CHROMAGRAPH

GRADATION UND FARBKORREKTUR

THEORETISCHER LEITFADEN

3001 – S 1 – 7404

HELL

DR.-ING. RUDOLF HELL GMBH · D 2300 KIEL 14

Hell Verein / www.hell-kiel.de

CHROMAGRAPH

GRADATION UND FARBKORREKTUR

THEORETISCHER LEITFADEN

3001 – S 1 – 7404

HELL

DR.-ING. RUDOLF HELL GMBH · D 2300 KIEL 14

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Bitte beachten!

Diese Dokumentation beschreibt die Anlage bzw. das Gerät mit allen Zusätzen und Sonderausstattungen! Bindend für den Lieferumfang ist der Liefervertrag.

Vervielfältigung dieser Unterlage sowie Verwertung ihres Inhalts, auch auszugsweise, ohne unsere ausdrückliche Genehmigung nicht statthaft. Konstruktionsänderungen vorbehalten.

DR. - ING. RUDOLF HELL GMBH · D 2300 KIEL 14

Hell Verein / www.hell-kiel.de

INHALT

1. Gradation 1

1. 1. Einführung 1
1. 2. Tonwertverlauf 5
1. 3. Graubalance 11
1. 4. Schwarzauszug 12
1. 5. Farbrücknahme 14
1. 6. Farbzugabe 20
1. 7. Detailverschärfung 21

2. Farbe, Farbkorrektur, Farbdruck 22

2. 1. Licht, Farbe, Farbeigenschaften 22
2. 2. Reale Farben und ihre Mischung 24
2. 3. Farbmessung 26
2. 4. Farbordnung, Farbräume 26
2. 5. Einfluß der spektralen Eigenschaften auf die Farbkorrektur 27
2. 6. Farbkorrektur 29
2. 7. Korrekturbalance 34
2. 8. Selektive Farbkorrektur 36
2. 8. 1. Einleitung 36
2. 8. 2. Funktionsüberblick 36
2. 8. 3. Funktion der Regler „Stärke, spezial" 37
2. 9. Farbkorrektur des Schwarzauszuges 43

3. Messen von Rasterpunktgrößen mit dem Densitometer 45

4. Filmeigenschaften, Filmbearbeitung 45

4. 1. Filmmaterial, Callier-Effekt 45
4. 2. Auflösungsvermögen, Konturenschärfe 46
4. 3. Lichtempfindlichkeit, Schwarzschild-Effekt 46
4. 4. Schwärzungskurve, Gamma-Wert, Umfang 46
4. 5. Entwicklung, Trocknung 46

Formblätter für Gradationskurven

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Abbildungen

1	Entstehung einer Gradationskurve	1
2	Zusammenhang zwischen verschiedenen Originaldichteumfängen und dem Druckdichteumfang	2
3	Berechnen der Gammawerte	2
4	Berechnen der Gradienten	2
5	Fotogradation und Reproprozeßgradation	2
6	Reproprozeßgradation	3
7	Begrenzung in der Gradation	3
8	Beispiel eines Reproduktionszirkels	3
9	Zusammenhang zwischen Originaldichte und Dreifarbendruckdichte	4
10	Graubalance für Offsetdruck	4
11	Verfälschte Farbwiedergabe durch fehlerhafte Gradation	4
12	Kennlinien eines Magentarasters bei Belichtung durch verschiedene Filter	5
13	Reproduktionszirkel für Halbton-Negativauszüge	6
14	Reproduktionszirkel für Halbton-Positivauszüge	7
15	Ermitteln der Negativdichte der Farbauszüge	8
16	Reproduktionszirkel zum Ermitteln der drei Farbgradationen	9
17	Gradationskontrolle mit Hilfe der Kodak AMB-Kontrollfelder	10
18	Einfluß der Papierqualität auf die Graubalance	11
19	Einfluß der Druckfarbenqualität auf die Graubalance	11
20	Neutraler grauer Punkt, neutrale Dichte im Druck	11
21	Verschiedene Zusammenhänge zwischen Original- und Druckdichte	12
22	Beispiel eines Zusammenhanges zwischen Original- und Druckdichte im 4-Farben-Druck	12
23	Ermitteln der Schwarzdichte	13
24	Reproduktionszirkel zum Berechnen des Schwarzauszuges	14
25	Farbrücknahme und Schwarzanteil	15
26	Farbrücknahme im Gradationsdiagramm	15
27	Reproduktionszirkel, Übersicht für 20% Farbrücknahme	16
28	Reproduktionszirkel, Übersicht für 40% Farbrücknahme	17
29	Reproduktionszirkel, Übersicht für 60% Farbrücknahme	18
30	Reproduktionszirkel, Übersicht für 80% Farbrücknahme	19
31	Grautöne und Graukeil bei Farbzugabe	20
32	Korrektur des Originals in den Farbauszügen	20
33	Unscharfmaskierung, optisch	21
34	Unscharfmaskierung, elektrisch	21
35	Unterdrückungsbereiche bei Grobdetailregelung "Einsatz"	21
36	Zusammenhang zwischen Helligkeit und Sättigung in einer Farbenreihe	23
37	Farbräume	23
38	Subtraktive Farbmischung	25
39	Zusammenhang zwischen Transmission/Reflexion und Dichte	26
40	Farbdichteraum	27
41	Spektrale Remissionen von drei Druckfarben und ihren Nebendichten in %	28
42	Spektralkurven von drei Druckfarben und ihren Mischungen nach Filterung	28
43	Nebendichten der Weißfarben im Magentaauszug	29
44	Nebendichten der Druckfarben unter den einzelnen Filtern	29
45	Maskierung, optisch	30
46	Balanceregelung	31
47	Zweidimensionaler Farbraum durch Projektion	32
48	Diagrammdarstellung des zweidimensionalen Farbraumes nach Fig. 47	33
49	Beispiel einer Korrektur durch einfache Maskierung	34
50a	Maskierung, elektrisch, Prinzip	34
50b	Maskierung, elektrisch, Differenzierungswege	35
51	Korrekturfarbenbalance	35
52	Position von Balancefarben zur Graugeraden	36
53	Wirkungsbereiche der Selektiv-Korrekturregler	36

Hell Verein / www.hell-kiel.de

54 Erzeugung des Korrektursignals für lichte Rottöne 37
55 Trennung der Signale für lichtes Rot und dunkles Braun im Cyanauszug 37
56 Trennung der Signale für lichtes Rot und dunkles Braun im Magentaauszug 37
57 Selektivkorrektur Gelb-Auszug 38
58 Selektivkorrektur Magenta-Auszug 39
59 Selektivkorrektur Cyan-Auszug 40
60 Wirkungsbereiche der Regler Lichtes Rot und Dunkles Braun 41
61 Wirkung der Teilbildkorrektur 42
62 Teilbildkorrektur durch Dichtegeber 43
63 Farbdosierungen, Signalspannungen 43
64 Selektivkorrektur Schwarz-Auszug 44

Tabellen

1 Farbdichten hinter den Filtern für Druckfarben 30
2 Übersicht Rasterpunktgröße/integrale Rasterdichte 45

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Vorwort

Die nachstehenden Erläuterungen dienen der Orientierung über Begriffe und spezielle Zusammenhänge bei der Herstellung von Farbauszügen mit dem CHROMAGRAPH DC 300; sie beziehen sich also auf theoretische Fragen, die sich in der Praxis ergeben können, und deren Beantwortung für die fachliche Sicherheit des Bedienenden wertvoll ist.

1. Gradation

1. 1. Einführung

A. Begriffserläuterung und Grunddarstellungen

Die Gradation (Kontrastwiedergabe) ist das Verhältnis der Originaldichte zur Reproduktionsdichte. Als gebräuchlichstes Hilfsmittel zur Ermittlung einer Gradation wird ein Graukeil verwendet. Die sich ergebenden positiven bzw. negativen Dichten werden ins Verhältnis zu den Dichtewerten des Originalgraukeils gesetzt und in ein Diagramm eingetragen (Fig. 1). Als Meßgrößen können Dichtewerte oder Raster %-Werte gegeneinander aufgetragen werden. Als Dichte bezeichnet man den Logarithmus der Opazität, d. h. das logarithmische Verhältnis des durchgelassenen zum auffallenden Licht.

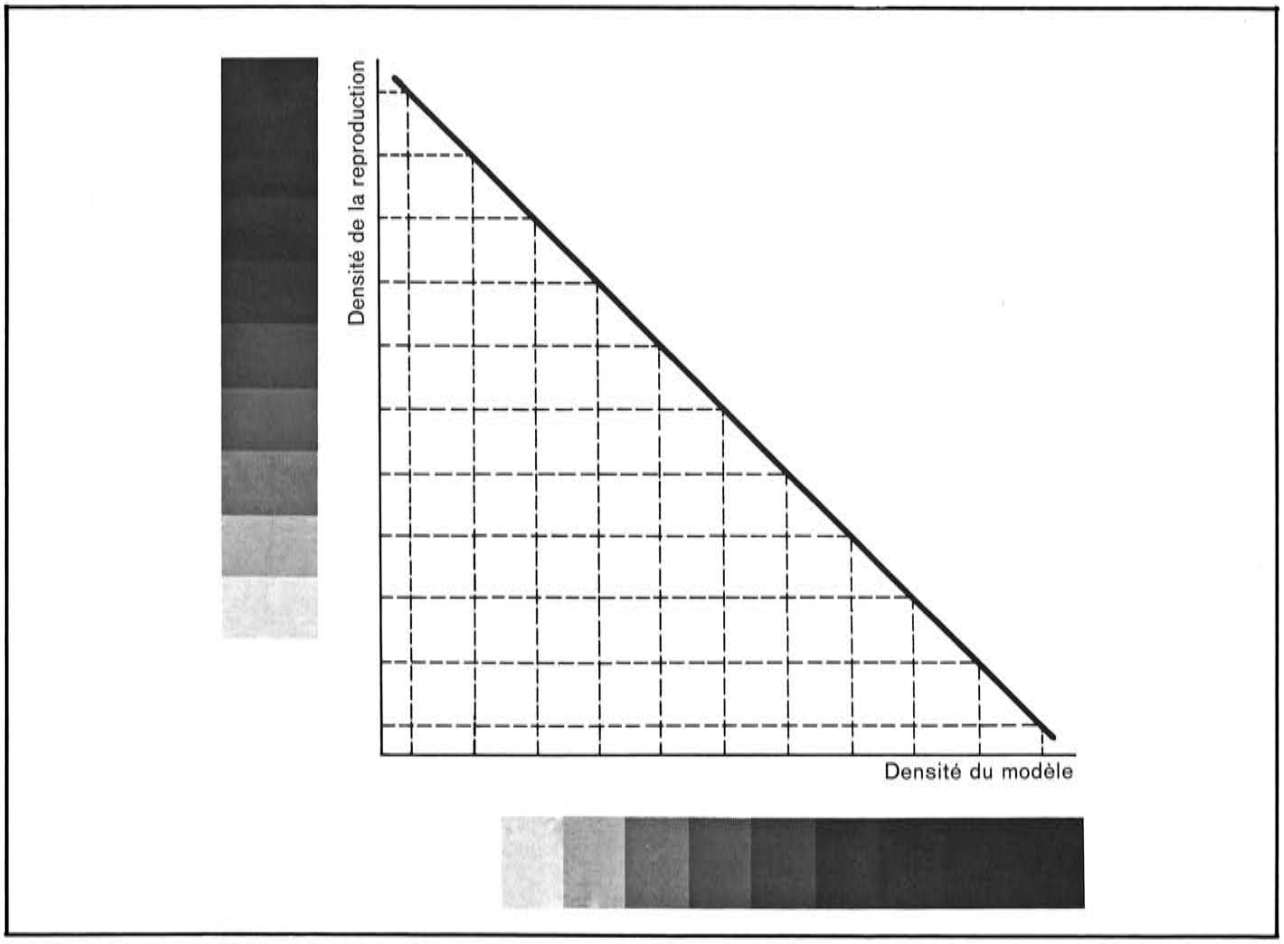


Fig. 1 Entstehung einer Gradationskurve

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Der Verlauf einer Gradationskurve kann sowohl linear als auch nichtlinear sein. Fig. 2 zeigt, wie 4 Originale mit unterschiedlichen Dichteumfängen durch eine lineare Gradation in eine gemeinsame Reproduktionsdichte überführt werden. Die Neigung des geradlinigen Teils der Gradationskurve wird als Steilheit bezeichnet. Um als Maßstab keinen Winkel angeben zu müssen, wird der Tangens des Neigungswinkels zur Abszisse benutzt und als Gammawert bezeichnet. Den Tangens des Neigungswinkels kann man auch erreichen, indem man die Gegenkathete durch die Ankathete teilt (Fig. 3).

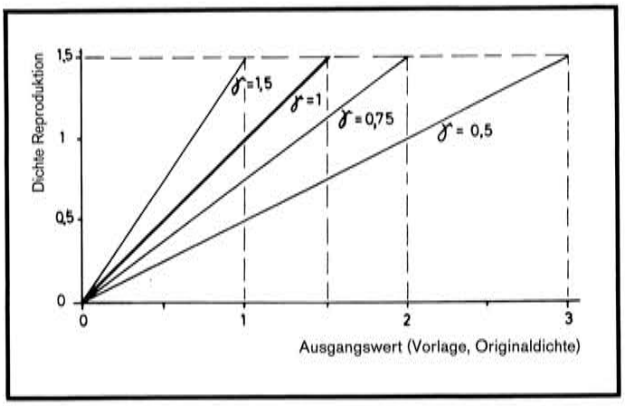


Fig. 2 **Zusammenhang zwischen verschiedenen Originaldichteumfängen und dem Druckdichteumfang**

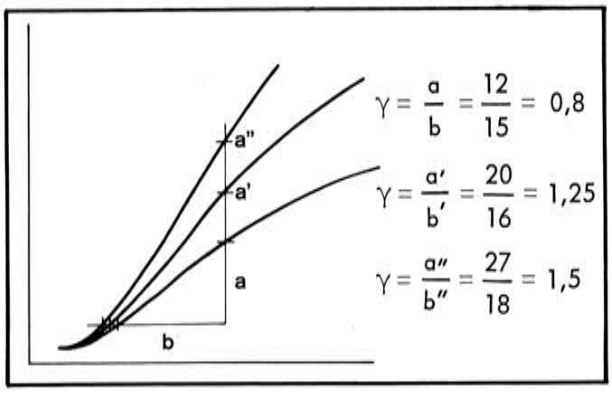


Fig. 3 **Berechnen der Gammawerte**

Bei sehr stark gekrümmten Gradationskurven benutzt man nicht den Gammawert als Maßeinheit, sondern den mittleren Gradienten. Dieser wird auch als Kontrast bezeichnet. Man errechnet ihn, indem man die beiden gewünschten Enddichten auf der Gradationskurve als Bezugspunkte nimmt und den Gradienten nach der gleichen Formel wie beim Gammawert errechnet (Fig. 4).
Für die Übertragung normaler Originalumfänge auf konstanten Druckumfang ist übrigens die Geradenschar nach Fig. 2, abgesehen von $\gamma = 1$, nicht ideal. Wenn größere Umfänge verkleinert, also komprimiert werden sollen, wählt man das γ in den Tiefen oft etwas kleiner, flacher. Gleiche Dichteänderungen erscheinen dem Auge in den Tiefen nämlich geringer als in den Lichtern.

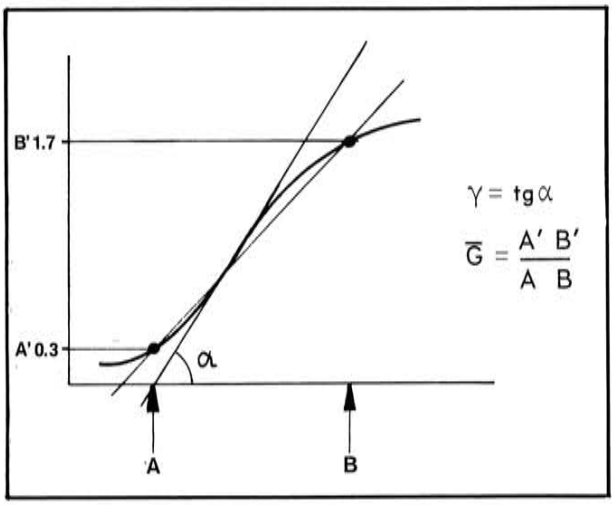


Fig. 4 **Berechnen des Gradienten**

Die typische Kurve einer fotografischen Wiedergabe zeigt Fig. 5. Die S-förmige Krümmung tritt schon bei einem einzelnen Belichtungs- und Entwicklungsprozeß auf und verstärkt sich, je mehr aufeinanderfolgen. In den Lichtern und Tiefen verflacht die Gradation. In diesen Teilabschnitten ist die Dichteänderung im Original relativ größer als im Bild. Das Original läßt dort also mehr Details, „Zeichnung", erkennen als das Bild. Man spricht von Zeichnungsverlust. Wird dieser in Licht und Tiefe stark, so erscheinen die Lichter käsig, die Tiefen rußig und das ganze Bild „hart". Andererseits wird die Gradation der Mitteltöne steiler und gewinnt an Zeichnung oder „Auflösung". Da praktisch alle Reproduktionen mindestens einen fotografischen Schritt enthalten, müssen für gute Wiedergabe Schritte eingeschaltet werden, die eine umgekehrt gekrümmte Gradation aufweisen. Diese wird entsprechend als „weich" bezeichnet (in Fig. 5 gestrichelt).

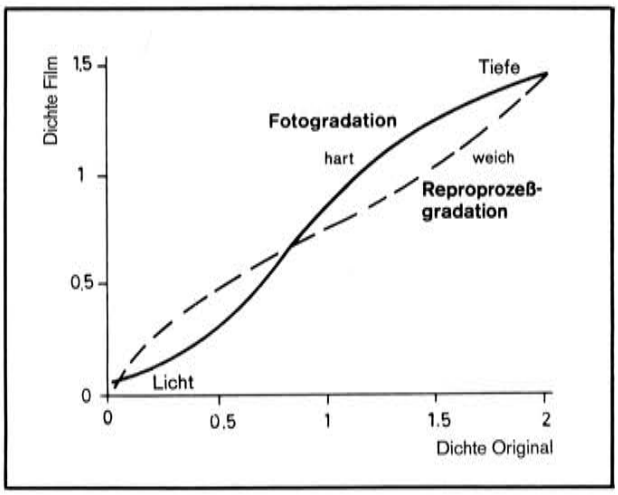


Fig. 5 **Fotogradation und Reproprozeßgradation**

In Fig. 6 ist noch ein weiteres Gegensatzpaar von Gradationen dargestellt. Helle bzw. dunkle Gradation tritt zum Beispiel bei Über- und Unterbelichtung von

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Fotografien auf. Im ersten Fall ist die Tiefenzeichnung versteilert auf Kosten der Lichter, die verflachen. Die Mitteltöne sind dabei heller, aber ihre „Zeichnung", also Steilheit der Kurve, ist unverändert. Das Entgegengesetzte gilt für die dunkle Gradation mit Lichteraufsteilung, Tiefenverflachung und unveränderter Steilheit der nach dunkleren Tönen verlagerten Mitteltöne.

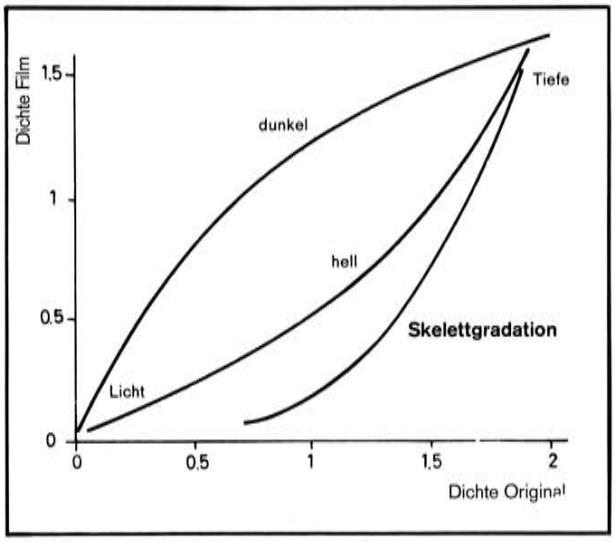


Fig. 6 Reproprozeßgradation

Wenn eine Gradation an den Enden waagerecht abknickt, so spricht man von „Begrenzung" oder Unterdrückung (Fig. 7). Auch dieser Fall hat drucktechnische Bedeutung: z. B. im Hochdruck müssen die Lichter begrenzt werden, damit dort die Rasterpunkte überall vorhanden sind. Fehlende Begrenzung könnte zum Verlust der Rasterpunkte führen und damit zu schmutzigem Drucken an diesen Stellen.

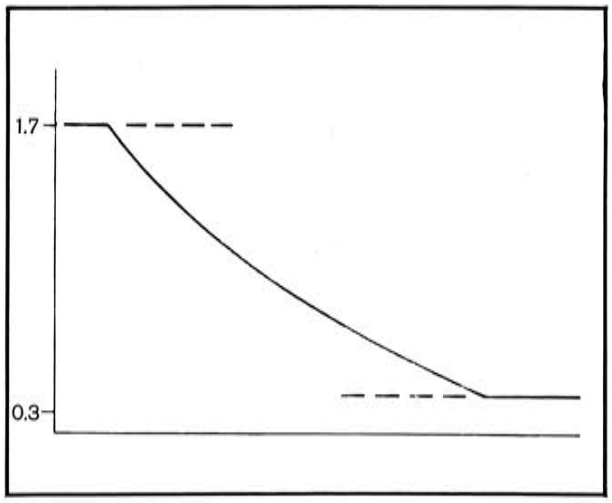


Fig. 7 Begrenzung in der Gradation

Bei einem Prozeß, der sich aus nicht mehr als vier Teilprozessen und damit vier aufeinanderfolgenden Gradationsbildungen zusammensetzt, läßt sich der gesamte Gradationszusammenhang in übersichtlicher Weise grafisch darstellen. Wie Fig. 8 als Beispiel zeigt, ist jeder Teilprozeß in einem Quadranten eingezeichnet. Jede Abszisse ist zugleich Ordinate des nachfolgenden Abschnittes, so daß die Werte einer Bildstelle durch einen geschlossenen Rechteckzug zusammenhängen. Es ist auf diese Weise möglich, zu drei gegebenen Gradationen die vierte zu konstruieren oder bei Änderung einer Gradation deren Folgen darzustellen oder zu ermitteln, wie diese Änderung durch eine nachfolgende kompensiert werden kann.

