen nach Kempf.  
DIN 5031, Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik;  
Teil 1: Größen, Formelzeichen und Einheiten der Strahlungsphysik.  
Teil 2: Strahlungsbewertung durch Empfänger.  
Teil 3: Größen, Formelzeichen und Einheiten der Lichttechnik.  
DIN 6163, Farben und Farbgrenzen für Signallichter;  
Teil 2: Ortsfeste Signallichter an See- und Binnenschiffahrtsstraßen.  
Teil 3: Signallichter an Straßenfahrzeugen und Straßenbahnen.  
Teil 4: Signallichter der Eisenbahn.  
Teil 6: Signallichter an Wasserfahrzeugen.  
ISO/DIS 787/1, Allgemeine Prüfverfahren für Pigmente; Farbvergleich.

### Normentwürfe

- DIN 6174 (Aug. 77), Farbmetrische Bestimmung von Farbabständen von Körperfarben nach der CIELAB-Formel. (Dieser Normentwurf ist auf Seite 49 und 50 in F+D 777 abgedruckt).  
DIN 5033 Teil 1, Farbmessung; Grundbegriffe der Farbmetrik;  
Der Normentwurf stellt die vorgesehene Neufassung der Norm DIN 5033 Teil 1 vom Juli 1970 dar. Der Inhalt dieser Norm ist – auch aufgrund neuer Arbeits-

ergebnisse der CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) – vollständig überarbeitet worden.  
Folgende Begriffe werden definiert bzw. erläutert: Farbe, Farbreiz, Beobachter, Normalbeobachter, Farbvalenz, Farbmaßzahl, Farbwert, Farbmessung, Lichtart, Farbart, Lichtfarbe, Körperfarbe, Farbtemperatur (und verwandte Temperaturbegriffe), Farbstimmung, Farbumstimmung, bunt, unbunt, Farbton, Buntton, Sättigung, Buntheit, Helligkeit, Optimalfarbe, Farbabstand.  
Niederlande: NEN-ISO 3710 Chromgrün-Pigmente für Anstrichfarben (1. Ausgabe 1977).  
NEN-ISO 3711 Bleichromat- und Bleichromat/molybdat-Pigmente für Anstrichfarben (1. Ausgabe 1977).  
NEN 3011 Sicherheitsfarben und -zeichen (3. Ausgabe 1977). KR./E.F.

### »Naturlangweile« – eine negative Folge des Farbfernsehens

Wie wirken die natürlichen Farben in der Natur, besonders die der Blüten und Blätter, der Pflanzen und Bäume, auf Menschen, die fast täglich Farbfernsehen anschauen? Auf diese Frage antworten amerikanische Mediziner nach einer dreimonatigen Untersuchung von Farbfernsehzuschauern, die ein solches Gerät mindestens zwei Jahre besitzen, daß eine »Naturlangweile« sich durch das Farbfernsehen einstellt. Die meist zu kräftigen Farben des Fernsehens stehen zwar der Natur nicht die »Show«, doch schwächten sie den »Farbwirkungssinn« bei vielen Menschen so, daß ihnen grüne Bäume zu fahl, saftiggrüne Blätter ausbleichen und viele bunte Blumen »recht traurig« vorkämen.

I-Punkt Farbe

G.S./JD

### Indigo 77

Die vierte internationale »Indigo 77« in Lille, eine Messe für Entwürfe, im September 1977, war außergewöhnlich gut besucht. Es kamen Tapetenfachleute und Prominente aus der ganzen Welt, um sich auf der größten Design-Messe dieser Art inspirieren zu lassen und um neue Entwürfe zu kaufen. Insgesamt stellten 171 Design-Studios in Lille aus. Darunter auch die bekanntesten Ateliers aus Frankreich und der BRD: Creations Adams, W. Herrmann, Desmond Lewis, Raabe + Vogel, Atelier Sachs, C. Valentin, um nur einige zu nennen. Auch Japan war mit einem Stand vertreten.

### Fast-Blinde sehen wieder

Britische und sowjetische Wissenschaftler versuchen zu beweisen, daß sich Auge und Ohr mit Informationen gegenseitig aushelfen können. Ein fast Blinder müßte nach dieser Theorie bei anregenden Geräuschen besser sehen und ein fast Tauber bei bestimmter Beleuchtung besser hören können.

Endziel der Experimente ist die Entwicklung einer Geräusch- und einer Lichtquelle, die je nach Bedarf Auge und Ohr die verlorene Sensibilität wiedergeben.

### Sylitol-Farntonblock

Der neue Farntonblock für Sylitol-Silikatfarbe enthält Farbtöne, die sich insbesondere für den Einsatz denkmalgeschützter Gebäude eignen, d.h. die Kriterien der Farbtonauswahl liegen anders als bei Innen- und Außendispersionsfarben. Alle im Sylitol-Farntonblock gezeigten Farbtöne sind lichtbeständig.