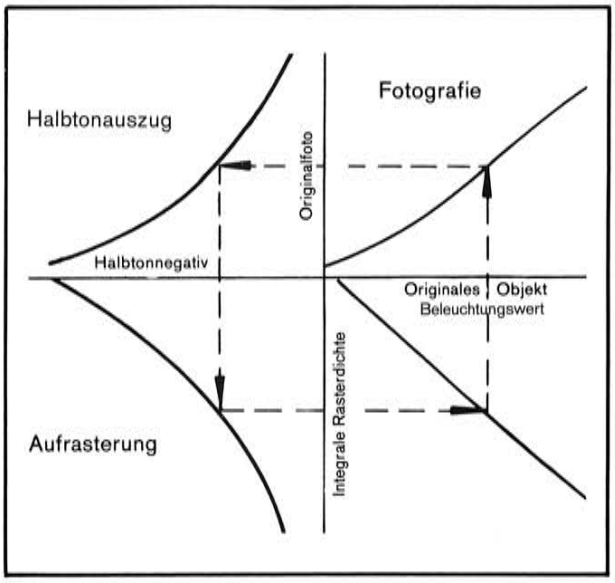


Fig. 8 Beispiel eines Reproduktionszirkels

Der Begriff Gradation ist nicht grundsätzlich an Grauskalen gebunden, sondern man kann mit ihm ebenso bei Farbskalen arbeiten. Man muß sich aber vor Verwechslung hüten. So wird die Grauleiter eines Originals in den drei Farbauszügen zunächst farbig und erst im Zusammendruck grau. Diesbezüglich darf kein Irrtum aufkommen, wenn irgendwo von einer „Farbgradation" gesprochen wird.
Es muß noch der Begriff Kontrast erwähnt werden. Man sollte ihn vermeiden, da er für so verschiedene Begriffe verwendet wird wie Umfang, Härte und auch Detailreichtum. Eigentlich ist er mit Umfang identisch; jener hat aber den Vorzug, unverwechselbar und gleich in Zahlen darstellbar zu sein.

B. Voraussetzungen zum Ermitteln der Gradation

Die erste Voraussetzung für eine gute Reproduktion ist die richtige Wiedergabe des Tonwertverlaufs. Dieser ist bis zu einem gewissen Grade abhängig von dem Dichteumfang des Originals und den Grenzen des Reproduktionsprozesses. Im allgemeinen wird er aber die Form wie in Fig. 9 haben. Wenn der Druckvorgang den Umfang des Originals wiedergeben kann, ist er durch eine gerade Linie im Winkel von 45° gekennzeichnet. Normalerweise übersteigt aber der Dichteumfang des Originals die Möglichkeiten des Druckvorganges, und es ist eine Reduzierung des Dichteumfanges erforderlich. Wie die Abbildung auch

Hell Verein / www.hell-kiel.de

zeigt, tritt eine Verflachung im wesentlichen erst im oberen Viertel der Kurve, also in den Schatten, ein; im unteren Teil der Kurve verteilt sich die Dichtereduktion linear. Dieser Kurvenlauf entspricht damit dem in den Tiefen abnehmenden Unterscheidungsvermögen des Auges bei großem Helligkeitsumfang.

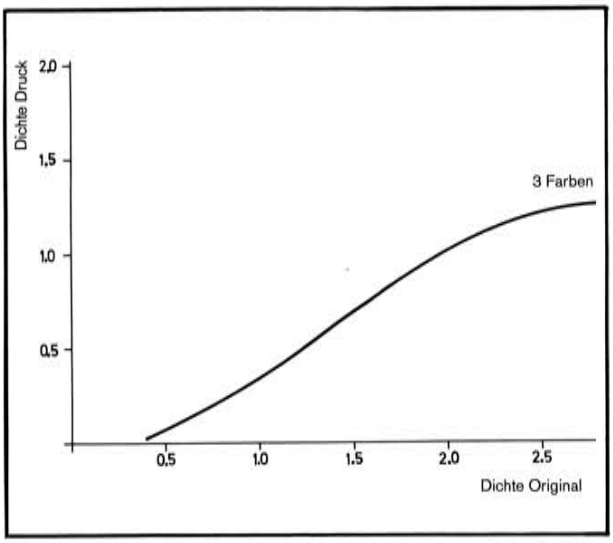


Fig. 9 Zusammenhang zwischen Originaldichte und Dreifarbendruckdichte

Eine weitere Voraussetzung ist die Graubalance. Wenn diese in gewissem Sinne auch von den Druckfarben, dem Papier und dem Druckvorgang abhängt, so ist doch das Verhältnis zwischen den drei Auszügen über einen weiten Bereich konstant. Fig. 10 zeigt eine typische Balance, welche für Offsetdruck auf Kunstdruckpapier erforderlich ist.

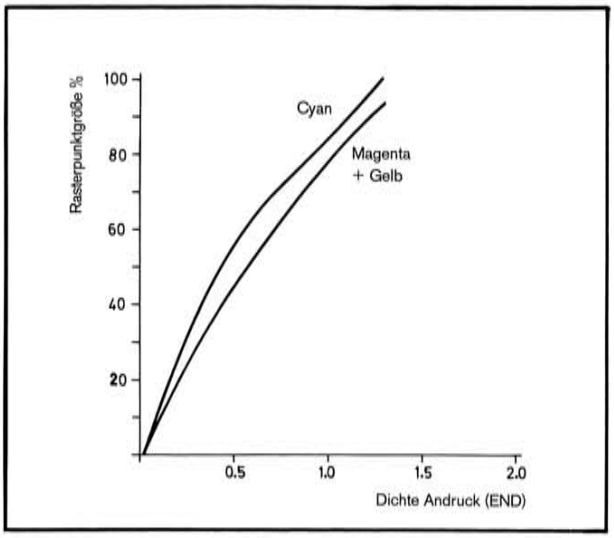


Fig. 10 Graubalance für Offsetdruck

Grundsätzlich ist es wichtig, daß die Farbauszüge mit der richtig ermittelten Gradation und der zugehörigen Graubalance reproduziert werden, da eine fehlerhafte Gradation sofort das ganze Bild verändert.
Wenn die obige Forderung nicht beachtet wird, können trotz richtiger Korrektur der Farbwerte unkontrollierte, unerwartete Änderungen im Gesamteindruck wie auch in einzelnen Farbtönen der Reproduktion eintreten. Ein Beispiel dazu zeigt Fig. 11. Die eingetragenen Farbwerte auf der Abszisse „Dichte Original" sollen einen Orangeton darstellen, z. B. eine Apfelsine. Bei geradliniger Wiedergabe werden die Farb- und die Grauwerte der Vorlage im entsprechenden Verhältnis zueinander auf dem Film erscheinen, wie Linie 1 zeigt. Bei einer dunklen Gradation nach Kurve 2 bleiben die lichten Cyan- und die vollen Gelbtöne im wesentlichen erhalten, doch werden die im mittleren Bereich liegenden Magentatöne der Vorlage erheblich in Richtung „dunkel" verändert. Bei einer entgegengesetzt verlaufenden, hellen Gradation nach Kurve 3 bleiben die Cyan- und Gelbanteile wieder fast unverändert und nur Magenta verschiebt sich nach „hell". – Die reproduzierte Apfelsine kann also zwischen dem Farbeindruck einer Tomate und einer Zitrone schwanken. – Noch stärkere und unkontrolliertere Abweichungen würden sich ergeben, wenn bei einem Farbauszug eine helle, bei einem anderen eine dunkle Gradation verwendet würde.

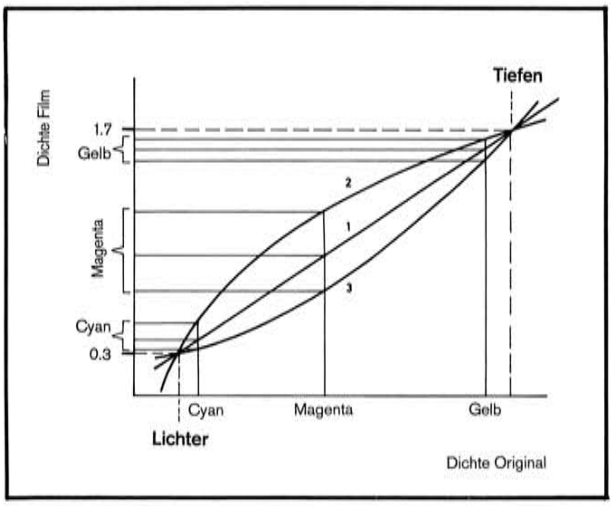


Fig. 11 Verfälschte Farbwiedergabe durch fehlerhafte Gradation

Dieses Beispiel sollte die Wichtigkeit einer korrekten Gradation aufzeigen; denn derartige Veränderungen lassen sich später weder durch Farbkorrektureinstellungen noch durch Handretusche beheben!

Als dritte Voraussetzung gilt eine gute Rasterung, und man muß dies für Offset- und Buchdruck bei der Herstellung von Auszügen unbedingt beachten. Sie sollte durch einen einfachen und leicht kontrollierbaren Vorgang ausgeführt werden. Der Magentaraster, der zur Herstellung von Rasterpositiven entwickelt wurde, ist hierzu gut geeignet. Der Rasterumfang eines Magentarasters läßt

Hell Verein / www.hell-kiel.de

sich mit Gelbfilter und Magentafilter steuern: Gelbes Licht verlängert den Rasterumfang, Magenta-Licht verkürzt den Rasterumfang.
Die Kontraststeuerung erfolgt normalerweise mit farbigen Filtern (CC = Colour Compensating). Je größer die Farbdichte des CC-Filters, desto größer die Wirkung auf den Magentaraster. Fig. 12 zeigt Rasterkennlinien, welche mit 2 verschiedenen Filtern zu erreichen sind. Farbkompensationsfilter sind in Dichten von log. 0.05 bis 0.5 erhältlich. Die Auszüge sollte man so herstellen, daß mit e i n e r Belichtung bei der Rasterung der ganze Tonwertbereich der Farbauszüge erfaßt wird. Dies ist natürlich von dem Raster, der Kamera sowie den Entwicklungsbedingungen abhängig.

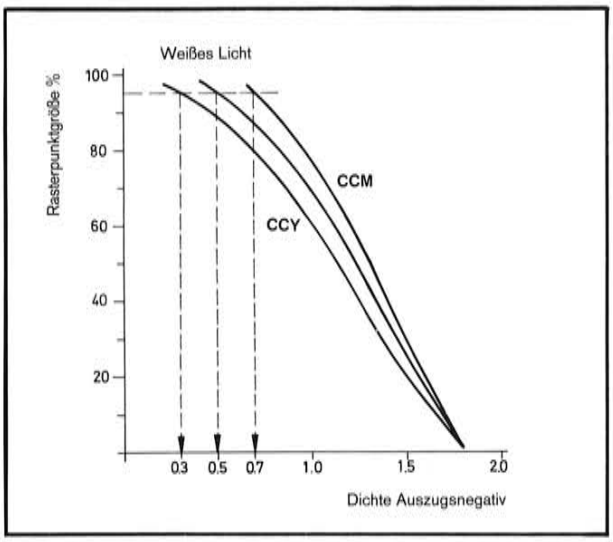


Fig. 12 Kennlinien eines Magentarasters bei Belichtung durch verschiedene Filter

Formblätter für eigene Bearbeitung sind entsprechend Fig. 13 und Fig. 14 auszuarbeiten und werden nachfolgend erklärt.

1. 2. Tonwertverlauf

Zu Fig. 15
Die im Abschnitt 1.1., Absatz B, betrachteten Voraussetzungen stehen natürlich in Zusammenhang miteinander. Der Quadrant I (IIIa in Fig. 13 und 14) enthält die gewünschte Tonwert-Reproduktionskurve und ein Punkt auf dieser sei der Ausgangspunkt.

Ein gegebener Wert im Original D = 1.5 soll im Druck mit D = 0.7 wiedergegeben werden. Man geht von der Abszisse „Dichte Original" D = 1.5 senkrecht nach oben bis zur gewünschten Gradationskurve und vom Schnittpunkt mit der Gradationskurve nach links zur Ordinate. Hier kann man die Dichte Druck D = 0.7 ablesen, die erforderlich ist, den Originaldichtewert D = 1.5 bei gegebener Gradation richtig wiederzugeben. Im Quadranten II (IIIb in Fig. 13 und 14) ist das Rasterpunktverhältnis der 3 Druckfarben dargestellt, das erforderlich ist, die Grautöne neutral wiederzugeben. Man geht von der Ordinate „Dichte Andruck" D = 0.7 waagerecht nach links und erhält je einen Schnittpunkt mit den Graubalancekurven. Von diesen Schnittpunkten geht man senkrecht nach unten und findet die erforderlichen Raster %-Werte (in unserem Beispiel 60 % und 70 %).
Im Quadranten III (IIb in Fig. 13 und 14) ist die Rasterkennlinie des verwendeten Kontaktrasters abgebildet. Sie zeigt das Verhältnis zwischen Negativdichte und den dazugehörigen Raster %.

Von den Rasterpunktgrößen, %-Linie 60 % und 70 %, geht man senkrecht nach unten und erhält zwei Schnittpunkte mit der Rasterkennlinie. Von diesen Schnittpunkten geht man waagerecht nach rechts und kann die Auszugsnegativdichten ablesen, die erforderlich sind, um die gewünschten Raster %-Werte zu erreichen. In unserem Beispiel betragen die Auszugsnegativdichten 0.9 und 1.04.
Im Quadranten IV (Ia in Fig. 13 und 14) ergeben sich die erforderlichen Dichtewerte für die gewünschten Auszugspositiv- bzw. Auszugsnegativdichten. Man geht von der Abszisse D = 1.5 senkrecht nach unten und von den Auszugsnegativdichten 0.9 und 1.04 waagerecht nach rechts. Die sich ergebenden Schnittpunkte sind die erforderlichen Auszugsnegativdichten. Andere Punkte aus dem Original werden durch den Reproduktionszirkel verfolgt und ergeben die vollständige Auszugsnegativkurve. Farbauszüge, die mit der gewünschten Gradation hergestellt werden, lassen sich nach einem Standardverfahren rastern und andrucken und ergeben eine neutrale Grauskala mit dem geforderten Tonwertverlauf.

In einer Diagrammdarstellung wie in Fig. 15 lassen sich lediglich 4 Kurven eintragen. Der Reproduktionsprozeß erfordert aber meistens mehr als 4 Arbeitsschritte; man zeichnet deshalb den Reproduktionszirkel in ausführlicherer Reihenfolge, wie diese in Fig. 16 dargestellt ist.

Die einzelnen Quadranten enthalten folgendes:

Quadrant Ia
Gradationskurven der Auszugsnegative.
Quadrant Ib
Dichte Film / Dichte Anzeige Diagramm
Quadrant IIa
Erforderliche Gradationskurve der Rasterpositive.
Quadrant IIb
Rasterkennlinie des verwendeten Kontaktrasters.
Quadrant IIIa
Gradation der fertigen 3-Farben-Reproduktion.
Quadrant IIIb
Graubalance der Druckfarben bei vorgegebener Farbdichte im Druck.

Hell Verein / www.hell-kiel.de

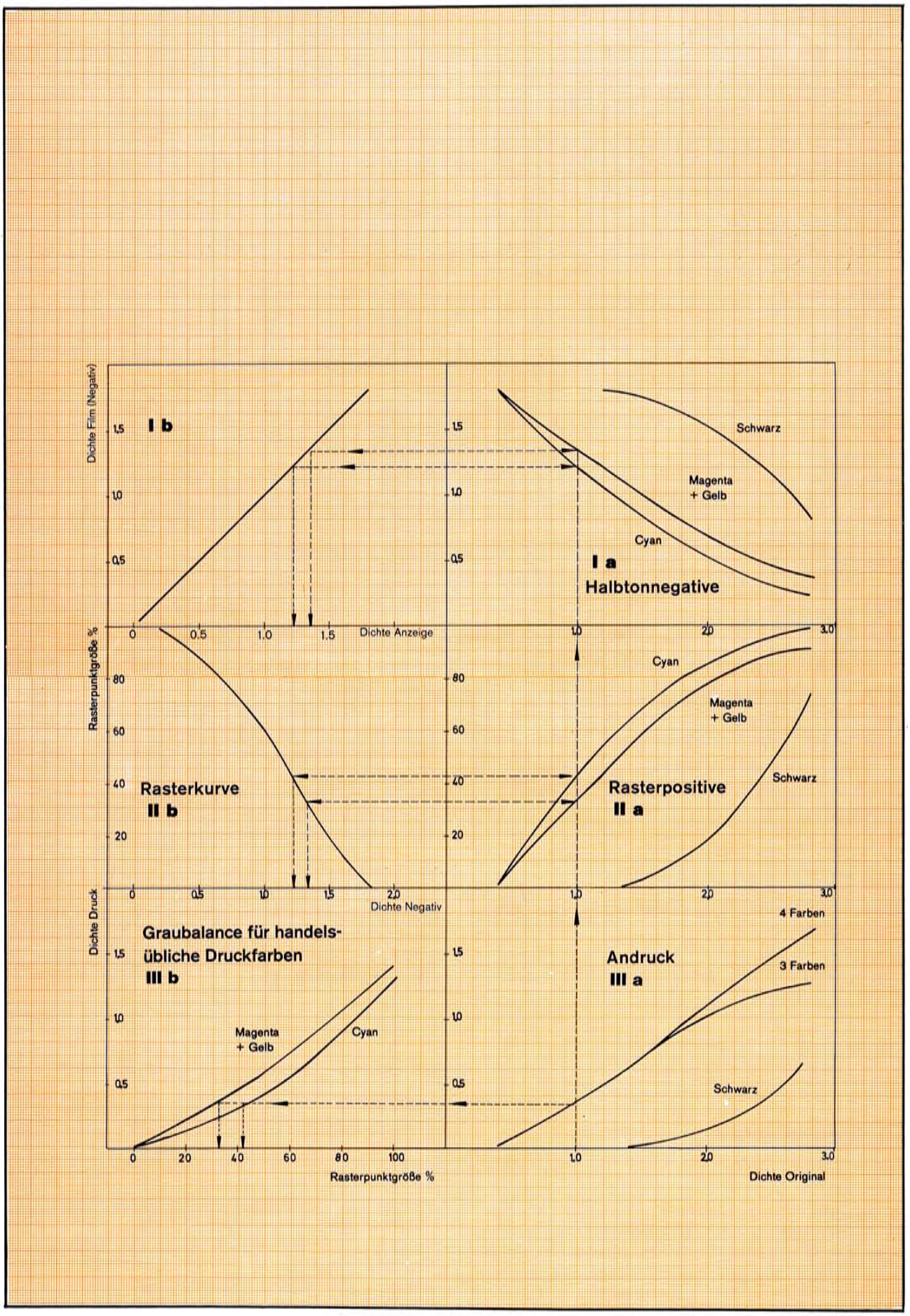


Fig. 13 Reproduktionszirkel für Halbton-Negativauszüge (Übersicht)

Hell Verein / www.hell-kiel.de

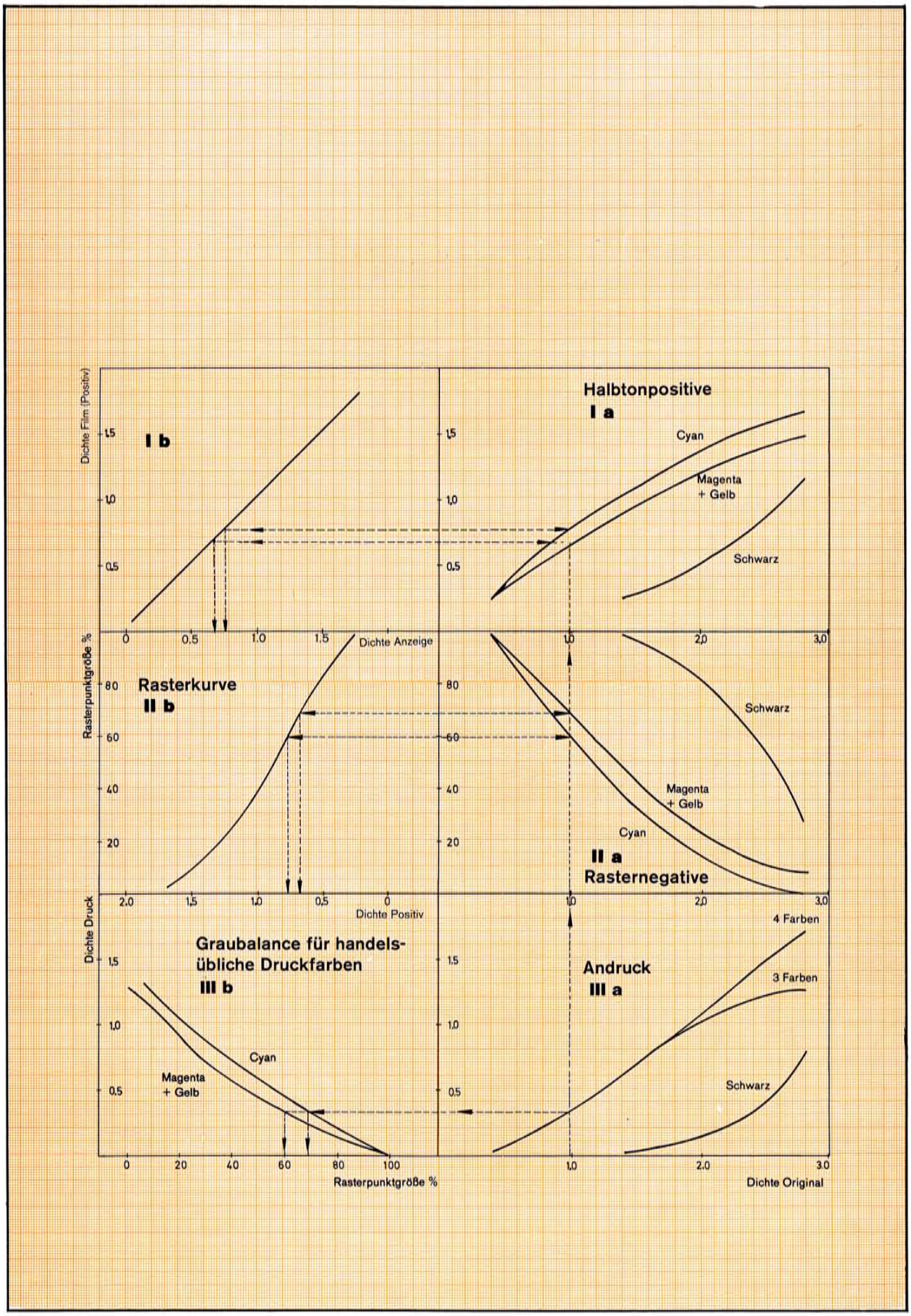


Fig. 14 Reproduktionszirkel für Halbton-Positivauszüge (Übersicht)