Das erste Blatt nach dem Textblatt zeigt die vier Standardtöne Weiß, Altweiß, Hellgrau und Elfenbein. Ein zweites Übersichtsblatt enthält die Sylitol-Volltonfarben Gelb, Ocker, Oxidrot, Kobaltblau, Grün, Umbra und Schwarz. Es folgen 28 Farbtonreihen mit jeweils fünf Farbtönen, die systematisch aufgebaut sind.

### Farbbestimmungen und Farbanwendungen an historischen Gebäuden

In Zusammenarbeit mit erfahrenen Kunsthistorikern und Restauratoren haben Keim-Farbexperten diesen bedeutenden Fund ausgewertet. Die in vergangenen Jahrhunderten übliche Kalktechnik war Grundlage für die Pigmentierung der neuen Farbtöne »Keimhistorisch«.

Die anwendungstechnischen Lohwald-Labors haben die schwierige Aufgabe gelöst, die unter heutigen Umweltbedingungen nicht mehr beständigen Kalkfarben in die absolut wetterbeständige Keim-Purkristallat-Technik zu übertragen. Damit wurde eine authentische Rekonstruktion historischer Farbtöne in einer modernen Technik möglich.

### 500 Farbtöne

500 Farbrezepturen lassen sich auf einen Blick durch einfache Handhabung mit der übersichtlichen Farbtönenskala (gesetzlich geschützt) bestimmen.

Weitere Informationen: Industriewerke Lohwald, Postfach 1, 8901 Neusäß 1.

### Alte Originalpigmente entdeckt

Weit über 200 originale Pigmentkonzentrate aus der Zeit vor der Jahrhundertwende waren die sensationelle Entdeckung in einer alten, aufgelassenen Farbenmühle. Damit ist uns der originale Farbkasten eines Malers aus dem vergangenen Jahrhundert in die Hand gegeben – ohne die vielen erst später entwickelten organischen Pigmente der Farbchemie. Dies bedeutet den authentischen Nachweis für die früher verwendeten Pigmente aus den historischen, rein anorganischen Naturvorkommen.

Farbe + Design – Ihr Ratgeber.

Wir helfen Ihnen bei den vielfältigen Problemen im Umgang und in der Gestaltung mit Farbe.



Die neue Ausgabe des begehrten Schrifttypenposters von Letraset ist die wohl populärste, meistverbreitete Schriftmusterinformation eines Satzableiters in der BRD. Es zeigt mit 374 Instant-Lettering- und Letragraphica-Schriften das gesamte Letraset-Angebot auf einen Blick. Seit Oktober 1976 fanden 11.000 Exemplare des vorhergehenden Plakats ihren Weg zum Letraset-Anwender. Das dekorative Poster kann vom Fachhandel oder direkt von der Deutschen Letraset GmbH in Frankfurt am Main bezogen werden.

Farbe + Design - Ihr Ratgeber.  
Wir beraten über alle Probleme der Farbe + des Designs.

## Das Farbenjahr

*Die Farbe schmückt des Jahres Lauf,  
Sie kündigt seinen Sinn:  
Und wer die Augen offen trägt  
Hat herrlichen Gewinn!*

*Im Lenze aus dem dürrn Laub  
Steigt Himmelschlüsselein:  
Es kündigt mit dem lichten Gelb  
Sein junges Lustigsein.*

*Und freundlich spiegelt Himmelsblau  
Vergißmeinnicht zurück,  
Erzeugt zum zarten Gelb zugleich  
Ein mildes Gegenstück.*

*Erstrahlt alsbald der Wiesengrund,  
Der Wald im Maiengrün,  
Vereint sich rasch der Gegensatz  
Vom jungen Frühlingsblühn.*

*Das Rot, der Farben höchste Pracht,  
Erschafft der Sommer dann  
Und setzt dem Grün die Gegenkraft  
Aufs Neu lebendig an. -*

*Sobald die Blüte niedersinkt,  
Auch Grün ist überlebt;  
Der Hexenmeister Herbst tritt an,  
Der neu die Farben hebt.*

Das Farbenjahr-Gedicht ist von Professor Dr. Rupprecht Matthäel, Erlangen, und wurde Herrn Dr. Dr. Würth zu seinem siebzigsten Geburtstage gewidmet.

*Er wandelt aus dem Einerlei  
Ein leuchtend buntes Kleid. -  
Fällt braun das Laub zur Erde, dann  
Scheint Sterben an der Zeit.*

*Doch wenn der Schnee die Fluren deckt  
Mit seinem reinen Weiß,  
Eröffnet uns die Sonne erst  
Den schönsten Farbenkreis.*

*Nun tritt die Farbe selbst hervor,  
Erstarkt, wirkt Gegenkraft  
Und offenbart die Urgewalt,  
Die alles Leben schafft.*

*Der Wintersonne gelbes Licht  
Malt Schatten veilchengleich,  
Und senkt die Sonne golden sich,  
Wächst blau ein Märchenreich.*

*Wenn in der Sonne letztem Strahl  
Die Abendwolken ziehn,  
Die Schatten weiten sich ins Land  
Und Purpur-wirkt das Grün. -*

*Die Farbe ist herangereift  
Nun zu den Müttern gar,  
Aus ihrem ew'gen Weben steigt  
Ein neues Farbenjahr! -*

### Bevor Sie sich verschätzen:

# Messen Sie Ihre künftigen Gewinne aus einer Lebensversicherung an den Leistungen von heute.



Eine Lebensversicherung bietet Ihnen heute nicht nur Sicherheit, sondern auch Gewinnbeteiligung. Aber niemand kann Ihnen garantieren, wieviel Gewinnbeteiligung Sie bis zum Jahr 2000 erhalten werden. Deshalb nutzen Ihnen Prognosen nichts. Orientieren Sie sich an den Leistungen von heute. Da hat die Allianz viel zu bieten.

**Wie die Allianz ihr Geld vermehrt.** Die Allianz ist die größte Lebensversicherung auf dem Kontinent und so erfolgreich, daß sie stetig ansehnliche Gewinne für Sie erwirtschaftet. Die erfahrenen Anlage-Fachleute der Allianz legen ihr Geld nur da an, wo es mit Sicherheit was bringt. In Grundbesitz, Industrie und beim Staat. Bei sorgfältig ausgewählten Objekten, die möglichst hohe, sichere Gewinne bringen.

**Warum Ihr Gewinn bei Allianz so groß ist.** Ca. 97% dieser Gewinne wandern nicht etwa in die Tasche der Allianz, sondern werden Ihrem Konto gutgeschrieben und sind Ihre Gewinnbeteiligung. Wie hoch diese Gewinnbeteiligung sein kann, zeigt das nebenstehende Beispiel für tatsächlich erbrachte Leistungen. Die zukünftige Höhe der Gewinnbeteiligung hängt natürlich von der wirtschaftlichen Entwicklung ab und kann daher niedriger, aber auch höher sein.

**Aber Hauptsache: Lebensversicherung.** Denn das bedeutet, sicheren finanziellen Schutz für Ihre Angehörigen vom ersten Beitrag an! Und Verbesserung Ihrer eigenen Altersversorgung.

**Sprechen Sie doch mal mit einem Allianz Fachmann.** Einer wohnt immer in Ihrer Nachbarschaft.

### Wie man aus 47.750 DM 102.022 DM gemacht hat:

Abschluß einer Allianz Lebensversicherung mit Kapitalzahlung im Todes- und Erlebensfall (Tarifbezeichnung II ZL) am 1. Januar 1953 über 50.000 DM. Laufzeit 25 Jahre. Eintrittsalter 35 Jahre. Jahresbeitrag 1.910 DM (monatlich ca. 167 DM). Und so sieht die Erfolgsrechnung dieser Allianz Lebensversicherung bei Ablauf am 1. Januar 1978 aus:

<b>Gesamtbeiträge</b>	<b>DM 47.750</b>
<b>Leistung der Allianz:</b>	
<b>Versicherungssumme</b>	<b>DM 50.000</b>
zuzüglich	
<b>Gewinnbeteiligung</b>	<b>+ DM 52.022</b>
<b>Steuerfreie Auszahlung</b>	<b>DM 102.022</b>

Dem Aufwand von 47.750 DM steht also eine steuerfreie Auszahlung von 102.022 DM gegenüber. Das ist mehr als das Doppelte und bedeutet eine Verzinsung der eingezahlten Beiträge von 5,4% - zusätzlich zu dem finanziellen Schutz, der für die eigene Familie vom ersten Beitrag an bestand. Wäre eine andere Anlageform gewählt worden, deren Zinserträge steuerpflichtig sind, dann hätte bei einem Steuersatz von 30% eine Verzinsung von mindestens 7,8% erzielt werden müssen. Sind außerdem die Beiträge als halbabzugsfähige Sonderausgaben geltend gemacht worden, hätte die Verzinsung bei der anderen Anlageform sogar mindestens 9,3% betragen müssen. Natürlich hängt das Ergebnis im Einzelfall von Eintrittsalter, Laufzeit, Höhe der Versicherungssumme und Steuerersparnis ab. Aber immer wird eine Allianz Lebensversicherung mit Gewinnbeteiligung ein erstklassiges Geschäft für Sie sein.