Hell Verein / www.hell-kiel.de

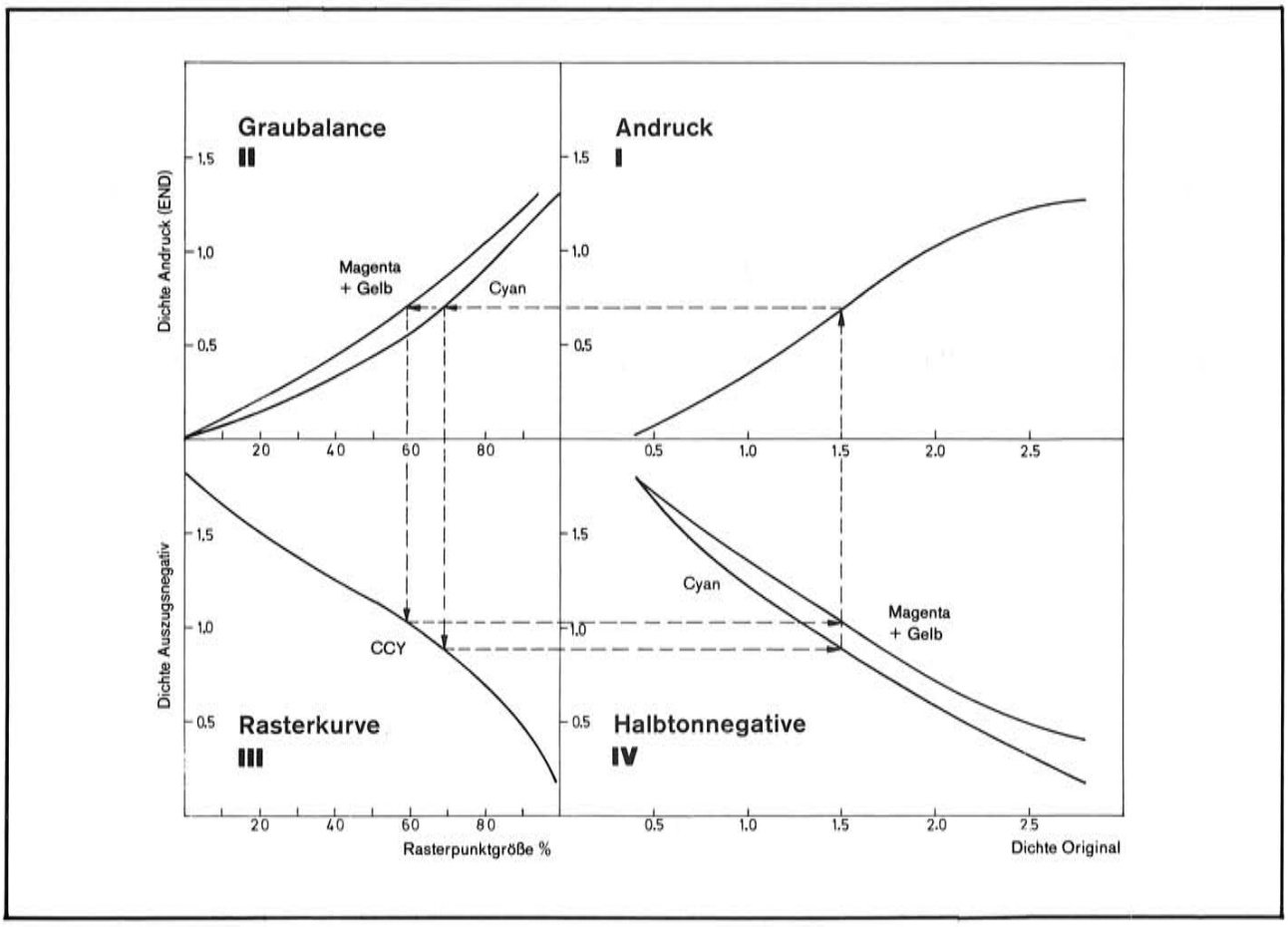


Fig. 15 Ermitteln der Negativdichte der Farbauszüge

In die Quadranten IIb und IIIb werden die hausinternen Standardkurven eingetragen und zwar in IIb die Rasterkennlinie und in IIIb die Graubalancekurven. In den Quadranten IIIa zeichnet man den gewünschten Tonwertverlauf des 3-Farbenandrucks ein. Jede Änderung an den Standardkurven erfordert bei der Gradationseinstellung am Chromagraph DC 300 entsprechende Berücksichtigung.

In den Quadranten Ib wird die zur Zeit gültige Dichte Film / Dichte Anzeige-Kennlinie eingetragen. Abweichungen der Dichte Film / Dichte Anzeige-Kennlinie werden mit der Filmlinearisierung ausgeglichen. Die größten Fehler können bei der Rasterung, das heißt im Quadranten IIb gemacht werden; sie sind bedingt durch unterschiedliche Kontaktraster bei Aufrasterung im Kontaktgerät oder in der Kamera, im Vergrößerungsgerät mit diffusem Licht oder mit Kondensorbeleuchtung. Außerdem hat auch noch die individuelle Entwicklungstechnik der einzelnen Fotografen einen Einfluß auf die Rasterkennlinie. Alle diese Faktoren sollten durch den nachstehend erläuterten Versuch ermittelt und berücksichtigt werden.

In den Quadranten IIb wird die Rasterkennlinie eingetragen. Eine hauseigene Kennlinie ermittelt man wie folgt:

Man mißt einen mehrstufigen Graukeil (15 Stufen) mit dem Densitometer aus und notiert die erhaltenen Dichtewerte. Dieser Graukeil wird dann in dem zur Rasterung vorgesehenen Gerät mit dem zu verwendenden Kontaktraster aufgerastert, standardisiert entwickelt und getrocknet. Den hieraus resultierenden Rasterkeil mißt man, wie in Kapitel 3 beschrieben, aus. Die gefundenen Raster %-Werte werden in einem Diagramm eingetragen und ergeben die gesuchte Rasterkennlinie. Über die neue Rasterkennlinie, welche den eigenen Betriebsbedingungen entspricht, leitet man die neue Negativgradation ab. Es sollte versucht werden, die Rasterung so zu steuern, daß mit e i n e r Hauptbelichtung und einer standardisierten Entwicklung die unter Fig. 16, Quadrant IIb, eingetragene Rasterkennlinie möglichst erreicht wird.

Die Ableitung der gewünschten Gradation für die Auszugsnegative wird im vorliegenden Beispiel mit einer Dichte beschrieben. Zur Ermittlung der vollständigen Graukeilstufen müssen sinngemäß alle Graukeilstufen abgeleitet werden.

Ausgehend von der Abszisse „Dichte Original" D = 1.0 im Quadranten IIIa der Fig. 16 zieht man eine Linie senkrecht nach oben bis in den Quadranten Ia. Vom Schnittpunkt mit der eingezeichneten 3-Farbengradation geht man waagerecht nach links zur Skala „Dichte Druck". Hier kann man die erforderliche Druckdichte D = 0.36 ablesen. Von diesem Punkt geht man weiter nach links und es entstehen je 2 Schnittpunkte mit den beiden Graubalancekurven. Von den Schnittpunkten geht man senkrecht nach unten und kann die erforderlichen Rasterpunktgrößen ablesen, 33 % und 43 %, mit denen die gewünschte Dichte im Druck erreicht wird. Von den gefundenen Raster %-Werten 33 % und 43 % geht man von der Ordinate des Quadranten IIa nach rechts, und es ergibt sich je ein

Hell Verein / www.hell-kiel.de

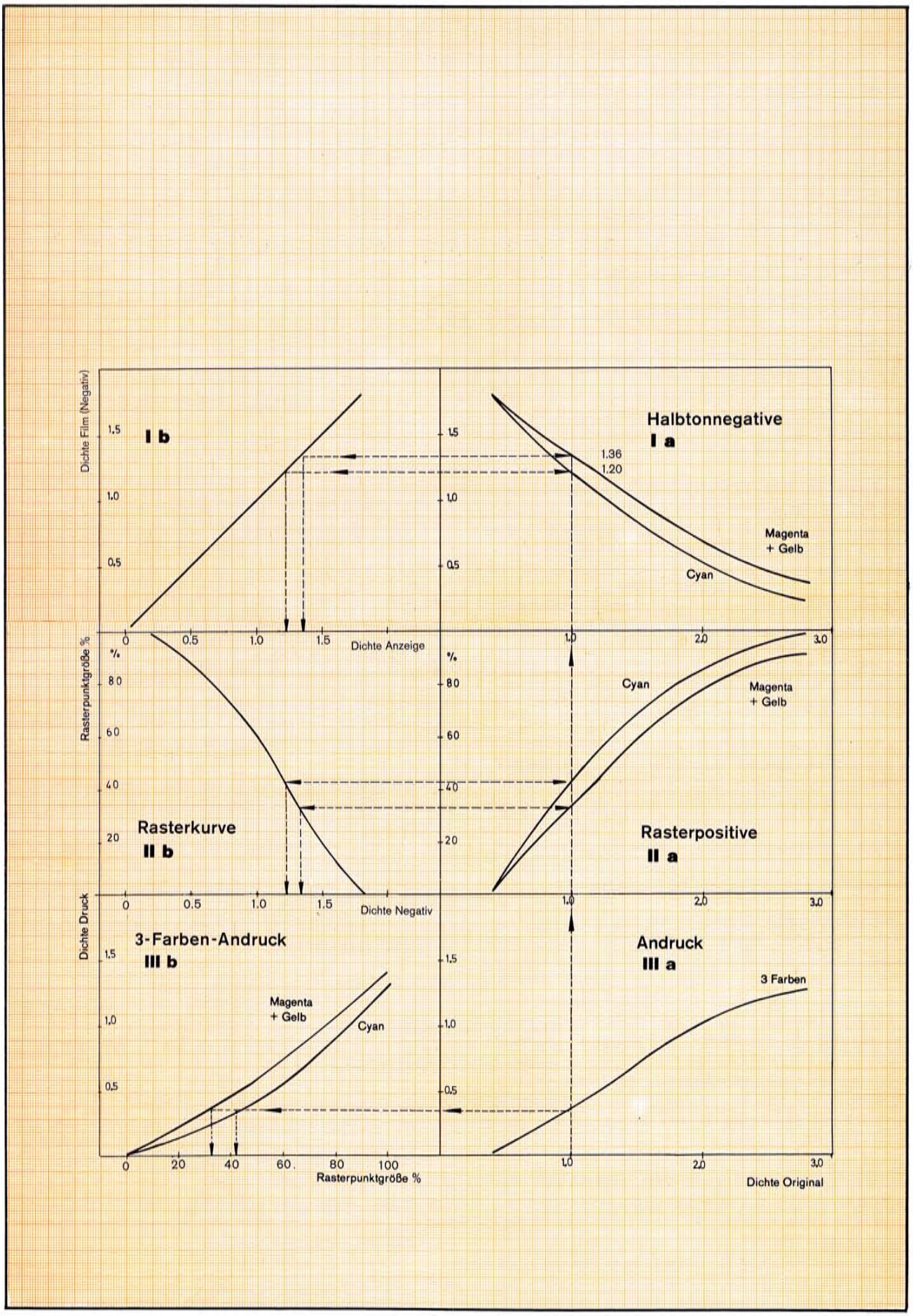


Fig. 16 Reproduktionszirkel zum Ermitteln der drei Farbgradationen

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Schnittpunkt mit der Senkrechten „Dichte Original" D = 1.0. Die Schnittpunkte ergeben die geforderten Werte für die Rasterpositivkurve. Nun muß die Halbton-Negativdichte ermittelt werden, die die gesuchte Punktgröße mit dem verwendeten Kontaktraster ergibt. Hierzu geht man von den Rasterpunktgrößen 33 % und 43 % des Quadranten IIa nach links, und es ergeben sich 2 Schnittpunkte mit der Rasterkennlinie. Von diesen Schnittpunkten geht man senkrecht nach unten auf die Abszisse „Dichte Negativ", wo man die erforderlichen Negativdichten D = 1,2 und 1,36 findet. Von diesen gefundenen Negativdichten geht man von der Ordinate des Quadranten Ia nach rechts und es ergibt sich je ein Schnittpunkt mit der Senkrechten „Dichte Original" D = 1.0. Die Schnittpunkte ergeben die geforderten Werte für die Auszugsnegative. Hierzu müssen die Anzeigewerte Schreibdichte ermittelt werden, welche die geforderten Negativdichtewerte auf dem Film ergeben. Hierzu geht man von den Negativdichtewerten D = 1.2 und D = 1.36 des Quadranten Ia nach links und es ergeben sich 2 Schnittpunkte mit der Dichte Film / Dichte Anzeige-Kennlinie.

Von diesen Schnittpunkten geht man senkrecht nach unten auf die Linie Anzeigewerte, wo man die erforderlichen Schreibdichten findet, also 1.20 und 1.36. Diese Anzeigewerte werden an die entsprechenden Schnittpunkte im Quadranten Ia geschrieben.

Die Dichte Film / Dichte Anzeige-Kennlinie bildet normalerweise eine Gerade unter einem Winkel von 45°. Kleinere Abweichungen bis ca. D = 0.05 können durch die Gradationsregler ausgeglichen werden. Treten größere Abweichungen auf, so sollte die Filmlinearisierung erneut durchgeführt werden.

In der Praxis wird man später nur die Quadranten Ia, II a und II b verwenden. Man trägt hierzu die Rasterpositivkurve im Quadranten II a als vorgegeben ein und ermittelt die Negativkurve wie beschrieben. Dies kann man sich erlauben, da die Druckergebnisse bei gleichem Papier und gleicher Farbe im allgemeinen konstant sind. Außerdem ist die ermittelte Graubalancekurve sehr schwierig zu erstellen.

Ist die erforderliche Gradation einmal festgelegt, so ist es zur späteren Kontrolle nicht nötig, jeweils die ganze Gradationskurve aufzutragen. Für ein einfaches wie zweckmäßiges Kontrollverfahren werden einfach die 3 A-M-B-Kontrollfelder von Kodak (Special Dye Density Patches) oder 3 entsprechende neutralgraue Farbstoffelder mitgeschrieben. Die Kodak-Kontrollfelder haben eine Dichte von jeweils 0.4 (A) — 1.3 (M) — 2.4 (B). Zur Kontrolle der Auszüge zieht man jeweils die Dichte des Feldes M von der Dichte des Feldes A und die Dichte des Feldes B von derjenigen des Feldes M ab. Die erhaltenen Differenzwerte, also A minus M und M minus B, sollten dann für den Cyanauszug im Verhältnis 8:6 stehen, für den Magenta- und Gelbauszug im Verhältnis 6,5:6 (Rechenscheibe oder Rechenstab benutzen). Sind diese Bedingungen erfüllt, so hat der Farbsatz die erforderliche Gradation und Graubalance (Fig. 17). Die angegebenen Verhältnisse gelten als Beispiel für einen Kodak-Magenta-Positivraster. Werden Raster anderer Fabrikate und Arten verwendet, so ist dies Verhältnis aus den ermittelten Gradationskurven abzulesen.

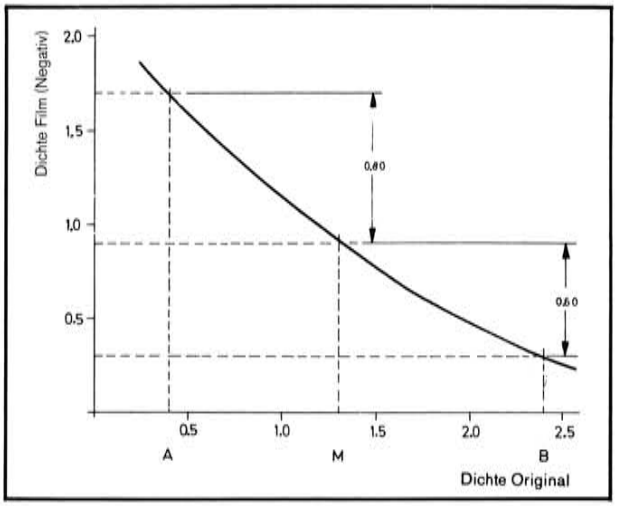


Fig. 17 Gradationskontrolle mit Hilfe der Kodak-AMB-Kontrollfelder

Dieses Verfahren läßt sich allerdings nur anwenden, wenn die Originaldichten der Diapositive im Licht von 0.2 bis 0.4 und in der Tiefe über 2.4 liegen. Doch trifft dies bei den meisten richtig belichteten und entwickelten Dias zu.

Man kann natürlich auch einen Graukeil mitschreiben und die Lichterdichte der Dias markieren. Dieser markierte Weißpunkt entspricht dem Feld A. Dann markiert man jeweils 2 Punkte, die in der Dichte um 0.9 und 2.0 über dem Weiß liegen. Sie entsprechen dann den Feldern M und B, und das Verfahren kann genauso angewendet werden; es ist dann unabhängig von den vorgegebenen Dichten der Testfelder.

Hierzu muß jedoch bemerkt werden, daß ein Silbergraukeil, ausgemessen mit einem Densitometer ohne Kondensor, meist etwa 20 % weniger dicht erscheint als mit dem Chromagraph DC 300 abgetastet, da durch das Silberkorn im Film das auffallende Licht nicht in gleicher Richtung, sondern gestreut durchgelassen wird. Das Densitometer sammelt alles durchgelassene Licht, der Chromagraph DC 300 nur das senkrecht austretende!

Unter Berücksichtigung dieses „Callier-Effekts" muß — um dem Chromagraph DC 300 zum Beispiel eine Dichte 2.0 mittels eines Silbergraukeils vorzulegen — eine Stufe gewählt werden, die die densitometrisch ermittelte Dichte 1.6 hat.

Um die Bedienung des Chromagraph DC 300 zu erleichtern, wurde eine Gradationskurve, welche diese Bedingungen erfüllt, als Festgradation vorgegeben. Natürlich kann diese Festgradation nur als Durchschnittswert betrachtet werden. Durch die Gradationsregler „Mitteltöne" (80—83), „Lichter- (85) und Tiefenzeichnung" (86) kann sie den jeweiligen Druckbedingungen angepaßt werden.

Beim Drücken der Taste „↘" (100) im Steuersatz wird nicht nur der Lichtweg der Abtastbeleuchtung umgeschaltet, sondern zusätzlich werden die vorgegebenen Festgradationen den verringerten Dichteumfängen der Aufsichtsbilder angepaßt.

Hell Verein / www.hell-kiel.de

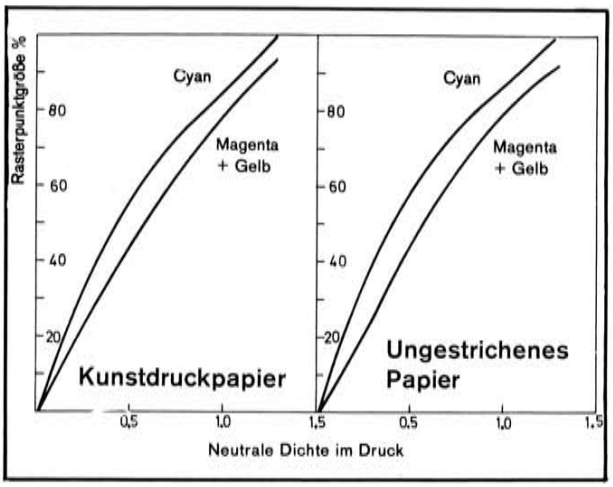


Fig. 18 Einfluß der Papierqualität auf die Graubalance

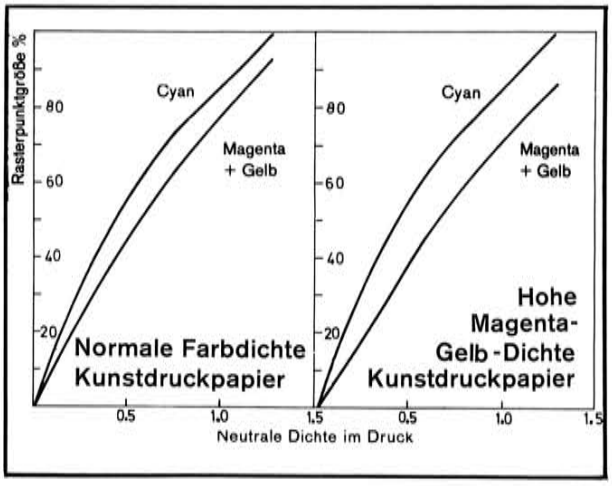


Fig. 19 Einfluß der Druckfarbenqualität auf die Graubalance

1. 3. Graubalance

A. Zweck und Voraussetzungen

Die Graubalance, verschiedentlich auch als Farbenbalance bezeichnet, bestimmt, in welchem Verhältnis die Farbskalen zueinander stehen müssen, damit graue Vorlagentöne wieder grau werden. Dies ist eine der wichtigsten Bedingungen bei der Farbreproduktion! Selbst wenn keine neutralen Stellen in der Vorlage vorhanden sind, besteht eine Verbindung der einzelnen Farben mit der Grauskala. Die zu erreichende Balance ist abhängig vom Papier, dabei besonders von seinem Farbton, von den Druckfarben und ihrer Farbstärke beim Druck sowie schließlich auch vom Druckverfahren und der Druckform. Magenta und Gelb setzen sich als Farbe stärker durch als Cyan. Deshalb muß man vom letzteren relativ mehr vorsehen, um im Zusammendruck einen neutralen Ton zu erhalten.