Eine Allianz Lebensversicherung:  
Mehr als nur Sicherheit -  
mit Sicherheit mehr Geld.

**Allianz**

# Die internationale freie Hochschule für Farbe und Umwelt des IACC

Ein Bericht über die Entwicklung der Salzburger Farbseminare

1958 trafen sich in Holland die führenden Fachleute auf dem Gebiet theoretischer und angewandter Farbwissenschaften.

Cirka 50 Architekten, Farbenpsychologen, Designer, Kunsterzieher und Wissenschaftler aus 12 Ländern gründeten damals eine Vereinigung mit dem Titel

**International Association of Colour Consultants - IACC.**

Die Vereinigung wählte den Leiter des Instituts für Farbenpsychologie - Marquartstein - Deutschland, Herrn Dr. Heinrich Frieling, zu ihrem Präsidenten und beauftragte ihn, eine freie interdisziplinäre Studienstätte für angewandte Farbwissenschaften zusammen mit gleichgesinnten Kollegen aufzubauen.

Dies war der Beginn der unter dem Begriff „Salzburger Farbseminare“ mittlerweile international anerkannten Ausbildungsarbeit für Farbgestalter IACC.

Das nunmehr 20jährige Bestehen und die interessanten Pläne und Neuentwicklungen dieser beispiellosen freitragenden interdisziplinären Kulturarbeit für die Farbe, gibt F + D den willkommenen Anlaß, zu einem längeren Bericht.

### Der freie interdisziplinäre Charakter

„Ausbildungsziel ist die Vermittlung fundierter und ganzheitlicher Kenntnisse aus dem Bereich der Farbwissenschaften, wie Farbphysik, Farbenpsychologie, Farbenphysiologie, Farbsymbolik, Farbästhetik und Farbsystematik als Grundlage für eine anthropologisch wissende, humanverantwortliche Gestaltungspraxis mit Farbe in allen Bereichen der Umwelt.“

Das Prinzip, der inzwischen als „Salzburger Farbseminare“ bekannt gewordene Studienform für angewandte Farbwissenschaften, ist nicht etwa, einen für die bestehenden wirtschaftlichsozialen Strukturen angepaßten Spezialisten zu schaffen, sondern aus den an der Farbe Interessierten, kreative, gestaltende Kräfte zu mobilisieren, die für den Aufbau einer Gesellschaft notwendig sind. Bisher haben weder Architekten noch Designer oder Künstler an den Hochschulen eine ähnlich fundierte interdisziplinäre Befähigungsentwicklung genießen können. Die auf ein Spezialistentum ausgerichtete Struktur unserer Bildungsstätten verhinderte bisher eine solche Ausbildung deren Notwendigkeit ja gerade im Wesen der Farbe selbst gegeben ist.“

Diese hier von Dr. Frieling zitierten Sätze kennzeichnen programmatisch die bisher geleistete Arbeit der Salzburger IACC-Seminare und des zukünftigen vertieften und erweiterten Studienprogrammes der 1977 gegründeten Internationalen freien Hochschule für Farbe und Umwelt.

### Unterschiedliche Professionen trafen sich zur Arbeit an der Farbe

Der interdisziplinäre Gedanke der Salzburger Farbseminare war bereits durch die Zusammensetzung des Gründungskollegiums und ihren unterschiedlichen Professionen gegeben: **Liselotte Browers v. Crailsheim**, München, freie Malerin und Kunstpädagogin; **Dr. H. Frieling**, Biologe, Physiologe und Farbenpsychologe; **Prof. Robert Gutmann**, Berlin, London, Architekt und Designer; **Perry Marthin**, Schweden, Farbdesigner und Milieugestalter; **Jos de Mey**, Genf, Belgien, freier Maler und Dozent für systematisches Gestalten.

Doch nicht nur die Dozenten bildeten somit die Grundlage für eine fächerübergreifende Arbeit mit der Farbe, auch die Zusammensetzung der Studenten stellte sich als dafür ausschlaggebend heraus: Die Salzburger Farbseminare richteten sich - ohne besondere Aufnahmebedingungen, und das ist bis heute so geblieben - an Maler, Architekten, Designer, Grafiker, Kunsterzieher, Psychologen, Lichttechniker und Werbefachleute. Allein also, daß immer wieder unterschiedliche Erfahrungen und Berufsinteressen an der Farbe aufeinandertreffen, erfährt das einzelne Seminar immer eine eigene Belebung.





**Else Liselotte Browsers v. Crailsheim** lebt in München als freischaffende Malerin und Kunstpädagogin, Dozentin an der Fachhochschule für Sozialarbeit, München.  
Ausstellungen:  
Verschiedene Einzelausstellungen in der Bundesrepublik und Berlin.  
Beteiligung an Ausstellungen im Haus der Kunst, München, und Frühjahrsalon Augsburg.  
Publikationen:  
Zahlreiche Bücher über therapeutisch-kreative Modelle für künstlerisches Gestalten und Kommunikation.  
An der Internationalen freien Hochschule für Farbe und Umwelt Dozentin für den Fachbereich: Künstlerisch-kommunikative Erfahrungen.



**Dr. phil. nat. Heinrich Frieling**, Gründer und Leiter des Instituts für Farbpsychologie in Marquartstein. Autor zahlreicher Bücher naturwissenschaftlichen und philosophischen Inhaltes sowie Fachbücher über Farbpsychologie und Farbanwendung. Präsident der IACC.  
Er gestaltete verschiedene Fabriken, Krankenhäuser, Schulen, Verwaltungen und Kulturbauten. Als Maler stellte er in verschiedenen Städten seine Ölbilder und Aquarelle aus.  
An der Internationalen freien Hochschule für Farbe und Umwelt: Leiter der Ausbildung.  
Dozent für den Fachbereich: Farbpsychologie, Farbenphysiologie, Lichtlehre und Informationsästhetik.



**Prof. Robert Gutmann**, FSIA, ständiger Fachberater aus internationaler Sicht für den Bereich Innenraumgestaltung, Industrial Design und Ausstellungsgestaltung. Studium Architektur und Design – London/Stuttgart. Lehrtätigkeit an der Technischen Hochschule Wien, Gastseminare, Gestaltungslehre für Architekten.  
Juristätigkeit: für MUBA, Hannover-Messe, Council of Industrial Design, London. Tätig im Rat für Formgebung, Darmstadt. Sachverständiger für Designrecht.  
An der Internationalen freien Hochschule für Farbe und Umwelt Dozent für den Fachbereich: Architektur und Design, professionelle Projektierung und Darstellung.



**Perry Marthin**, Architekt, Farbgestalter, Milieugestalter, Vizepräsident der IACC, lebt in Södertälje, Schweden. Farbgestaltung unter anderem für Unifit Nations, Columbia-University, SKF und LAMCO. Langjähriger Dozent der Salzburger Farbseminare, Schöpfer des ICD-Farbsystems.  
Für die Internationale freie Hochschule für Farbe und Umwelt des IACC Ausbildungsleiter im englischsprachigen Raum derzeit in Kopenhagen, Bygge-Zentrum.

GESAMT  
HOCHSCHUL  
BIBLIOTHEK  
WUPPERTAL

## Die Prüfung zur Erlangung der Diplomierung IACC

In den Studienunterlagen wird den Interessenten folgende Kurzinformation gegeben:

„Die Kurse sind seminarisch aufgezo-gen, Vorlesungen und praktische Übungen wechseln ab. Sie finden im Jahr zweimal zu je 14 Tagen in Salzburg statt. Nach zweijährigem Kursbesuch (vier Seminare) besteht die Möglichkeit, anläßlich eines fünften (Frühjahrsseminars) eine Prüfung abzulegen, vorausgesetzt, daß alle Seminararbeiten geschafft und eine Diplomarbeit vorgelegt wird. Das internationale Prüfungsgremium der IACC konstatiert unterschriftlich auf einem internationalen „diploma“ die Berechtigung, der Titel Farbgestalter IACC zu führen. Erst durch diesen Ausweis kann der Geprüfte die Mitgliedschaft bei der IACC in seiner Landesgruppe beantragen. Das Diplom erweist eine fachliche Qualifizierung für die Arbeit eines Farb- und Milieugestalters in den Bereichen der Bauwelt, Werbung und Kultur. Die Mitgliedschaft IACC bedeutet zugleich indirekte Mitgliedschaft bei der Association internationale de la couleur (AIC).“

Die Formulierung des Studienzieles in ein Befähigungsdiplom war nicht von Anfang an geplant. Je mehr jedoch in der ersten Erfahrungsarbeit die Notwendigkeit und der Wert der praktischen Gestaltungsarbeit mit der Farbe sich für Dozenten und Studenten herausstellte, und auch in den Seminaren realisiert wurde, entstand der Wunsch, das erarbeitete Wissen und Können auch zu dokumentieren.

Der Student sollte sich das Thema für seine Diplomarbeit jedoch selbst wählen. Je nach Berufshintergrund entwickelten sich in den letzten Jahren äußerst vielseitige Themenstellungen.