Fig. 18 und 19 zeigen die Abhängigkeit der erforderlichen Punktgröße im Rasterpositiv von der zu erzielenden Graudichte unter verschiedenen Bedingungen. Bei warmtönigem Papier (ungestrichen) braucht man weniger Gelb und Magenta. Verwendet man zum Druck farbstärkere Gelb- und Magentafarben, so benötigt man von diesen in den Grautönen auch weniger. In den vollen Farben erzielt ein kräftiger Farbauftrag aber entsprechend leuchtendere Gelb- und Rottöne.

In der Regel wird man mit nur einem der dargestellten Graubalance-Diagramme auskommen und dies bei der Herstellung der Halbtonauszüge berücksichtigen, indem man für Gelb und Magenta entsprechend hellere Graugradationen wählt sowie auch den Tiefenpunkt heller hält als für den Cyanauszug. Man berücksichtigt die Graubalance auch deshalb in den Halbtonauszügen, weil sie sich dabei am besten kontrollieren läßt und man zudem eine standardisierte Aufrasterung anwenden kann.

Eine übliche und für die meisten standardisierten Druckfarben zutreffende Graubalance ist im Chromagraph DC 300 bereits berücksichtigt!

Sie wird in Schalterstellung „Gradationstyp Offset/Buchdruck, Halbton und Raster" wirksam. Treffen diese eingebauten Graubalancekurven für bestimmte Druckbedingungen nicht zu, so können die erforderlichen Kurven mit Hilfe der Gradations- und der Farbrücknahmeregler individuell eingestellt werden.

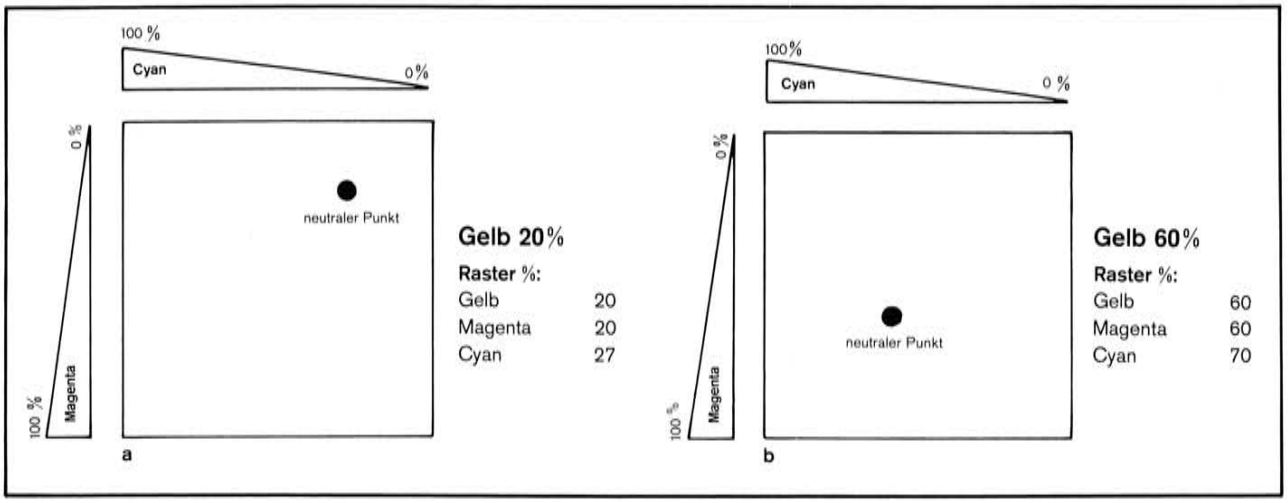


Fig. 20 Neutraler grauer Punkt, neutrale Dichte im Druck

Hell Verein / www.hell-kiel.de

B. Herstellen eines Diagramms

Ein eigenes Graubalance-Diagramm wird in der Praxis allgemein nicht hergestellt, da die erforderlichen Ermittlungen recht umfangreich sind. Zum besseren Verständnis für die einzelnen Kurven soll dessen Herstellung jedoch kurz erläutert werden.

Zuerst druckt man einen verlaufenden Rasterkeil (0 bis 100 %) mit wechselnder Farbstärke in den vier Druckfarben. Aus diesen Drucken sucht man denjenigen mit der höchsten Farbdichte in der Vollfläche und noch offenem 80 %-Rasterpunkt heraus. Nun mißt man unter dem Densitometer die Farbdichte der vollen Fläche aus, die dann für alle weiteren Drucke gilt, wie z. B.:

Gelb	D = 0.9
Magenta	D = 1.2
Cyan	D = 1.2
Schwarz	D = 1.7

Mit diesen Farbdichten druckt man dann folgende Blätter: Gelbe Rasterflächen mit 10 %, 20 % usw. bis 100 %; auf diese Rasterflächen druckt man anschließend jeweils in Cyan und Magenta kontinuierlich von 100 % bis 0 % verlaufende Rastertöne. — Auf jedem dieser Drucke wird nun ein neutraler grauer Punkt zu finden sein, wie etwa in Fig. 20 dargestellt.
Die Dichte dieser neutralen Punkte mißt man im Densitometer aus; sie erscheint dann auf der Abszisse des Diagramms als neutrale Dichte im Druck. Aus den Rasterpositivfilmen ermittelt man die Raster %-Werte und trägt sie an der Ordinate des Diagramms als Rasterpunktgröße % auf. Aus den erhaltenen Werten ergibt sich die gesuchte Kurve!

1. 4. Schwarzauszug

A. Durchführungshinweise

Da die gesamte Herstellung und der Farbaufbau der Bildreproduktion auf die drei subtraktiven Grundfarben abgestimmt sind, sollte es möglich sein, mit diesen allein auszukommen. Ein zusätzlicher Schwarzdruck könnte demnach nur noch eine Verschmutzung und Verschwärzlichung der Reproduktion bringen. Dies passiert auch tatsächlich, wenn der Schwarzauszug nicht genau auf die Tonwertwiedergabe der drei Farben abgestimmt ist oder für den Schwarzdruck Platz geschaffen wird; das heißt, daß man die Menge der drei Farben überall dort zurücknimmt, wo Schwarz gedruckt werden soll. Diesen Vorgang bezeichnet man mit „Farbrücknahme" oder „Unterfarbenentfernung".

Einen Schwarzdruck verwendet man hauptsächlich aus folgenden Gründen:

1. Um ein tieferes Schwarz und bessere Tiefenzeichnung zu erhalten.
2. Zur Vereinfachung der Druckbedingungen hinsichtlich der Graubalance.
3. Um die teuren farbigen Druckfarben durch die relativ billige schwarze Farbe zu ersetzen.

Für die Gradation eines korrekt hergestellten Schwarzauszuges gibt es keine Standardlösung, weil eine Vielzahl von Möglichkeiten besteht. Beim Dreifarbendruck besteht nur eine einzige Kombination der drei Druckfarben, durch die sich ein bestimmter Farbton erzielen läßt. Wird jedoch Schwarz hinzugefügt, so kann ein bestimmter Grauton, zum Beispiel viel Schwarz und wenig Farbe oder umgekehrt mehr Farbe und weniger Schwarz enthalten. Die Aufgabe des Schwarzauszuges ist es, Schwärzung, Kontrast und Details, also kurz „Zeichnung", zu liefern, die sich mit den drei Druckfarben nicht erreichen läßt. Eine allein auf den 3 Druckfarben aufgebaute Reproduktion würde einen Kurvenverlauf wie in Fig. 21 (3-Farben-Kurve) haben. Angestrebt wird aber eine Reduzierung des Dichteumfanges der Vorlagen, der dem visuellen Eindruck entspricht! (Fig. 22.) Im allgemeinen hat sich eine geradlinige Reduzierung des Dichteumfanges entsprechend der geraden Linie in Fig. 21 (4-Farben-Kurve) als ausreichend erwiesen. Der Schwarzauszug müßte

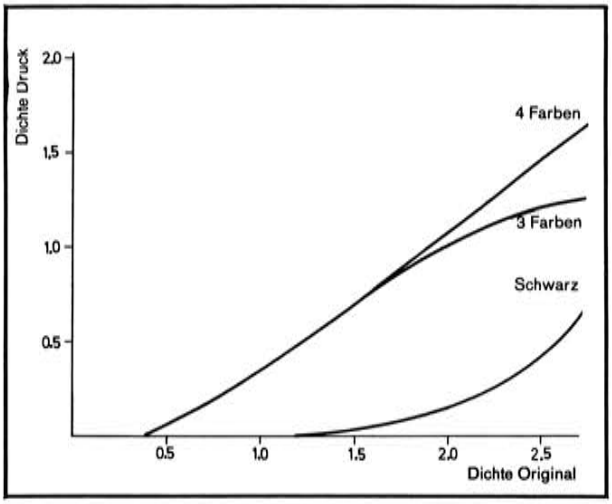


Fig. 21 Verschiedene Zusammenhänge zwischen Original- und Druckdichte

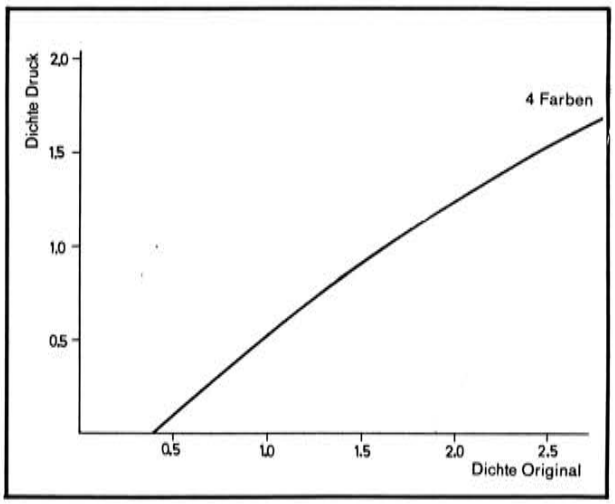


Fig. 22 Beispiel eines Zusammenhanges zwischen Original- und Druckdichte im 4-Farben-Druck

Hell Verein / www.hell-kiel.de

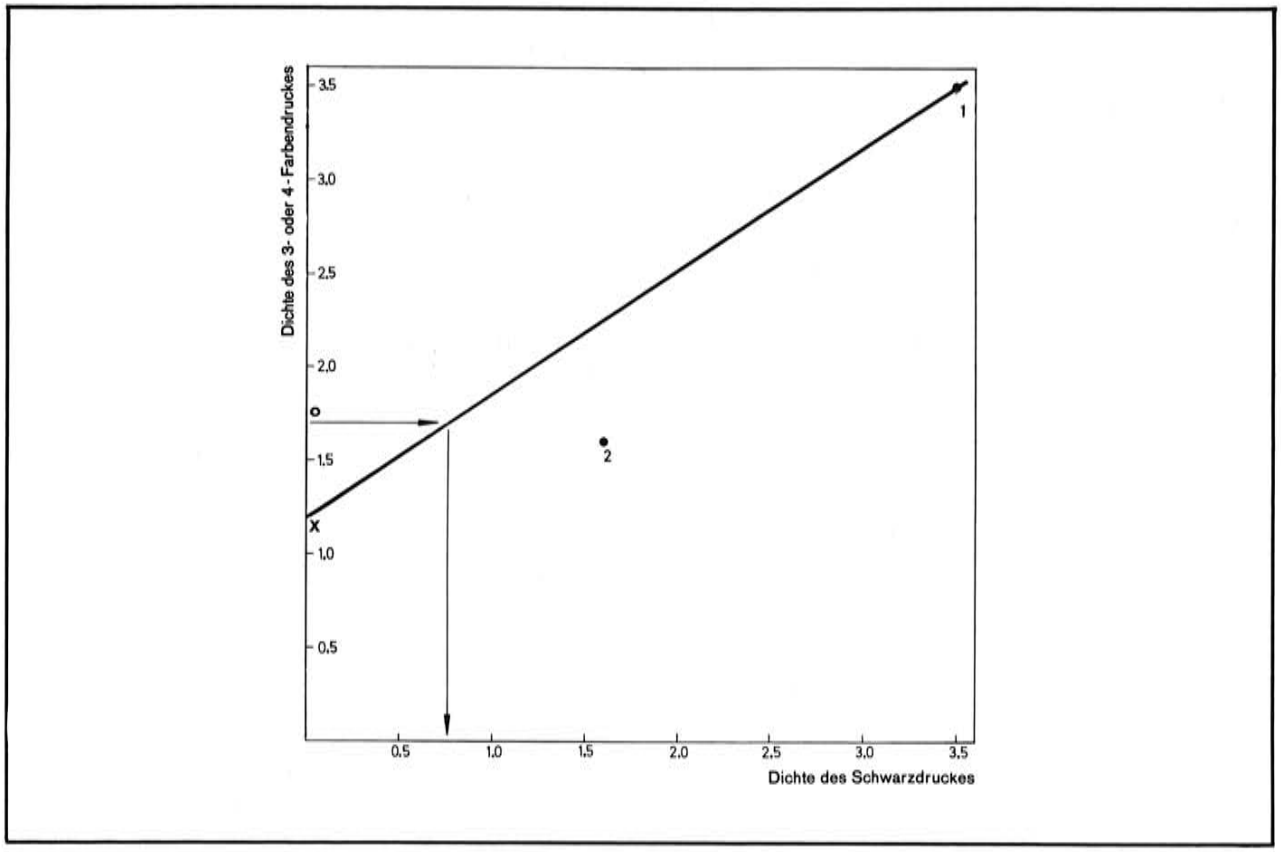


Fig. 23 Ermitteln der Schwarzdichte

also die Differenz zwischen den beiden Kurven ausgleichen, und man könnte annehmen, daß sich eine erforderliche Dichte von 1.6, die mit den drei Grundfarben nur mit einer Dichte von 1.3 wiedergegeben wird, durch einen zusätzlichen Schwarzdruck von 0.3 angleichen läßt. In der Praxis hat sich aber erwiesen, daß dies nicht ausreicht! Es ist eine Dichte von etwa 0.5 erforderlich. Der Grund hierfür liegt in optischen Effekten, die eine nichtlineare Addition ergeben. In Fig. 23 ist das Verhältnis dieser Addition dargestellt und mit Hilfe dieses Diagramms läßt sich der erforderliche Schwarzauszug leicht berechnen. Auf der senkrechten Achse sind die Dichten des Drei- bzw. Vierfarbendruckes und auf der waagerechten die Dichte des Schwarzdruckes aufgetragen. Druckversuche haben ergeben, daß das additive Verhalten geradlinig darstellbar ist. Die Linie geht bei Kunstdruckpapier durch den Punkt 1 und bei unbeschichtetem durch den Punkt 2. Zur Ermittlung der Dichte des Schwarzdruckes, die erforderlich ist, um die gewünschte Gesamtdichte zu erreichen, geht man folgendermaßen vor:
Wie in Fig. 23 durchgeführt, zeichnet man eine gerade Linie, die Papierkennlinie, durch den Punkt 1 (für Kunstdruckpapier) bzw. durch den Punkt 2 (für unbeschichtetes Papier) und der gemessenen 3-Farbendichte auf der senkrechten Achse (x). Man findet die benötigte Schwarzdichte, indem man die gewünschte 4-Farbendichte (o) auf der senkrechten Achse aufsucht und dann eine Linie waagerecht nach rechts bis zur Papierkennlinie sowie vom Schnittpunkt senkrecht nach unten zieht. Hier ist die gesuchte Schwarzdichte direkt ablesbar. Dieser Vorgang ist für alle Punkte der 3-Farbengradation durchzuführen. Da der 3-Farbendruck aber keine gerade Wiedergabekurve hat, sondern eine Verflachung in den Tiefen aufweist, benötigt man einen Schwarzauszug mit übersteigerter Tiefenzeichnung. Der benötigte Hochlichtkontrast ist dann bereits vorhanden, und somit wird das Schwarz in diesem Bereich ganz entbehrlich (Fig. 21).

B. Berechnen des Schwarzauszuges
Fig. 24

1. 3-Farbendruck herstellen, mit dem Densitometer ausmessen und die Werte in ein Diagramm eintragen (Quadrant IIIa).
2. Die gewünschte 4-Farben-Kurve eintragen, indem man den geraden Teil der 3-Farben-Kurve verlängert.
3. Gerasterten Graukeil mit schwarzer Druckfarbe in gewünschter Farbstärke (echtes Schwarz etwa Dichte 1.7) drucken, den Druck mit dem Densitometer ausmessen und das Verhältnis Raster % zu Druckdichte in das Diagramm eintragen (Quadrant IIIb).
4. Wie unter Absatz A schon beschrieben, über ein „Schwarz-Additionsdiagramm" den erforderlichen Schwarzdruck konstruieren und in das 3-Farben-Druckdiagramm eintragen (Quadrant IIIa). Über die Druckkurve Quadrant IIIb (Raster % / Druckdichte) die Rasterpositiv-Gradation ableiten.
5. Von einer bestimmten Originaldichte aus, z. B. D = 2.3 im Quadrant IIIa, eine senkrechte Linie bis in das Rasterpositiv-Diagramm ziehen.

Hell Verein / www.hell-kiel.de

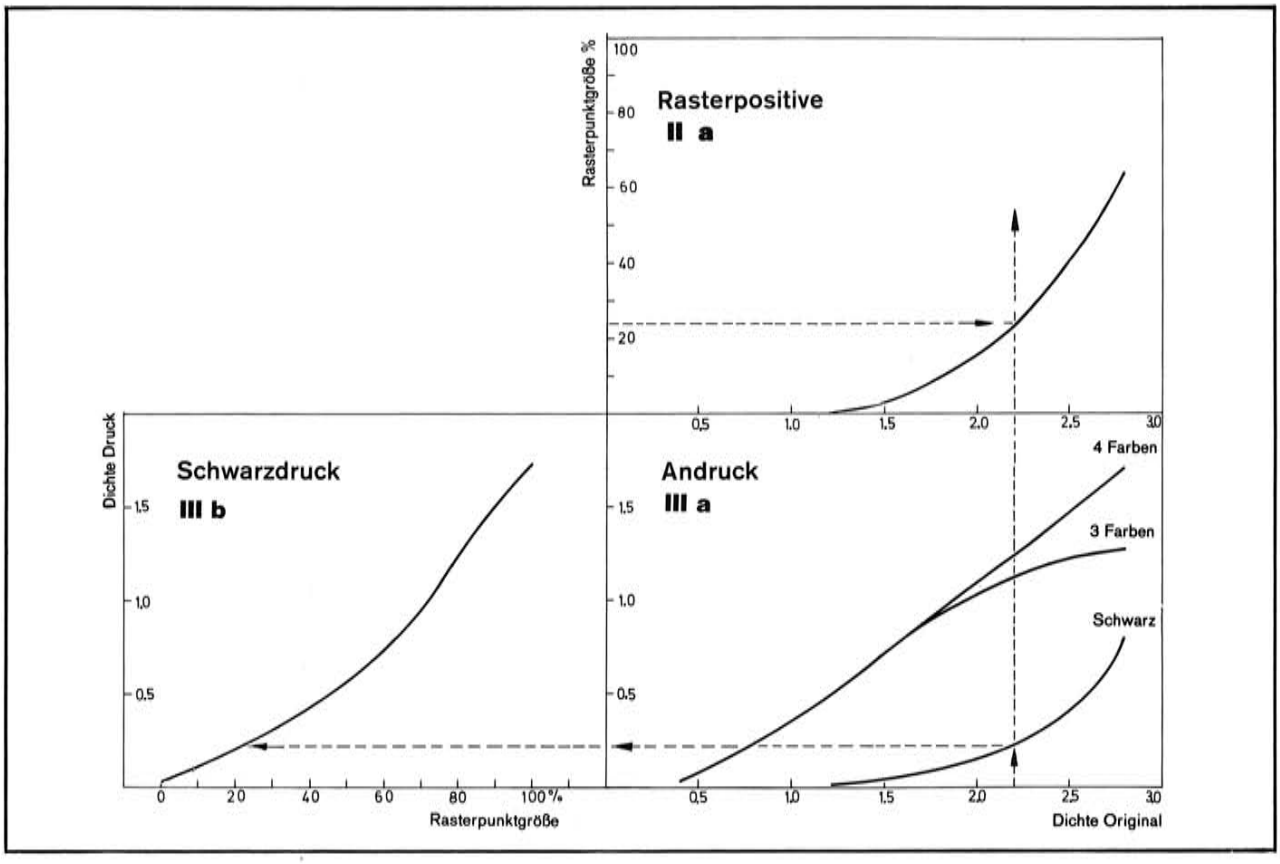


Fig. 24 Reproduktionszirkel zum Berechnen des Schwarzauszuges

Vom Schnittpunkt dieser Linie mit der gewünschten Schwarzkurve aus geht man waagerecht nach links bis zur Schwarz-Druckkurve und von diesem Schnittpunkt senkrecht nach unten: man erhält die erforderlichen Rasterprozentwerte, die auch auf der senkrechten Achse des Quadranten II a aufgetragen sind.