Von Studien und Grundlagenarbeiten zu farbenpsychologischen und farbkulturellen Themen, bis zu psychologischen und soziologisch systematisch entwickelten Farbprojektierungen für Architektur und Produkte wurde eine Vielzahl kompetenter Arbeiten erstellt, die auch mehrfach in Fachzeitschriften veröffentlicht wurden. Daß jetzt, nach 20 Jahren, ca. 250 ausgebildete Architekten, Grafiker, Designer und Malermeister aus insgesamt 8 Ländern nach Ablegung ihrer Diplomarbeit und Prüfung ihren bisherigen Beruf durch hinzukommendes Wissen ergänzen konnten, oder als freie Farbgestalter u. Milieuberater IACC mit Anerkennung und Erfolg an den Umweltproblemen ihrer Heimatländer arbeiten, ist für diese ökonomisch und geistig frei getragene Lehrarbeit in Salzburg ein glänzendes Zeugnis.

## Die Wahl für Salzburg

1958 mußte ein Studienort gefunden werden, der in erster Linie zentral gelegen war und gleichzeitig (politisch!) für andere Länder annehmbar war. Österreich bot sich als neutrales und zen-

trales Land dafür an; und wer einmal in Salzburg war, wird verstehen, daß es dem Gründungsgremium nicht schwer fiel, sich für diesen mit Romantik, Kultur und Natur so reich gesegneten Ort zu entschließen.

Wenn es so häufig vorkommt, daß ehemalige Studenten die Salzburger Farbseminare immer wieder als Gasthörer besuchen, so liegt dies vielleicht nicht nur an der Qualität des gebotenen Stoffes. Kenner behaupten, es läge auch an den »Salzburger Nächten«.

Bei den allabendlichen Treffen der Studenten in den uralten, für ihren guten Wein bekannten Salzburger Kellern, entwickelt sich wie von selbst eine Atmosphäre der Offenheit und des Interessens am Gespräch. Oft erst können hier die Themen weiterdiskutiert werden, die sich in den Seminaren als Zündstoff für fachlichen oder umweltpolitischen Disput herausstellten. Für viele Studenten verbindet sich so das Salzburger Milieu auch mit der für sie wichtigen Erfahrung der Begegnung mit Menschen verschiedener Herkunft und trotz unterschiedlicher Form doch gemeinsamer Ziele.

## Die Weiterentwicklung

In den Gründungsjahren konzentrierte sich das Studium noch sehr stark auf die Seminarzeiten. Mehr und mehr jedoch müssen heute die Zeiten zwischen den Seminaren wegen des dichten Vortragsangebotes auch als Studienzeiten gesehen werden, die für praktische Arbeiten genutzt werden müssen. Das hat seine Gründe auch in der Entwicklung des allgemeinen Umweltbewußtseins:

Man erinnere sich daran, daß bis etwa 1972 unter Umweltgestaltern noch kaum das Bewußtsein für die Wirkung der Farbe auf den Menschen oder der differenzierte Umgang mit den Gestaltungsqualitäten der Farbe vorhanden war.

Damals konnte und mußte sich der Unterricht fast ausschließlich auf die Farbe konzentrieren. Noch ging es ja in diesen Jahren nicht nur darum, mit Farbe entsprechend ihrer Wirkung und Bedeutung gestalterisch umzugehen, sondern vor allem Farbe grundsätzlich als Gestaltungsmittel für unsere Umwelt bewußt zu machen und zu etablieren. Architektur war damals zum Beispiel noch die Domäne des Funktionalismus und Formalästhetizismus, der merkwürdigerweise (oder bezeichnenderweise?) der Farbe ja abgeschworen hatte.

Je mehr die Farbe jedoch populär wurde – und das ist sie ja heute ohne Zweifel (fast zu sehr möchte man meinen) –, um so mehr mußte sich jedoch auch das Interessengebiet und der vorgetragene Stoff in den Salzburger Farbseminaren erweitern.

Da die Beschäftigung mit der Farbe den damit ernsthaft arbeitenden Menschen gleichzeitig ja auch zum ganzheitlichen Denken erzieht, blieb es nicht aus, daß auch die Ausbildungsarbeit in Salzburg

sich an einer in der Zwischenzeit gesamt-heitlich erkannten Umweltproblematik entwickeln mußte.

Gebunden an das zentrale Element Farbe interessierten sich Dozenten und Studenten in den letzten Jahren immer mehr auch für die Erarbeitung jenes Grundlagenwissens, das von einem ganzheitlich gesehenen gestaltbaren Milieu ausgeht. Die nachfolgende Aufstellung der ständigen Dozenten und der in den letzten Jahren gewonnenen Gastdozenten macht dies anschaulich:

## Ständige Dozenten für alle Kurse:

**Dr. H. Frieling** (Farbpsychologie, Farbdramaturgie, Farbphysiologie und Wahrnehmungspsychologie), **Prof. Robert Gutmann**, London (Gestaltung, professionelle Projektierung, Design und Architektur), **E. L. Browsers**, München und Crailsheim, (kreative Erfahrung mit Farben, Kunst); ferner für einzelne Kurse: **Dipl.-Ing. C.-H. Herbst**, Zürich (Beleuchtungstechnik, Lichtgestaltung), **J. Klug**, Markgröningen (Anstrich, Technologie), **Perry Marthin**, Stockholm (ICD-System), **Prof. Jos de Mey**, Genf (System, Gestaltung).