6. Vom Rasterprozentwert im Quadranten II a eine Linie waagerecht nach rechts ziehen: der Schnittpunkt mit der Originaldichte ergibt den gesuchten Wert für das Rasterpositiv.

In gleicher Weise verfährt man mit den anderen Originaldichtewerten, bis die vollständige Rasterpositiv-Gradation für den Schwarzauszug vorliegt. Das weitere Verfahren zur Ableitung der Halbtonnegativ-Gradation und der am Chromagraph DC 300 einzustellenden Gradationskurve erfolgt wie unter Abschnitt 1.2. beschrieben.

Wie bereits in den Abschnitten „Tonwertverlauf" und „Graubalance" für die Farbauszüge erwähnt, so ist auch eine Festgradation für den Schwarzauszug im Chromagraph DC 300 vorgegeben. Diese vorgegebene Gradation entspricht einem Skelettschwarz und wird in Schalterstellung Farbauszug „Schwarz" eingeschaltet. Sie kann durch den Regler „Gradation-Mitteltöne-Schwarz" (83) den gewünschten Bedingungen angepaßt werden.

1. 5. Farbrücknahme

Da die kleinste Farbdosierung der drei Farben gleich dem Schwarzanteil ist, kann man als vierte Druckform diesen Anteil mit schwarzer Farbe hinzudrucken. Es liegt nahe, den entsprechenden Anteil an Buntfarbe dann aus den Farbauszügen abzuziehen. Man nennt dies Farbrücknahme (Unterfarbenentfernung = under-colour removal). Es hat dies neben der Ersparnis teurer Farben den Vorteil, daß auch die gesamte Farbmenge reduziert und damit ein Naß-in-Naß-Druck möglich wird. Erfahrungsgemäß kann man so viel Farbe naß-in-naß drucken, daß die Summe der einzelnen Tonwerte etwa 240 % beträgt. Drei Vollfarben hätten aber schon 300 % und gäben doch noch kein sattes Schwarz, welches mit weiteren 50 % nötig wäre.

Druckt man statt dessen 80 % Schwarz, dazu noch 60 % Cyan und je 50 % Magenta und Gelb, so erhält man ein tiefes Schwarz mit insgesamt 240 % Farbe. Aus den eben genannten Zahlen ist zu erkennen, daß man niemals, wie im Grenzfall der Fig. 25, so viel Farbe zurücknimmt wie Schwarz hinzukommt, sondern wesentlich weniger. Dabei sollen Magenta und Gelb etwas mehr zurückgenommen werden als Cyan, damit diese Farben untereinander bereits einen neutralen Ton ergeben. Bei gleichen Buntfarbanteilen würde der Ton des Magenta und Gelb immer etwas vorwiegen.

Farbrücknahme kann fotomechanisch wie elektronisch durch Abziehen eines positiven (Hinzufügen eines negativen) Schwarzauszuges erfolgen. Bei der Elektronik heißt das, daß die Schwarzrechnung zugleich mit der Farbrechnung erfolgen muß. Es ist eine weitere Eigenheit der Farbrücknahme, daß man sie nur in den mittleren und vor allem tiefen Tönen wirken lassen will, während die lichten Töne als 3-Farben-Druck gedruckt werden.

Hell Verein / www.hell-kiel.de

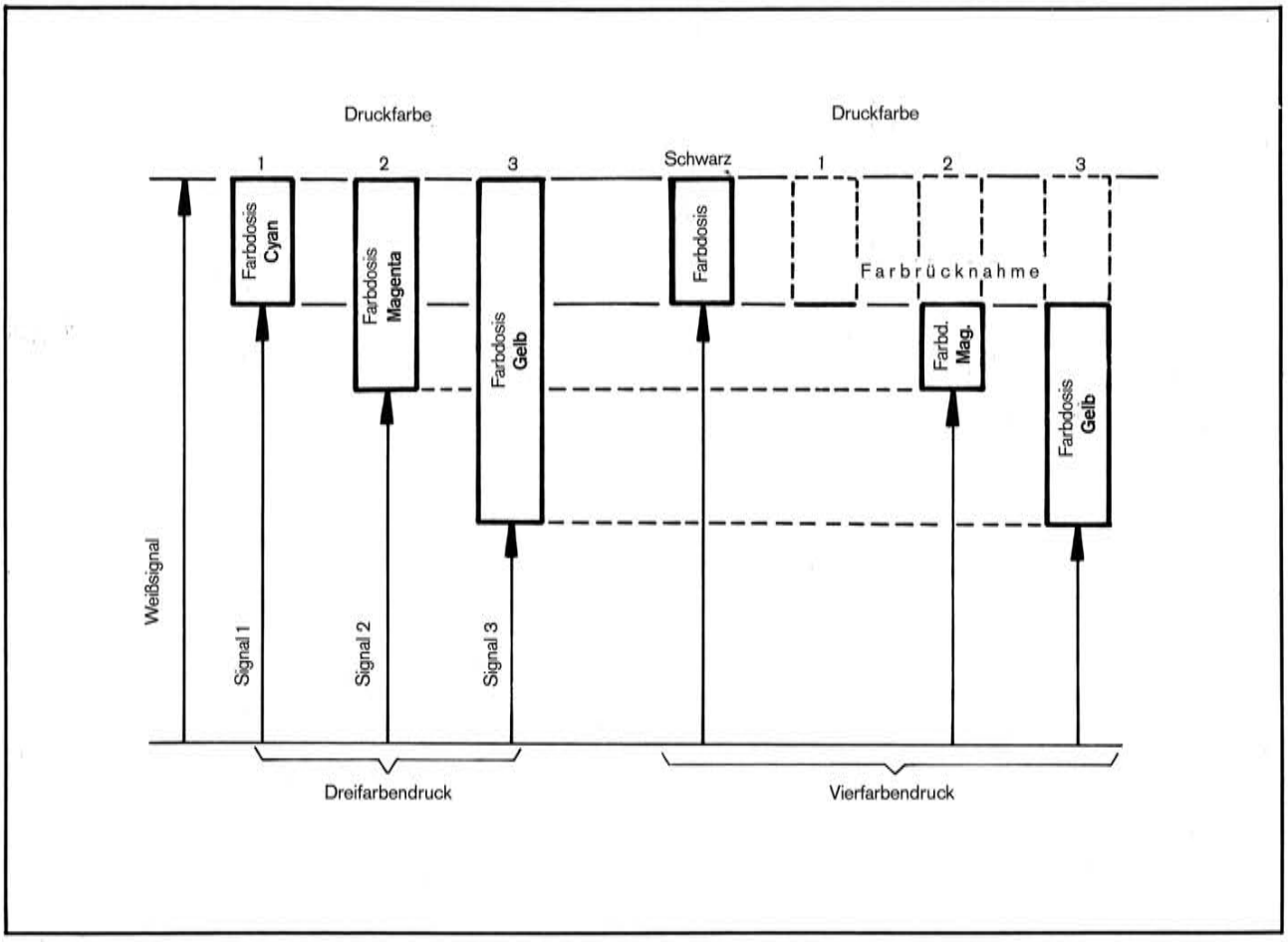


Fig. 25 Farbrücknahme und Schwarzanteil

Deshalb wird auch der zugehörige Schwarzauszug in den Lichtern sehr hell und verflacht gehalten. Wenn man fast oder gar keine Farbrücknahme macht, hat das zur Folge, daß der Schwarzauszug auch in den Mitteltönen heller gewählt wird. Man spricht dann von einem S k e l e t t s c h w a r z.

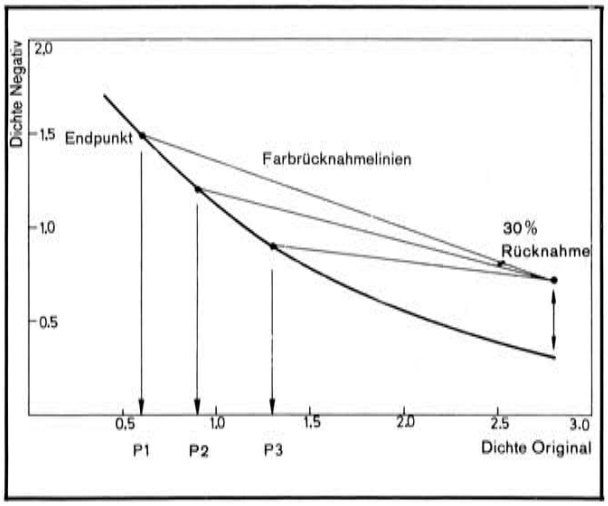


Fig. 26 Farbrücknahme im Gradationsdiagramm

Liegt eine Angabe über Farbrücknahme in Prozenten (zum Beispiel 30 %) vor, so versteht man darunter meist eine entsprechende Reduzierung des Negativ-Dichteumfanges –

zum Beispiel

Negativ-Dichteumfang		1,7 – 0,3 =	1,4
30 % Farbrücknahme (von 1,4)			0,42
Schattendichte	0.3		
+ Farbrücknahme	0.42		
= Aufhellung (Rücknahme) des Schwarz bis auf			0.72

Trägt man diese Rücknahme in ein Gradationsdiagramm ein, so hat die Farbrücknahme auch einen Einsatzpunkt in der Gradationskurve P 1 bis P 3 in Fig. 26. Diesen kann man mit dem Regler „Einsatz" einstellen. (Normalstellung etwa „8".) Der Betrag oder die Menge der Farbrücknahme (z. B. 30 % oder 50 %) stellt man mit den Reglern „Farbrücknahme" ein. Im Extremfall dürfen die Regler nur so weit aufgedreht werden, bis die Farbrücknahmelinie vom Einsatzpunkt an waagerecht verläuft! (Oszillograph) Eine Umkehrung ist zu vermeiden, da sie sich nur schwer mit dem Schwarzauszug ausgleichen läßt. Zur Berechnung des erforderlichen Schwarzauszuges ist das gleiche Verfahren wie unter Abschnitt 1.4., Absatz B, beschrieben anzuwenden. Der Schwarzauszug soll später die durch die Farbrücknahme eingetretene Aufhellung der Tonwert-Wiedergabekurve ausgleichen (Fig. 27 bis 30).