Als Tutoren: **Prof. G. Meerwein** (Mainz) und **Rainer Müller** (Stuttgart).

Gastdozenten werden in jedem Seminar für Spezialgebiete eingeladen (u. a. dozierten: **Prof. Dr. B. Hassenstein**, Freiburg, **Prof. Dr. W. Tack**, Saarbrücken, **Prof. Joh. Weikert**, Regensburg, **Dr. E. Frieling** und **Prof. Dr. v. Rosenstiel**, Augsburg, **Dr. Raab**, Graz, **Prof. Dr. M. Richter**, Berlin, u. a.

## Die Gründung der Internationalen freien Hochschule für Farbe und Umwelt

1977 entschloß sich das Kollegium in Abstimmung mit der IACC, die Studienzeit auf drei Jahre zu verlängern.

Die erkannte Notwendigkeit für eine ganzheitliche Perspektive der humanen Bewältigung unserer gebauten Umwelt – sie wird bis heute noch nicht an den offiziellen Hochschulen vermittelt – mußte notwendigerweise auch die Anforderung an den Stoff erhöhen. Es wurden gleichzeitig auch organisatorische und räumliche Probleme sichtbar, die schließlich die Neugründung einer freien Hochschule und eines Fördervereins für ihren Bestand zur Folge hatte.

Gleichzeitig sollte auch im englischsprachigen Raum eine weitere Studienstätte eingerichtet werden.

**Perry Marthin**, Vizepräsident der IACC, wurde damit beauftragt. Ende November 1977 fand in Kopenhagen im Bygge-Zentrum ein erstes Seminar statt. Seminarteilnehmer waren dänische Architekten. Das Interesse war außergewöhnlich groß; die Presse berichtete ausführlich darüber.

Die bisherigen Studienräume in Salzburg unter dem Dach des Wirtschaftsförderungs-institutes reichen nicht mehr aus.



Nach einem neuen Studienplatz der **Internationalen freien Hochschule für Farbe und Umwelt** wird in Salzburg noch gesucht.

Bei der Erarbeitung des neuen Studienprogrammes ergab sich, daß gleichzeitig auch eine Themenerweiterung beinhaltet war.

Die auf den 3jährigen Studiengang bezogenen Generalthemen und ihre Spezifizierung wollen wir hier kurz vorstellen. Die detaillierte Gestaltung der Seminare soll dabei jedoch prinzipiell innerhalb der Themenbereiche und auch zwischen den Themen jeweils aktuell zusammengestellt werden können.

Der angebotene Stoff gliedert sich inhaltlich in 6 Themenbereiche, die gleichzeitig 6 Seminaren entsprechen:

- Phänomen Farbe-Grundlagen
- Licht und Farbe
- Farbe als Information
- Farbe und Raum
- Farbe und Material
- Farbe und Umwelt



Salzburg – Richard Neutra nennt es Ankerplatz der Seele, 20 Jahre geliebter Studienplatz der Farbseminare der IACC. „Jedenfalls könnte Einsicht in die Fremde – und daraus resultierend – Erkenntnis des eigenen Selbst eine wundervolle Frucht des weltweiten Tourismus sein, in der jetzt Millionen DM leichter investiert werden als in Schulen. Und wirklich gibt ja auch persönlicher Augenschein im Sonnenlicht, im Schatten und gelegentlich auch im Schnürlregen von Salzburg so unendlich viel mehr Erlebnis- und Erinnerungswerte als irgendeine Schulbank irgendwo auf der Welt vermitteln kann.“  
Richard Neutra im Merian-Heft 1/XVII.

## Farbe als Information

Farbempfindungen und psychologische Bedeutungen  
Informationstheorie und Informationsästhetik  
Semantisch-syntaktische Beziehungen der Farben  
Wahrnehmungsgesetze der Farbgruppe  
Farbe als Gliederungs- und Ordnungselement  
Farbe als Medium visueller Kommunikation  
Ausdruckseigenschaften und Werbeeigenschaften der Farbe  
Farbe als Informations- und Lernhilfe

Farbe und Symbolik künstlerische Gestaltungsübungen  
Semantische Farbuordnungen  
Wahrnehmung und Gestaltung – Packungsgestaltung  
Plakatgestaltung  
Ordnungs- und Orientierungssysteme mit Farbe  
Gestaltung von typischen Farbgruppen  
Präsentationsformen von Farbgestaltungen

Projektierungsmethoden:  
systematisch  
intuitiv

## Farbe und Raum

Raum als sinnliche Erfahrung und Orientierungsfeld  
Wahrnehmungsraum  
Erfahrungsraum  
Bedeutungsraum  
Handlungsraum  
Die raumbildenden Elemente  
Farbraum und Farbenraum  
Farbdramaturgie und Raum  
Farbdynamik als Mittel der Perspektive und Raumerlebnisfolge  
Farbe in Funktionsräumen und ihre physio-psychische Einwirkung  
Anwendungsbereiche:  
Büro, Produktionsstätten, Arbeitsplätze, Krankenhaus, Schule, Kindergarten, Altersheim etc. (wahlweise)

Experimentelle Erfahrungen mit Farbräumen  
Raumverwandlungen mit Farbe  
Perspektive und Darstellungsmöglichkeiten von Außen- und Innenräumen mit Farbe  
Farbabfolgen im Raum  
Der farbige Stadtraum  
Ergonomische Systematik zur Farbentwicklung in Arbeitsräumen und Sozialbauten

## Farbe und Material

Licht, Material, Farbreiz und Wahrnehmung  
Pigmente, ihre Ordnungen und Eigenschaften  
Wechselbeziehungen von Farbe und Material  
Strukturen und Texturen  
Eigenfarbigkeit von Materialien  
Farbträger und Behandlungsmethoden

Arbeiten mit natürlichen und künstlichen Materialien  
Arbeiten mit monochromen und polychromatischen Materialien  
Farbe – Material in der Architektur  
Materialkompositionen für Außen- und Innenräume  
Farbe und Material in der bildenden Kunst

## Farbe und Umwelt

Einführung in die ökologische Psychologie  
Milieulehre – Beziehungen zwischen sozialer und materieller Umwelt  
Farbe als soziales Ausdrucksmittel  
Baukultur – Farbkultur  
Reaktionen auf Farbe  
Farbe als therapeutisches und pädagogisches Gestaltungsmittel  
Sozialdidaktische und kulturelle Möglichkeiten der Farbplanung  
Farbe in der Stadtgestaltung

Milieuanalyse am praktischen Beispiel einer sozialen Einrichtung  
Farbkulturelle Exkursionen  
Auslösen bildnerischen Verhaltens durch Klang, Farbe und Bewegung  
Die Erarbeitung von Milieukonzepten für öffentliche Bauten  
Farbgebung als integrierter Bestandteil des Milieukonzeptes  
Strategien zur Entwicklung offener Farbregelkonzepte in der Stadtgestaltung

### Theoretischer Teil

Der Sehvorgang  
Farbe als Erscheinung und seelische Erfahrung  
Grundlagen der Farbenlehre  
Goethes Farbenlehre  
Kontrast- und Harmonielehre  
Itten – Ostwald  
Farbenordnungen und Farbsysteme – Aufbau und Handhabung

### Gestalterische und experimentelle Übungen

Farbmischübungen  
Ermischung von Nachbildfarben  
Farbsequenzen  
Malerische Darstellung der Kontrastphänomene  
Proportionale Harmonieübungen, z. B. goldener Schnitt etc.  
Kreativität und Selbsterfahrung durch Farbe  
Teamarbeit mit verschiedenem Farbmateriale

Das Auge und das Farbsehen  
Farbsehen und Datenverarbeitung  
Lichtfarben-Wirkungsweisen auf Psyche und Physis (mit Experimenten)  
Licht und Farbe am Arbeitsplatz (physiologische und psychologische Aspekte)  
Einführung in die Lichttechnik  
Beleuchtungstechnische Demonstrationen

Übungen mit Leuchtdichtekontrasten  
Gestalten mit Farbe und Licht  
Farbverwandlungen durch Licht  
Formverwandlungen durch Licht  
Licht und Farbe in der Kunst  
Gemaltes Licht  
Helligkeitssequenzen der Farbe  
Experimente mit farbigem Licht

Die Strukturierung des Studienstoffes nach 6 Themenschwerpunkten soll in Zukunft auch für den Gasthörer die Möglichkeit bieten, entsprechend dem vorhandenen Interesse einzelne Studienseminare zu belegen. Detailinformationen mit spezifizierten Themen, Dozenten- und Stundenplan werden vom Kollegium vor jedem Einzelseminar speziell erarbeitet und können von Interessenten ein Viertel Jahr vorher angefordert werden.

Postadresse und Anmeldezentrale für die Internationale freie Hochschule für Farbe und Umwelt ist das Institut für Farbenpsychologie, Postfach 162, 8215 Mauquartstein (Oberbayern).

Thema

Phänomen Farbe-Grundlagen

Licht und Farbe