Hell Verein / www.hell-kiel.de

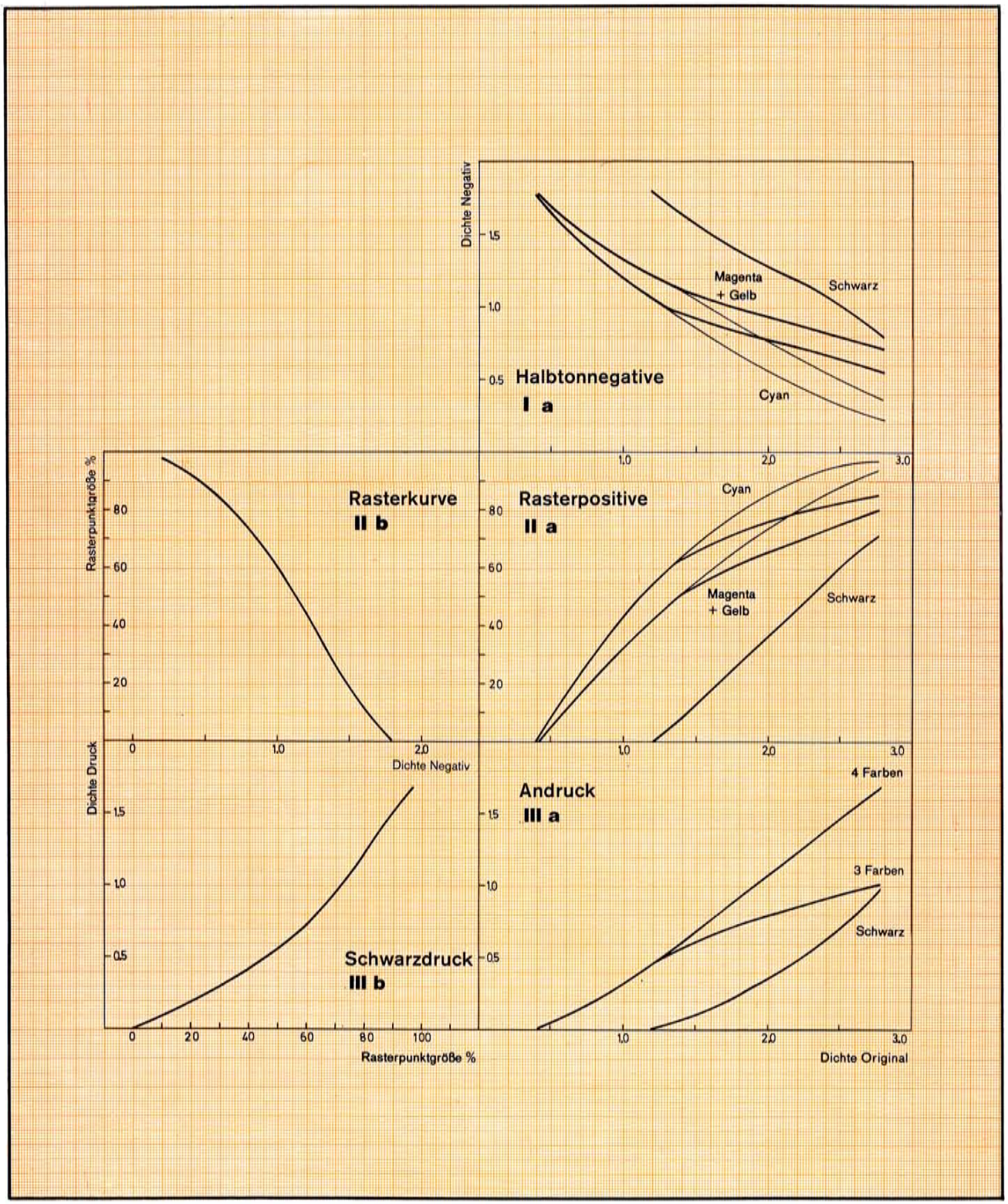


Fig. 27 Reproduktionszirkel Übersicht für 20% Farbrücknahme

Hell Verein / www.hell-kiel.de

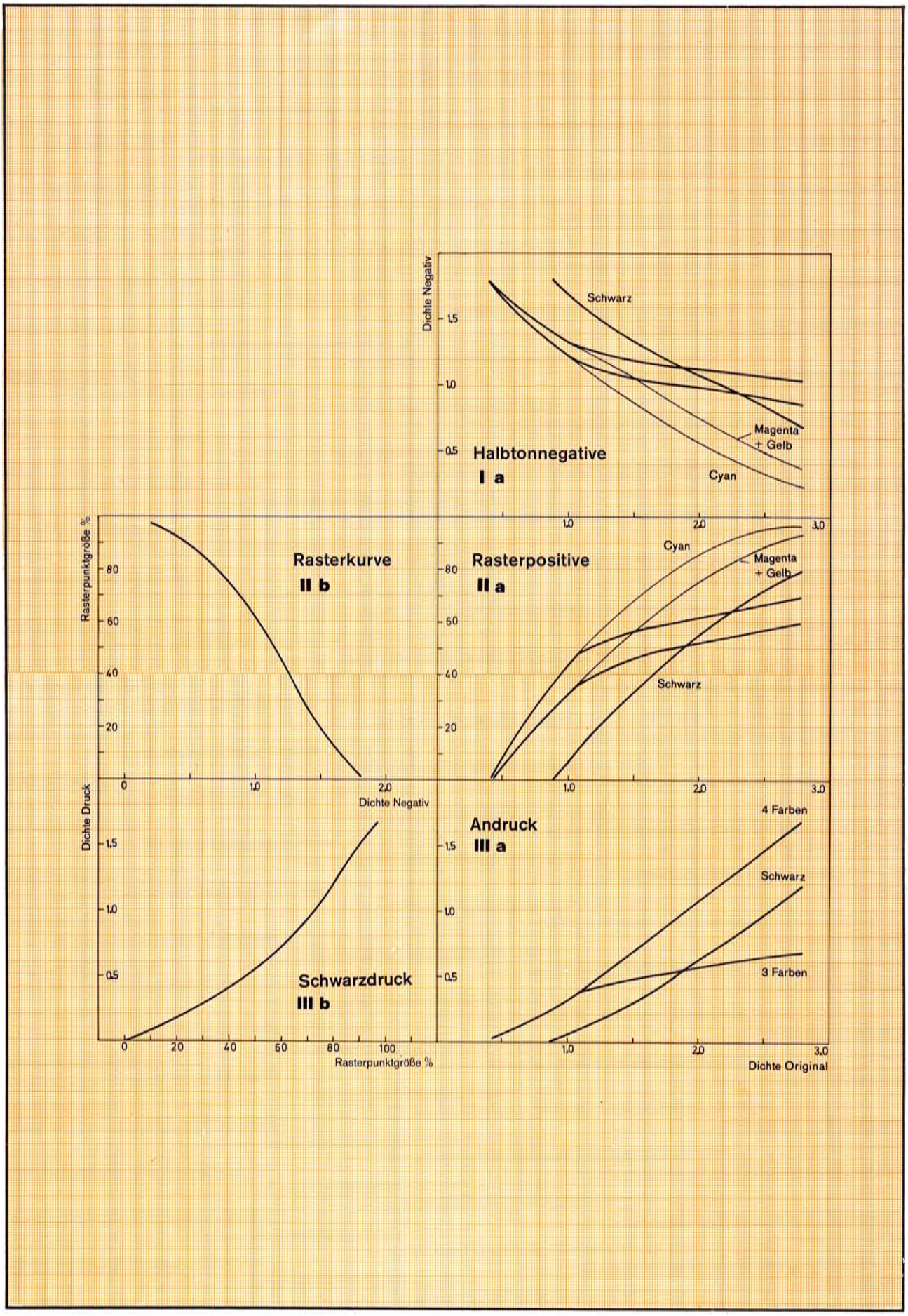


Fig. 28 Reproduktionszirkel Übersicht für 40% Farbrücknahme

Hell Verein / www.hell-kiel.de

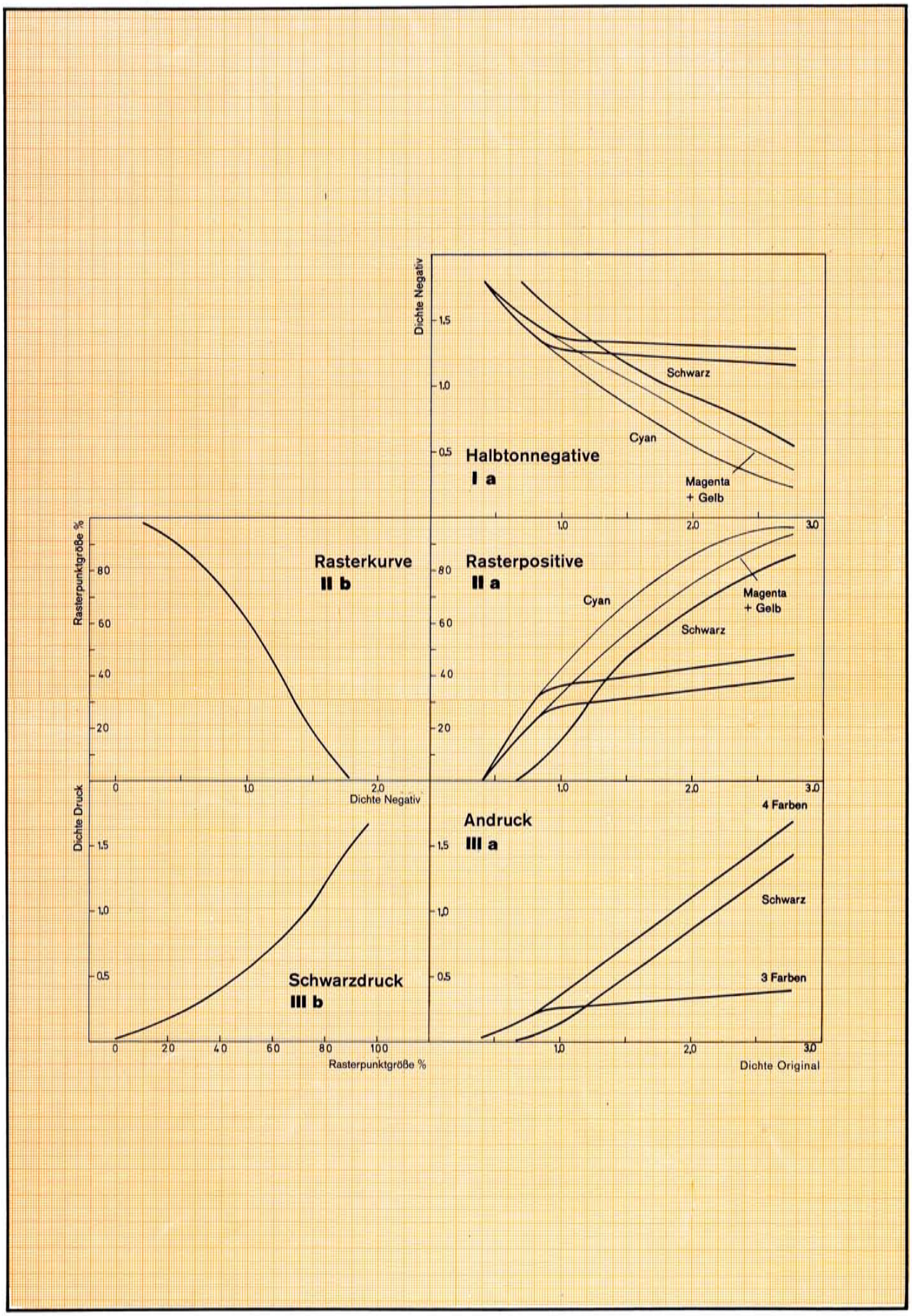


Fig. 29 Reproduktionszirkel Übersicht für 60% Farbrücknahme

Hell Verein / www.hell-kiel.de

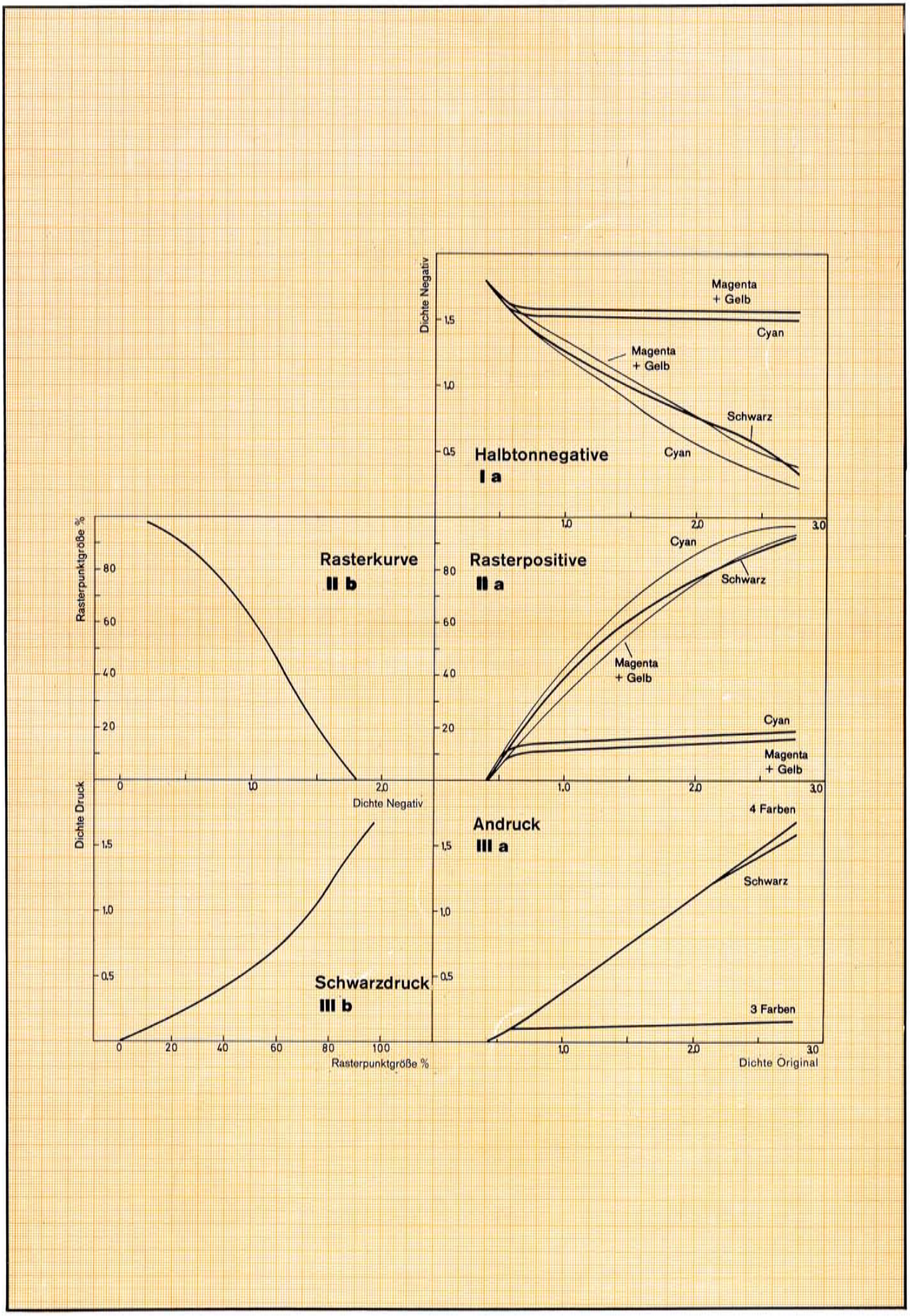


Fig. 30 Reproduktionszirkel Übersicht für 80% Farbrücknahme

Hell Verein / www.hell-kiel.de

1. 6. Farbzugabe

Die Farbzugabe dient der Beseitigung von Farbstichen in tiefen Bildschatten; sie kommen häufig vor und entstehen durch unzureichende Dichte einer der drei Farbkomponenten im Diapositiv. Die Farbzugabe stellt das Gleichgewicht wieder her und ist eine Umkehrfunktion zur Farbrücknahme. Das Schwarz oder die neutralen Töne werden hierbei also nicht aufgehellt, sondern ihre Dichte wird erhöht. Dabei bleibt eine am Gerät eingestellte Maximaldichte erhalten; lediglich die dunklen Grautöne werden bis auf diesen Maximalwert verstärkt (Fig. 31). Der Einsatzpunkt der Farbzugabe wird mit dem Regler „Einsatz" eingestellt.

Durch die Farbzugabe werden die farbstichigen Bildtiefen neutralisiert. Ein mitreproduzierter Graukeil ist dabei jedoch merklichen Veränderungen in der Gradation unterworfen (Fig. 31b)! Die Entstehung des Farbzugabesignals aus der Farbrücknahme erklärt, daß es nur auf neutrale oder dunkle, verschwärzlichte Bildstellen wirkt, reine Farben aber nicht verändert. Fig. 32 veranschaulicht das Aussehen des Originals und seine Korrektur.

Diese Methode wird meistens bei Duplikatdiapositiven erforderlich sein, da durch die Verwendung von Kontrastreduzierungsmasken bei der Duplikatherstellung oftmals die reinen Farben gesättigter sind als das Schwarz. Ein Farbstichausgleich mit den Reglern „Farbstichausgleich" (50—55) würde hier keine Verbesserung bringen, sondern im Gegenteil durch eine zwangsläufige Überkorrektur der reinen Farben die Tiefenzeichnung verschlechtern.

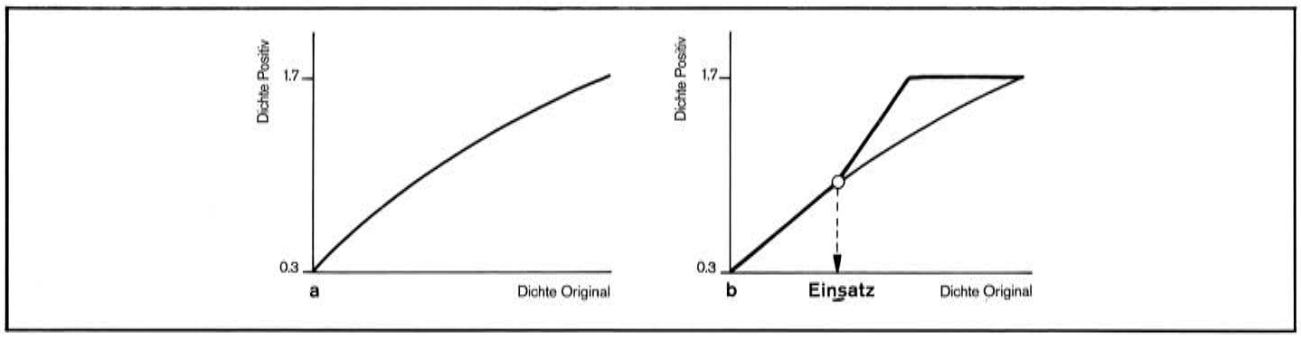
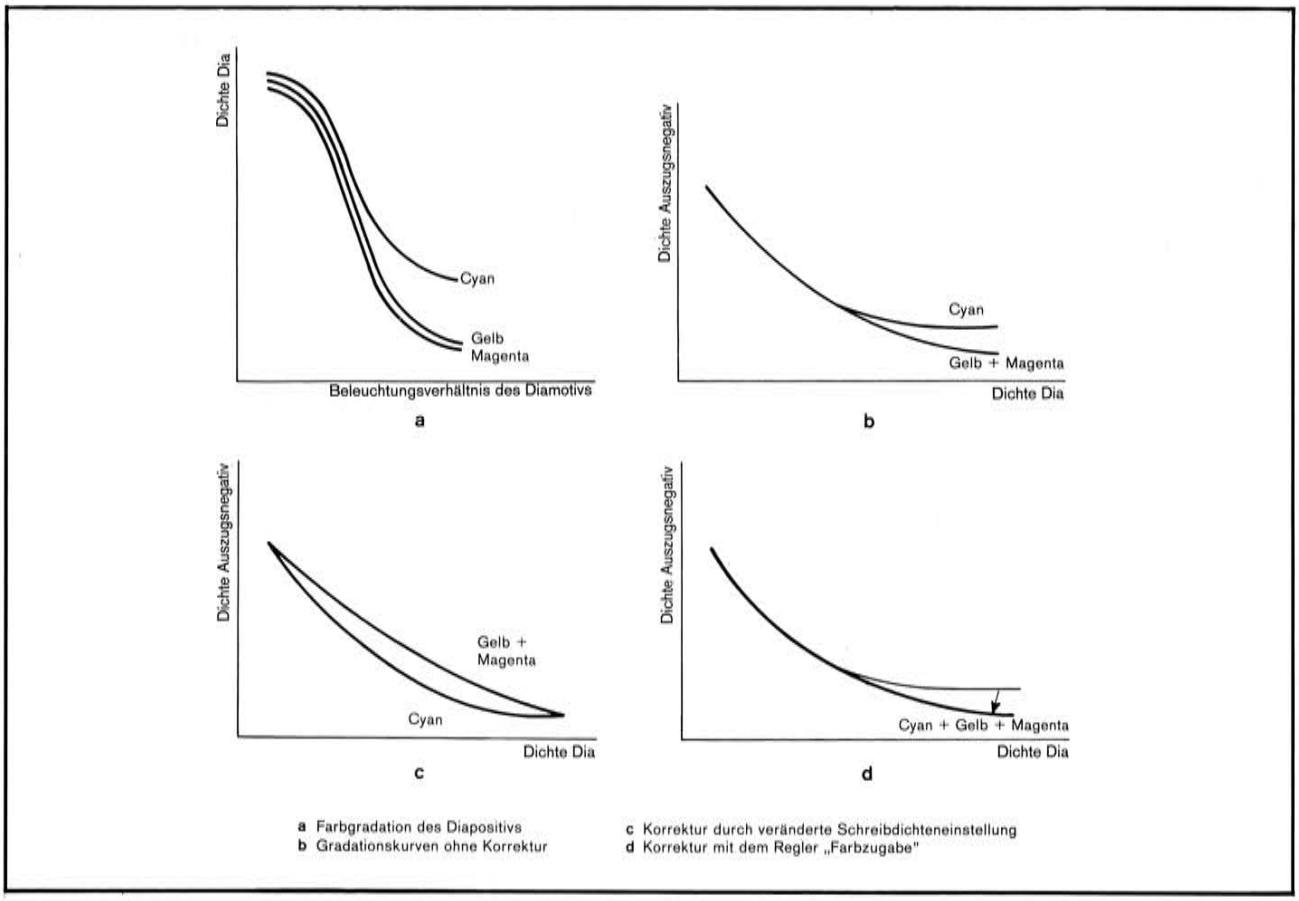


Fig. 31 Grautöne und Graukeil bei Farbzugabe



a Farbgradation des Diapositivs
b Gradationskurven ohne Korrektur
c Korrektur durch veränderte Schreibdichteneinstellung
d Korrektur mit dem Regler „Farbzugabe"

Fig. 32 Korrektur des Originals in den Farbauszügen

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Farbstichausgleich
Die Regler „Farbstichausgleich" (50—55) werden ebenfalls für die Beseitigung von Farbstichen verwendet. Hiermit können auch Farbstiche in den Bildlichtern korrigiert werden. Dabei werden die Regler „Farbstichausgleich Licht" mit der niedrigeren Anzeige in Meßschalter-Stellung „Farbstichausgleich" dem Regler mit der höchsten Anzeige angeglichen. Die Farbgradation wird dabei vom Licht bis etwa zu den Mitteltönen korrigiert.

Zur Beseitigung von Farbstichen in der Bildtiefe verwendet man die Regler „Farbstichausgleich Tiefe". Sie wirken nur in den dunkelsten Bildtiefen. Im Gegensatz zur Farbzugabe wird hierbei auch die Farbsättigung in den vollen Schwarzfarben erhöht. Dazu werden die Schwarzwerte in Meßschalter-Stellung „Farbstichausgleich" gemessen und die Regler mit den höheren Werten dem Regler mit der niedrigsten Anzeige angeglichen.

1. 7. Detailverschärfung

Eine besondere Art und kaum noch als Gradationsveränderung zu bezeichnen sind die Verfahren der Unscharfmaskierung und der Differenzier-Konturenverschärfung.

Das erste Verfahren ist aus der fotomechanischen Reproduktion bekannt. Man verfährt dabei so, daß man mit einer negativen, etwas unscharfen Maske kopiert, wozu in der Regel gleich die Farbkorrekturmasken benutzt werden. Das elektronische Analogon ist, daß zusätzlich zur normalen Abtastung des Bildes mit einer kleinen Blende eine weitere Abtastung mit einer 2- bis 8mal größeren Blende als Umfeldblende (vgl. Fig. 33) erfolgt, die das Bild an sich unscharf abtastet. Wenn das Bild im gesamten Bereich der Umfeldblende die gleiche Dichte hat, dann geschieht nichts, denn der Signalwert im Umfeld ist proportional dem Signal der kleinen Blende. Laufen die beiden Blenden über eine Kontur, so folgt das Signal hinter beiden Blenden verschieden schnell der Dichtestufe gemäß Fig. 34 Linien **a** und **b.** Bildet man die Differenz **a - b,** so wird diese ungleich Null, wenn die Stufe in den Bereich der unscharfen Blende gerät. Läuft die Kante genau über die Mitte der beiden Blenden, so ist die Differenz wieder Null und nimmt mit der Kontur in der zweiten Hälfte der Blende umgekehrtes Vorzeichen an. Addiert man dieses Signal zum scharfen Bildsignal **a,** so wird dies noch schärfer entsprechend der Kurve **c.** Es steigt sowohl der Dichtekontrast der Kante als auch die Steilheit der Übergangskurve. Die Reichweite der Konturenaufsteilung ist nach der Blendenkonstruktion das Mehrfache der abgetasteten Bildpunktgröße. Die Größe der durch dieses Verfahren herausgehobenen Objekte hägt mit der Größe der Unscharfblende direkt zusammen. Sie ist also größer als der Abtastbildpunkt. Hierbei kann auch zwischen Originalen mit unterschiedlich feinen Details und unterschiedlicher Körnigkeit genau differenziert werden.

Beispiel:
Eine Vorlage im Format 6 x 6 cm trägt ein Modemotiv mit Strickwaren. Auf einem Duplikat von dieser Vorlage im Format 30 x 30 cm sind die Strickmuster relativ groß, das Filmkorn entspricht der vergrößerten Zeichnung. Der Chromagraph DC 300 soll nun von der 6 x 6-Vorlage alle Zeichnung hervorheben, im Duplikat dagegen das Korn nicht. Dies läßt sich durch Festlegen eines Unterdrückungsbereichs mit dem Grobdetailregler „Einsatz" erreichen (vgl. Fig. 35). In Stellung „9" wird jedes Motivdetail sowie auch das Korn hervorgehoben. In Stellung „1" muß zwischen den Signalen der Haupt- und der Umfeldblende ein Unterschied von mindestens ± 2 Anzeigewerten bestehen, ehe dann der Grobdetailregler „Stärke" zur Wirkung kommt (Stellung für großformatige Vorlagen).

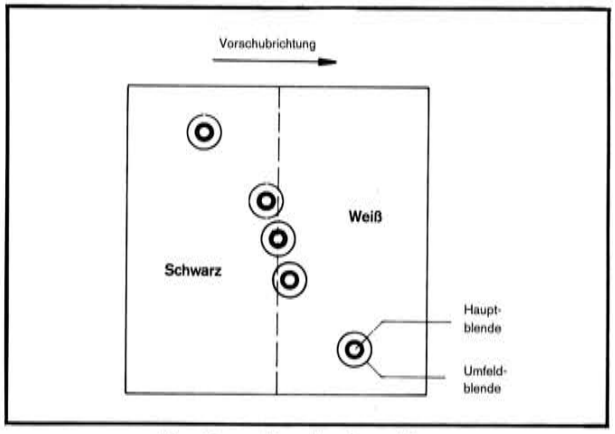


Fig. 33 Unscharfmaskierung
— optisch —

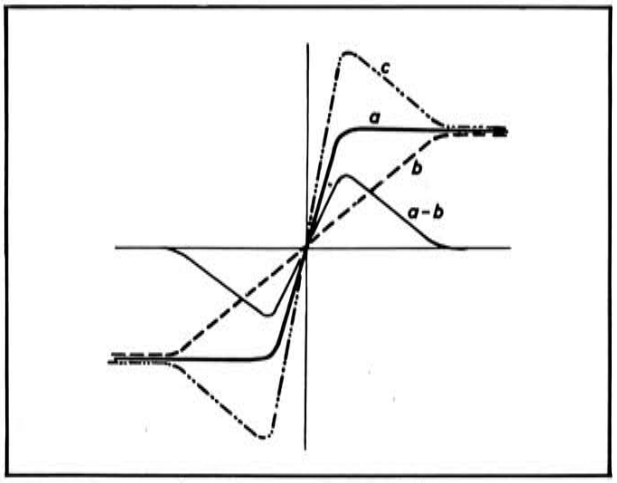


Fig. 34 Unscharfmaskierung
— elektrisch —

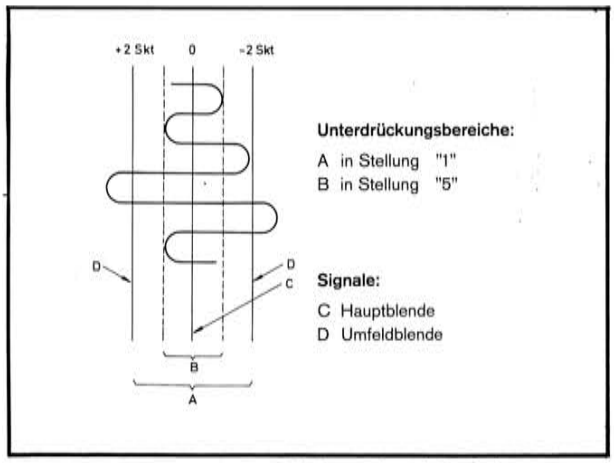


Fig. 35 Unterdrückungsbereiche bei
Grobdetailregelung „Einsatz"

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Dieses Verfahren steht nicht in Konkurrenz zu dem folgenden und hat den Vorteil, daß es in allen Richtungen wirkt.

Das zweite Verfahren geht nur vom Bildsignal selbst aus, bedarf also keiner gesonderten Abtastung. Das Bildsignal **a** der Fig. 34 wird einmal oder noch besser zweimal differenziert und das Signal des ersten Differentialquotienten mit gleichem, das des zweiten Differentialquotienten mit umgekehrtem Vorzeichen wieder zum Bildsignal **a** addiert. Die Art der Konturenverschärfung ist in letztem Fall die gleiche wie bei der Umfeldmaskierung, nur daß sie hier auf eine viel kürzere Distanz, nämlich nur im Bereich der scharfen Abtastblende, wirkt. Dementsprechend wird bei dieser Methode von Feindetailkontrast gesprochen. Die Wirkung erfolgt nur, wenn die Kontur mehr oder weniger quer zur Abtastrichtung liegt. Konturen parallel zu dieser erhalten keine Verschärfung.

2. Farbe, Farbkorrektur, Farbdruck

2. 1. Licht, Farbe, Farbeigenschaften

Das in unser Auge gelangende Licht vermittelt den Eindruck „Farbe". Das Beobachten mit dem Auge ist ein spezifisch biologischer Vorgang, bei dem eine sichere Farbermittlung mit relativ geringem Aufwand erfolgt. Man kann das Licht natürlich auch indirekt mit technischen Mitteln betrachten; doch zeigt keines dieser Mittel unmittelbar die Eigenschaft „Farbe" an, und es ist nur mit Hilfe recht komplizierter elektronischer Rechenvorgänge möglich, eine dem Augeneindruck etwa gleichwertige Aussage über die Farbe zu erhalten.

Das sichtbare Licht ist eine Form der Energie:

Elektromagnetische
Strahlungsenergie.

Die Energiequelle unseres gesamten Daseins, das Sonnenlicht, bezeichnen wir als „weiß". Ein einfacher Schulversuch offenbart aber ein ganz anderes Ergebnis: Fällt dieses Licht nämlich durch ein Prisma, dann erhält man durch Zerlegung Lichtanteile von roter, orangener, gelber, grüner, blauer und violetter Farbe, so wie auch im Regenbogen sichtbar! Damit wird uns die Zusammensetzung des Lichtes aus elementaren, also nicht weiter zerlegbaren Lichtarten gezeigt, die man physikalisch durch ihre Wellenlänge von 0,8 bis 0,4 tausendstel Millimeter (0,8 bis 0,4 µm) bestimmt bzw. festlegt. Diese „Spektrallichter" oder „Spektralfarben" verändern bei den Prozessen z. B. der Reflexion, der Brechung wie auch der Absorption nicht ihre Wellenlänge, sondern lediglich ihre Intensität. Mischt man ihre Randfarben Rot und Violett, so ergibt sich aber ein Farbeindruck (Magenta), der unter den Farbeindrücken der einzelnen Spektralfarben nicht vorkommt. Das ist der erste Hinweis, daß der Farbeindruck auch eine biologische Seite hat, da „Farbe" eben erst auf dem Wege Auge—Gehirn zu einem Begriff wird. Eine Störung in diesem Bereich führt zu teilweiser Farbenblindheit.

Ein Versuchsergebnis mag die Zusammenhänge aufzeigen:

Fällt weißes Licht auf eine Fläche und wird es von ihr völlig reflektiert, so sagen wir: die Fläche ist weiß. Denken wir uns nun in einem dunklen Raum sitzend und lassen einen handgroßen Fleck weißen Lichtes so stark auf eine weiße Fläche vor uns fallen, daß wir ihn eindeutig als weiß anerkennen; teilen wir dieses Licht auf irgendeine Weise so, daß wir jenes Licht herausnehmen, welches wir bei spektraler Zerlegung als gelb anerkennen, und lassen wir das herausgenommene Gelb in der gleichen Flächengröße neben den verbleibenden Lichtfleck fallen, so erscheint es uns keineswegs gelb, sondern dunkelbraun! Nehmen wir auch die orangefarbenen und gelbgrünen Spektralanteile aus dem weißen Licht und fügen sie zu dem gelben Licht, so erscheint uns der Fleck heller gelbbraun. Fügen wir nun auch die hellroten und grünen Spektrallichtanteile hinzu, so erscheint er uns endlich gelb. Hätten wir den ersten, spektralgelben Anteil auf eine viel kleinere Fläche geworfen, also konzentriert heller gemacht, so wäre er auch schon da gelb erschienen.

Fügen wir nun in diesem Versuch weiteres Spektrallicht aus dem Randbezirk hinzu, also Blau und Dunkelrot, so wird der Fleck noch heller und weißgelb. Die Reihe der Farben Dunkelbraun, Gelbbraun, Gelb, Weißgelb hat eine gemeinsame Eigenschaft, die wir Farbton nennen und hier als gelb bezeichnet ist. Der Farbton ist also keine Farbe, sondern eine Farbeigenschaft, was im täglichen Sprachgebrauch oft verwechselt wird. Er wird nach der Farbe bezeichnet, die ihn am typischsten aufweist. Das Restlicht des ersten Fleckes hat bei dem Versuch eine Farbwandlung von Weiß über Lila nach dunklem Blauviolett gemacht und auch seinen Farbton Blau stets beibehalten.

Eine weitere offensichtliche Eigenschaft der Farben, und gerade in dieser Reihe sehr deutlich verändert, ist ihre Helligkeit (Fig. 36). Sie ist unabhängig vom Farbton; zum Beispiel geben Blau, Rot und Gelb eine ebenso deutliche Helligkeitsreihe wie ein Graukeil.

Es gibt aber noch eine dritte unabhängige Farbeigenschaft, die Sättigung (Fig. 36). Wenn wir eine Reihe zwischen einer „satten" Farbe und einem gleichhellen Grau bilden, zum Beispiel Feuerrot, mattes Rot, Graurot, rötliches Grau, so haben wir eine Reihe gleichen Farbtons und gleicher Helligkeit, aber

Hell Verein / www.hell-kiel.de

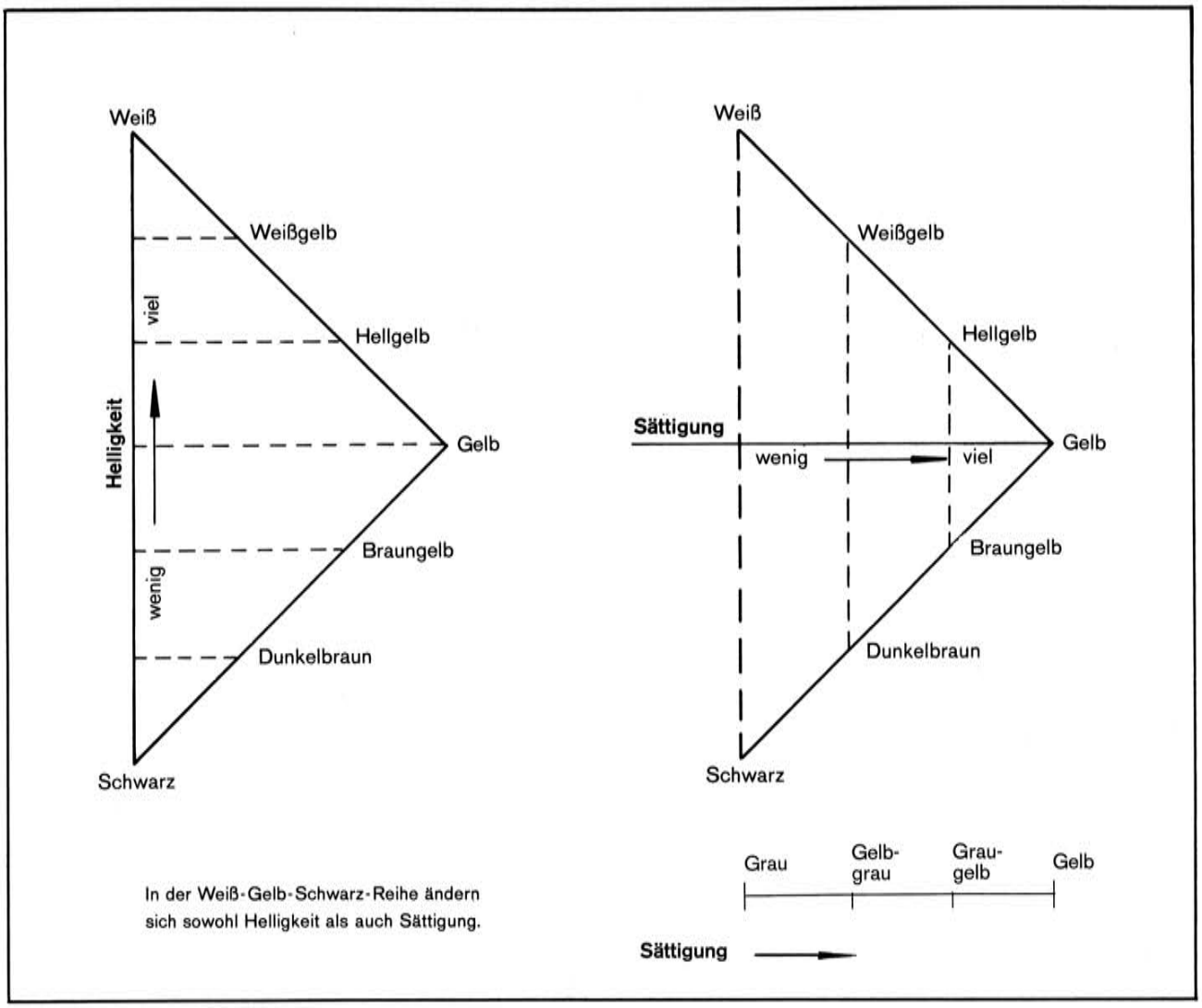


Fig. 36 **Zusammenhang zwischen Helligkeit und Sättigung in einer Farbenreihe**

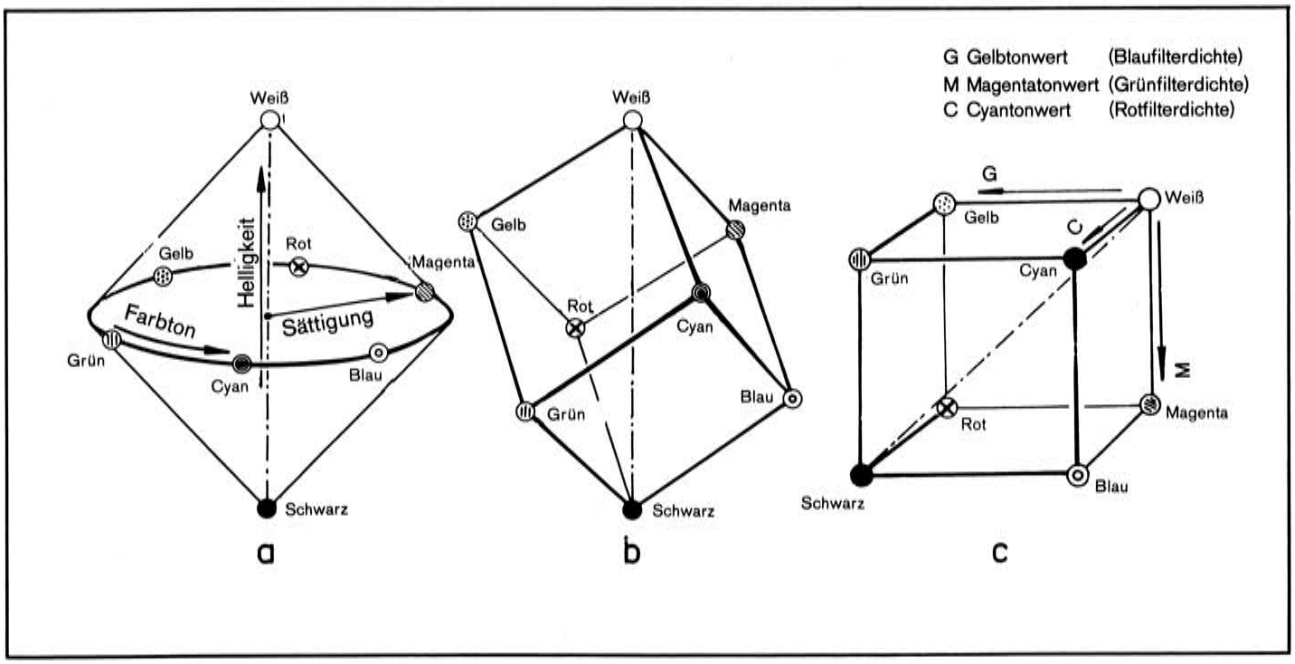


Fig. 37 **Farbräume**

Hell Verein / www.hell-kiel.de

verschiedener Sättigung. In unserer Gelbtonreihe wäre die Sättigungsreihenfolge: Weißgelb, Dunkelbraun, Hellgelb, Braungelb, Gelb. Neutrale Töne haben die Sättigung Null. Während Helligkeit und Sättigung durch eine Werteskala von etwa 0 bis 100 % dargestellt werden, muß man die Farbtöne in einer geschlossenen Linie, am einfachsten einem Kreis, anordnen. Man kann sie auf diesem numerieren oder auch durch die farbtongleiche Spektralwellenlänge bezeichnen. Obgleich das Ordnungssystem „Farbton, Helligkeit, Sättigung" für die technische Seite des Farbauszuges und -druckes nicht zu gebrauchen ist, hat es doch Bedeutung, denn es kommt dem menschlichen Empfinden am nächsten.

Wenn eine veränderliche Größe (Farbe) durch drei unabhängige Veränderliche gekennzeichnet ist, so läßt sie sich dreidimensional, also räumlich, darstellen. – Vgl. hierzu Fig. 37a.

Die Begriffe Farbton, Helligkeit, Sättigung erscheinen aber erst in der Bewußtseinsstufe. Wie man herausgefunden hat, reagiert das Auge zunächst ähnlich einer Farbkamera mit 3 verschiedenen Farbschichten, die durch die verschiedenen Lichtqualitäten verschieden ausbleichen. Anders gesagt: es hat 3 Sorten lichtempfindlicher Zellen, die vorwiegend bei rotem bzw. grünem oder blauem Spektrallicht empfindlich sind. Es besteht ein ursächlicher Zusammenhang damit, daß die Farbauszüge mit dem Licht hinter Lichtfiltern der gleichen Farbe gemacht werden, und daß die bevorzugten Druckfarben die dazu komplementären Farben sind. Die drei Druckfarben Cyan, Magenta und Gelb absorbieren hauptsächlich rotes bzw. grünes und blaues Licht. Im Idealfall sollten sie nur in diesem ihrem Gebiet allein absorbieren, doch das gibt es in Natur und Technik nicht. Mehr oder weniger absorbieren sie auch in den anderen Spektralgebieten, und so kommen Farbfehler und damit die Farbkorrektur in das Aufgabengebiet des Farbdruckes.

Das Auge sendet also nur drei Nervenreize von verschiedener Stärke an das Gehirn. Wenn es zum Beispiel signalisiert: „Rot vorhanden, Grün vorhanden, Blau nicht vorhanden", so wissen wir jetzt, daß die Farbe Gelb vorhanden sein muß; denn von dem auf sie fallenden weißen Licht hat sie das Blau nicht wieder zurückgeworfen. Nach dieser Darstellung ist jede Farbe durch drei Reizwerte bestimmt.

Diese kann man näherungsweise durch die Lichtanteile ersetzen, die die Farben durch die drei Filter erbringen. Jede Farbe ist dann also durch die 3 Filterlichtwerte bestimmt, die man als Koordinationswerte in einem rechtwinkligen Koordinatensystem auftragen kann, und so für alle Farben wieder einen Raumbereich, den Farbraum, bilden.

Wie eng der Zusammenhang zwischen dem Farbton-/Sättigungs-/Helligkeits-Farbraum und dem Rot-/Grün-/Blau-Anteil-Farbraum ist, geht aus Fig. 37b und 37c hervor, wo neben einer unwesentlichen Kippung und Verzerrung eigentlich nur das Koordinatensystem gewechselt wurde.

2.2. Reale Farben und ihre Mischung

Kleben wir auf einen Kreisel je ein Drittel einer roten, grünen und blauen Fläche und lassen den Kreisel schnell rotieren, so sehen wir nur einen grauen Kreis. Die Farblichter haben sich im Auge addiert und gemischt, da es den Einzelfarben nicht schnell genug folgen kann. Kleben wir auf eine Fläche dicht aneinander lauter sehr kleine rote, grüne und blaue Punkte, so daß das Auge sie nicht trennen kann, so sehen wir wieder ein Grau. Werfen wir auf eine weiße Fläche gleichzeitig rotes, grünes und blaues Licht, so erscheint die Fläche weiß bis grau, je nach der Lichtstärke. Diese Arten der Entstehung von Farbeindrücken nennt man additive Farbmischung. Dieser Fall kann beim Druck kleiner Rasterpunkte für helle Rastertöne mit gewisser Näherung auftreten.

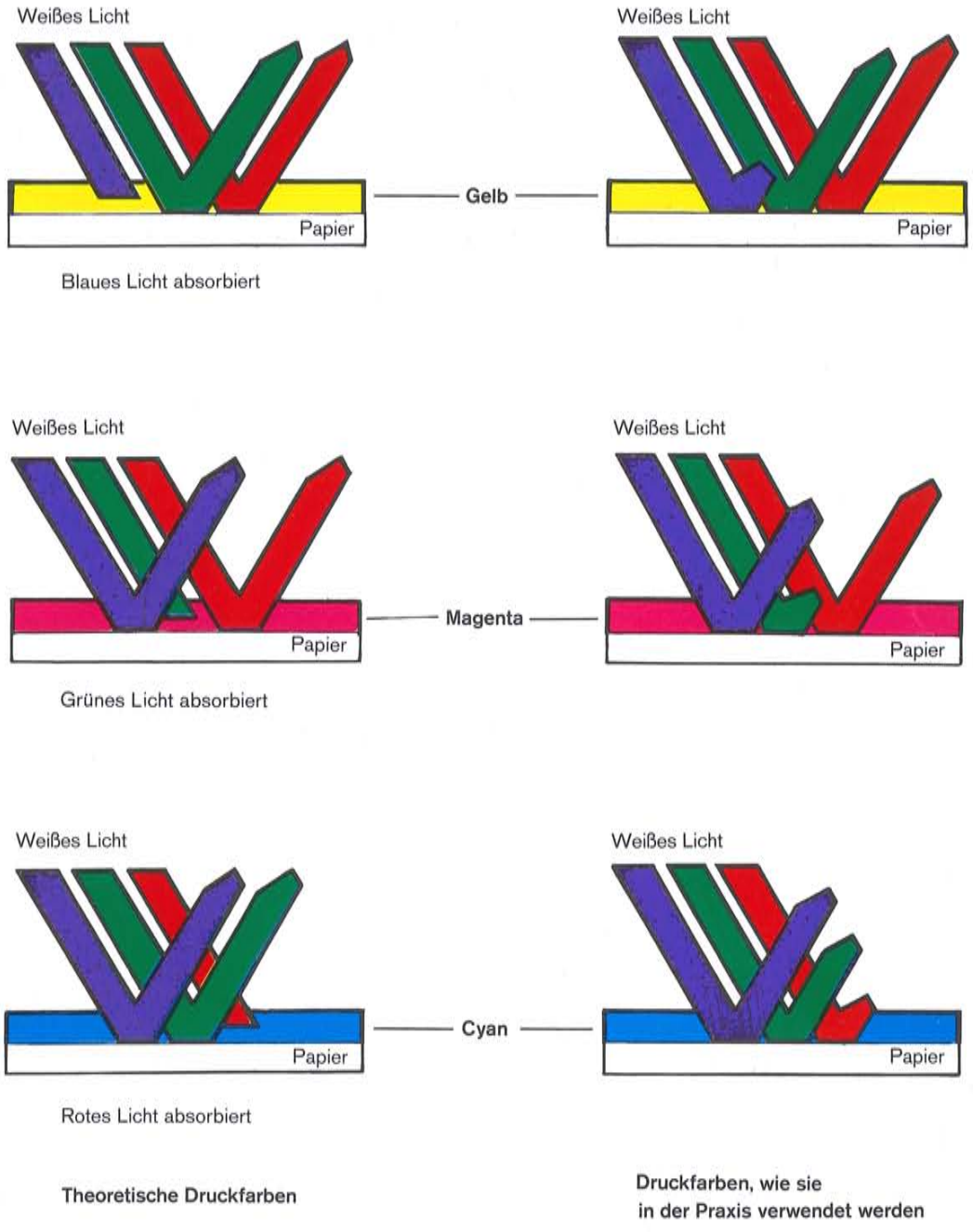
Weitere Beispiele: Grün + Rot = Gelb
Rot + Blau = Magenta
Grün + Blau = Cyan

Lassen wir weißes Licht auf eine weiße Fläche fallen und halten ein gelbes Glas davor, so erscheint die Fläche gelb, denn das Gelbglas hat die blauen Lichtanteile absorbiert. Legen wir über das gelbe Glas noch ein cyanfarbenes Glas, so absorbiert es von dem gelben Licht auch noch den roten Anteil, und es bleibt grünes Licht bzw. grüner Farbeindruck übrig. Diese Art nennt man subtraktive Farbmischung; denn vom weißen Licht wird farbiges Licht abgezogen, um die Endfarbe zu erhalten. Die üblichen Druckfarben, als Schichten übereinander gedruckt, wirken nach diesem Verfahren (vgl. Fig. 38).

Zu diesem Zweck müssen die Druckfarben lasierend, das heißt durchsichtig sein, damit das Licht durch die Farbschichten hindurch zum weißen Papieruntergrund gelangen kann, dort reflektiert wird und nach dem zweiten Farbdurchgang zum Beobachter kommt. Druckt man alle drei Farben übereinander, so absorbiert Cyan das rote Licht, Magenta den grünen Anteil, Gelb den blauen Anteil, und zurück kommt fast kein Licht mehr. Die Fläche erscheint annähernd schwarz, vorausgesetzt, die Schichtdicken waren hinreichend groß.

Farbe ist nicht ausschließlich konstante Eigenschaft eines farbigen Objekts! Seine Farbe hängt ebenso von der Farbe des einfallenden, meist weißen Lichtes ab. So ist es möglich, daß zwei farbige Objekte in einem Licht gleiche Farbe haben, im anderen Licht verschieden erscheinen. Dieses Problem tritt häufig bei der Abstimmung von Reproduktionen auf die Vorlage ein. Je nachdem, ob die Abstimmung bei Tageslicht oder bei Glühlampenlicht erfolgt, wird sie beim Wechsel auf die jeweils andere Beleuchtung nicht mehr stimmen. Aus diesem Grunde wurden genormte Farbprüfleuchten entwickelt; sie senden ein Licht aus, das dem mittleren Tageslicht entspricht. Diese Leuchten sollten nach Möglichkeit verwendet werden.

Hell Verein / www.hell-kiel.de



Die **Cyan**-Druckfarbe absorbiert (subtrahiert) den roten Teil des weißen Lichtes. Dort, wo mit Cyan-Farbe gedruckt wird, kann nur der grüne und blaue Teil des Lichtes das Papier erreichen und von diesem reflektiert werden. Grünes und blaues Licht vermittelt den Farbeindruck Cyan.

Die **Magenta**-Druckfarbe absorbiert (subtrahiert) den grünen Teil des weißen Lichtes. Wo mit Magenta-Farbe gedruckt wird, kann nur der rote und der blaue Teil des Lichtes das Papier erreichen und von diesem reflektiert werden. Rotes und blaues Licht vermittelt den Farbeindruck Magenta.

Die **gelbe** Druckfarbe absorbiert (subtrahiert) den blauen Teil des weißen Lichtes. Wo gelb gedruckt wird, trifft nur der rote und grüne Teil des Lichtes auf das Papier. Folglich kann nur dieser Teil reflektiert werden. Rotes und grünes Licht vermittelt den Farbeindruck gelb

Fig. 38 Subtraktive Farbmischung

Hell Verein / www.hell-kiel.de

2. 3. Farbmessung

Die Messung der Farben erfolgt in jedem Fall so, daß man Licht auf das farbige Objekt fallen läßt und das hindurchgegangene oder reflektierte Licht mißt. Das Verhältnis des hindurchgegangenen bzw. des reflektierten Lichtes zum einfallenden Licht nennt man Transmission (Durchlässigkeit) bzw. Remission (Reflexion). Es kann also zwischen 1 (voller Durchgang) und 0 (volle Absorption) liegen. Oft gibt man es auch in Prozenten an. Das einfallende Licht kann weiß oder auch farbig gefiltert oder spektralfarbig zerlegt sein. Dementsprechend sind die Meßwerte verschieden.
Häufiger wird der Farbmeßwert als Dichtewert angegeben. Die Dichte ist der negative, dekadische Logarithmus des Transmissionswertes. Der Zusammenhang ist in der Skala Fig. 39 grafisch dargestellt, und jedem Reprofachmann sollte er geläufig sein.

Eine wesentliche Beziehung beim Rechnen mit Transmissionen und Dichten ist, daß einer Multiplikation der Transmission eine Addition der Dichte entspricht. Wenn also zum Beispiel ein Filter für ein bestimmtes Licht die Transmission ½ gleich Dichte 0.3 hat und ein anderes die Transmission 1/50 gleich Dichte 1.7, so haben beide übereinandergelegt die Durchlässigkeit 1/100 und die Dichte 2. Bei substraktiven Farbmischungen rechnet man zweckmäßig mit Dichtewerten. Die Meßgeräte für durchgelassenes oder reflektiertes Licht, die Densitometer, zeigen, wie der Name vermuten läßt, gleich die Dichtewerte an. Während Grauwerte gewöhnlich mit weißem Licht gemessen werden und durch einen einzigen Dichtewert bestimmt sind, werden Farben in der Regel durch Vorschalten der drei Grundfilter Rot, Grün, Blau gemessen und so durch drei Werte bestimmt. Ein unter gleichen Bedingungen gemessenes Weiß, etwa das innerhalb eines Farbbildes auftretende zugehörige Weiß, setzt man meist in der Dichte gleich Null.
Es mag noch gesagt sein, daß zur genauen Festlegung von Farben die Farbdichtemessung allein nicht genügt. Für die Praxis der Reprotechnik ist dies Verfahren aber zweckmäßig und ausreichend.

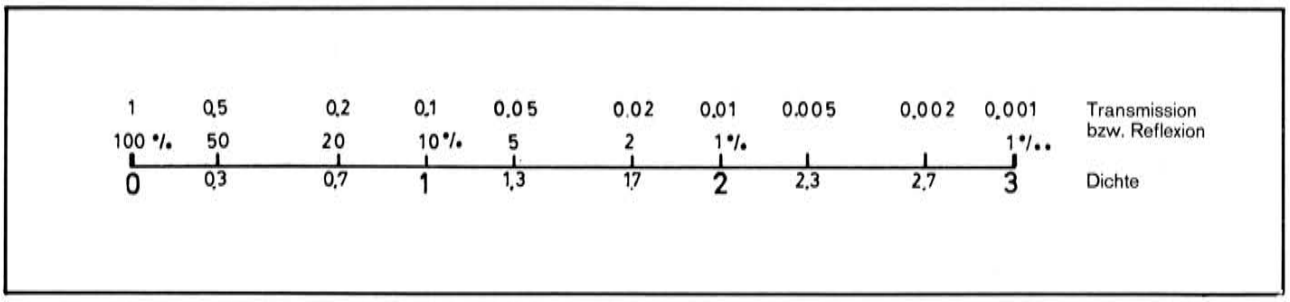


Fig. 39 Zusammenhang zwischen Transmission/Reflexion und Dichte

2. 4. Farbordnung, Farbräume

Es war schon mehrfach gesagt, daß Farben durch drei Werte (ein Wertetripel) bestimmt werden können. Dabei ist aber noch offen, welches Maßsystem und welche Einheiten auf welche Farbengruppen anzuwenden sind.

Nehmen wir als Beispiel die Druckfarben. Es ist der häufigste Fall, daß man die gedruckten Werte als Rastertonwerte zwischen 0 % und 100 % angibt. Nach Auftragen dieser Werte entlang der Achsen eines rechtwinkligen Koordinatensystems erhält man als Farbraum einen Würfel mit Weiß an der Nullpunktecke.
Ein ähnliches Verfahren ist es, wenn Hickethier die Farbskalen der 3 Farben in 10 physiologisch gleichabständige Stufen teilt und so 1000 Farben im Würfelraum unterbringt. Der Vorteil dieses Systems liegt darin, daß jede Grundfarbe durch nur eine Ziffer (0 bis 9) und die Farben nur durch drei Ziffern, also eine dreiziffrige Zahl, bezeichnet sind. Bei diesem Verfahren ist zunächst noch nicht festgelegt, welche Druckfarben verwendet werden und wie stark der Farbauftrag ist. Das ist der Grund, warum so viele Firmen eine sogenannte Hausskala haben, in der sie die Druckfarben, deren Druckdichten und die Mischungen selbst festlegen.

Wenn wir irgendeine Ebene senkrecht zu einer Koordinate durch den Farbraum (Fig. 37c) legen, so haben alle auf dieser Ebene liegenden, verschiedenen Farben den gleichen Anteil jener Druckfarben, zu der die geschnittene Koordinate gehört (der Farbraum war ja so konstruiert).
Nehmen wir also z. B. die tiefstliegende waagerechte Ebene senkrecht zur vertikal stehenden Koordinate Magenta: es ist dies also die untere Würfelebene, und an ihren Ecken liegen Schwarz, Blau, Rot und Magenta. Diese und alle anderen Farben dieser Ebene enthalten den vollen Anteil Magenta. Wenn wir jetzt von den gedruckten Farben dieser Ebene die Farbdichte hinter einem grünen Filter messen, so zeigt sich keineswegs, daß die Farbdichte gleich ist (wie in Fig. 37c dargestellt), sondern man erhält etwa für Schwarz den Wert 1.5, für Blau 1.4, für Rot 1.2 und für Magenta 1.0 wie in Fig. 40. Daß die Farbdichte nicht dem Druckwert entspricht, liegt an einem Man-

Hell Verein / www.hell-kiel.de

gel der Druckfarben; dies gilt auch für die übrigen Farben unserer Umwelt.

Im obigen Fall wurde, um Blau zu erhalten, Cyan über Magenta gedruckt. Das Cyan absorbiert jedoch fehlerhafterweise auch im grünen Licht und hat dort die Farbdichte 0.4. Da Magenta aber dabei die Dichte 1 hat, ergibt sich für Blau im grünen Licht die Dichte 1.4.

Nehmen wir die oberste waagerechte Ebene der Fig. 37c, in der nach Konstruktion die Druckmenge der Magentafarbe gleich Null ist, und messen von diesen Farben die Farbdichte, so erhalten wir etwa für die vier Ecken: Weiß 0 / Gelb 0.2 / Cyan 0.4 / Grün 0.8 Grünfilterdichte. Für die voll magenta zu druckenden Farben der unteren Ebene ist der Ausdruck „Schwarzfarben im Magentaauszug" geprägt, während die letztgenannten Farben die „Weißfarben" dieses Auszuges sind, denn mit der Magentadruckfarbe sollen die Schwarzfarben voll gedruckt werden, und die Weißfarben sollen ohne Magentafarbe, also wie Weiß, gedruckt werden. Würde man die Druckfarbe nach der angemessenen Farbdichte der Vorlagenfarbe dosieren, so würde man für Magenta und andere Schwarzfarben zu wenig, sowie für Grün und andere Weißfarben zu viel Magentafarbe drucken.
Da man technisch nur auf dem Weg über die ermittelte Farbdichte bzw. die Transmission eine Farbe bestimmen kann, muß der gemessene Dichtewert eine Korrektur erfahren, um zum Druckfarben-Dosierungswert zu werden. Auf diese Farbkorrektur wird später eingegangen.

Wir können statt mit den Koordinaten „Farbdosierung" auch mit dem Koordinaten „Farbdichte" die Farben in dem Raum ordnen und fragen, wo liegen die Orte gleicher Farbdosierung im Farbdichteraum, also z. B. die Schwarzfarben des Magentaauszuges? Es zeigt sich dann nach Fig. 40, daß diese und auch andere Farben gleicher Farbdosierung wieder auf Flächen, und zwar fast ebenen Flächen liegen, die schief im Raum verlaufen. Man stellt fest, daß der würfelförmige Farbdosierungsraum der Fig. 37c

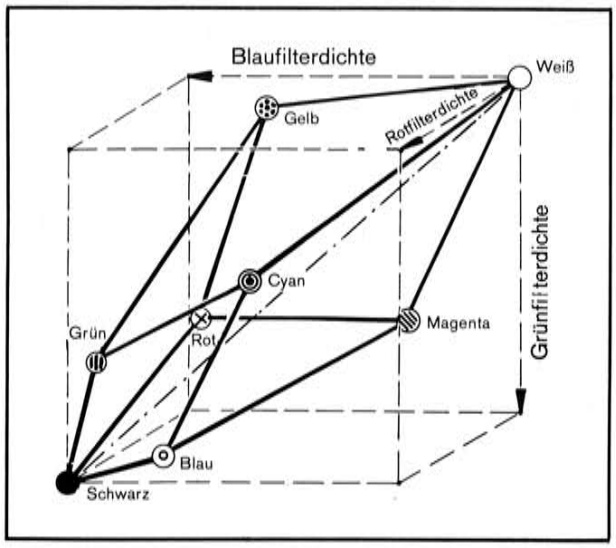


Fig. 40 Farbdichteraum

im Farbdichteraum die verzerrte Form eines Rhomboides angenommen hat, wobei die Schwarz-Weiß-Diagonale unverändert blieb, während die Würfelseiten zu schrägliegenden Rhomboiden wurden. Die Verzerrung geschieht also bereits, wenn man die Farbdichte von Originalfarben bestimmt. Wenn man von diesen aber ein Farbfoto macht und in diesem die Farbdichten mißt, dann ist der dazugehörige Farbraum noch stärker in der gleichen Richtung verzerrt. Mit einem Duplikat von dem Farbfoto schreitet der Prozeß noch weiter fort. Der Farbraum nimmt die Form einer mehr oder weniger voluminösen Spindel um die Graulinie an, und auch diese beginnt sich bald zu verbiegen, da die Originalgrauleiter in den Wiedergaben nicht mehr neutral bleibt, sondern farbstichig wird.
Die Zurückverzerrung der Farbdichteräume zum Würfel der Farbdosierung ist Aufgabe der Farbkorrekturrechnung und im Rahmen des technisch Möglichen um so unvollkommener, je schmaler der Farbdichteraum ist, also je mehr Reproduktionsprozesse einander bereits gefolgt sind.

2. 5. Einfluß der spektralen Eigenschaften auf die Farbkorrektur

Es ist ein bekanntes Verfahren, bei der Aufnahme von Farbdias dem Original neben einer Grauskala auch Testflächen aus den voll gedruckten Druckfarben hinzuzufügen, weil die Schwarzfarben bei guter Farbkorrektur in den Auszügen als Schwarz und die Weißfarben wie Weiß erscheinen sollen. An diesen Druckfarben lassen sich die Farbkorrekturprobleme am deutlichsten zeigen. Werden sie nach der Korrektur gut wiedergegeben, so sind in der Regel auch alle anderen Farben hinreichend gut korrigiert.

In Fig. 41 und 42 sind die spektralen Remissionen der drei Druckfarben und ihrer Mischungen Grün, Blau, Rot dargestellt. Für das weiterhin zu betrachtende Beispiel des Magentaauszuges ist der Durchlaßbereich eines idealen grünen Filters eingezeichnet (vgl. Fig. 42). Dieses läßt nur die dick gezeichneten grünen Lichtanteile des von den Farben kommenden Lichtes hindurch. Setzen wir Weiß gleich 100 %, so hat Gelb etwa 80 %, Cyan 40 %, Grün 30 %, und die Schwarzfarben Magenta, Blau und Rot liegen bei 8 %, 2 % und 5 %. Die Weißfarben sollen eigentlich 100 % erhalten, und es ist aus dem Kurvenverlauf zu sehen, daß es an der Remission der Farben liegt und so gut wie nicht am Filterbereich, wenn die Weißfarben so wenig Licht zurückwerfen. Würde man den Filterbereich mehr nach Blau schieben, so könnte zwar das Cyan mehr Licht geben, aber niemals soviel wie das Weiß; dafür würde das Gelb weniger Licht haben. Würde man das Filter breiter machen, so könnte Grün im Mittel weniger Licht, Magenta mehr Licht geben, was auch beides unerwünscht ist. Der Betrag, der in den Weißfarben nach Weiß zu fehlt (vgl. Fig. 43), täuscht einen Magentafarbbetrag vor (Nebendichte) und würde auch als solcher in die Weißfarben hineingedruckt werden, wenn man ihn nicht durch einen Farbkorrekturvorgang entfernen würde. Die Schwarzfarben überschreiten ihrerseits den Wert von Schwarz

Hell Verein / www.hell-kiel.de

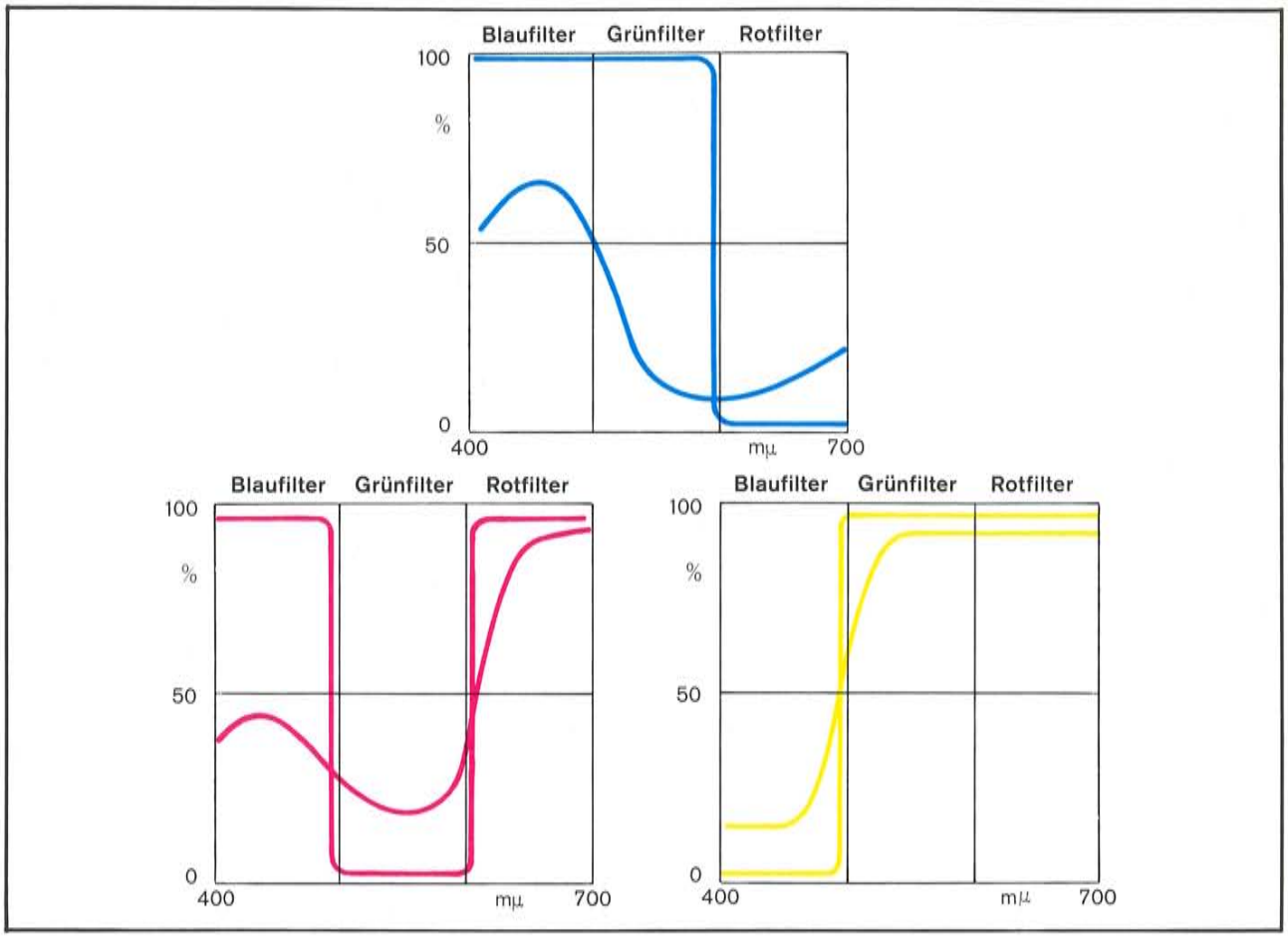


Fig. 41 Spektrale Remissionen von 3 Druckfarben und ihren Nebendichten in %

um etwa 2 %. Das hat zur Folge, daß kein volles Magenta in diese Farben gedruckt wurde. Also ist hier eine Korrektur in dem Sinne nötig, daß der Magentafarbbetrag erhöht wird. Für die Auszugsfilter gilt, daß ein schmales Filter zwar den geringsten Farbfehler bewirkt, doch ist er immer noch groß. Weiterhin können durch schmale Filter spezielle Farben farbfalsch wiedergegeben werden, und schließlich lassen sie wenig Licht durch. Deswegen haben die Filter eine gewisse optimale Durchlaßbreite, etwas schmaler für Farbdias, etwas breiter für Aufsichtvorlagen.
Die Art der Farben, ob Druckfarben, warme oder kalte Skala, oder ob Farbpigmente der einen oder anderen Herkunft, hat ebenfalls einen, wenn auch geringeren, Einfluß auf die Resultate.

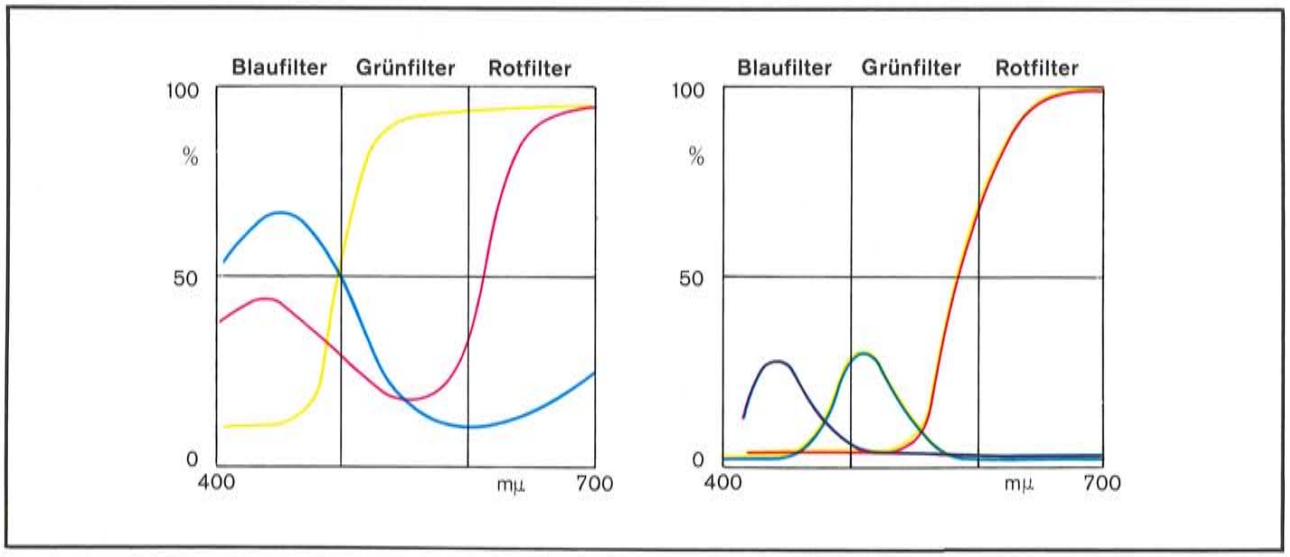
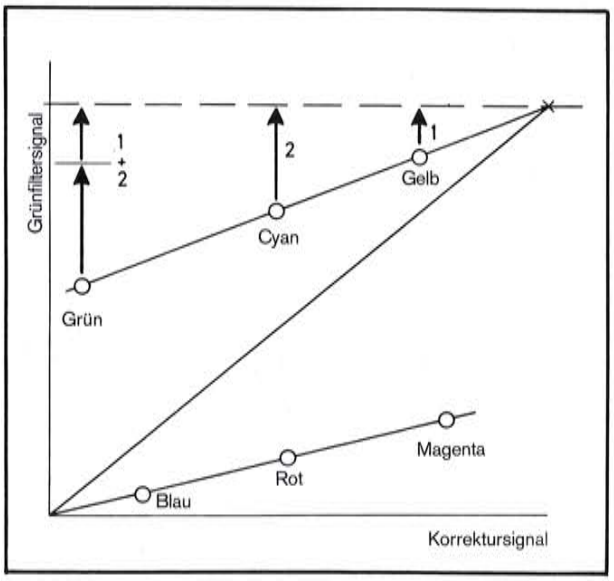


Fig. 42 Spektralkurven von drei Druckfarben und ihren Mischungen nach Filterung

Hell Verein / www.hell-kiel.de



2. 6. Farbkorrektur

Zum Verstehen der Farbkorrektur ist es praktisch, zunächst mit Farbdichtewerten zu rechnen. Die Tabelle 1 gibt für Druckfarben hinter den Filtern gemessene Farbdichten an, wobei auf Weiß gleich Null bezogen wurde. Die überstrichenen Werte gehören zu Weißfarben, die unterstrichenen zu Schwarzfarben im betreffenden Auszug. Fig. 44 zeigt dies bildlich; in ihr sind die Fehlbeträge der Farbdichten als Pfeile eingezeichnet, die auch die Richtung angeben, in welche korrigiert werden muß.

Fig. 43 **Nebendichten der Weißfarben im Magentaauszug**

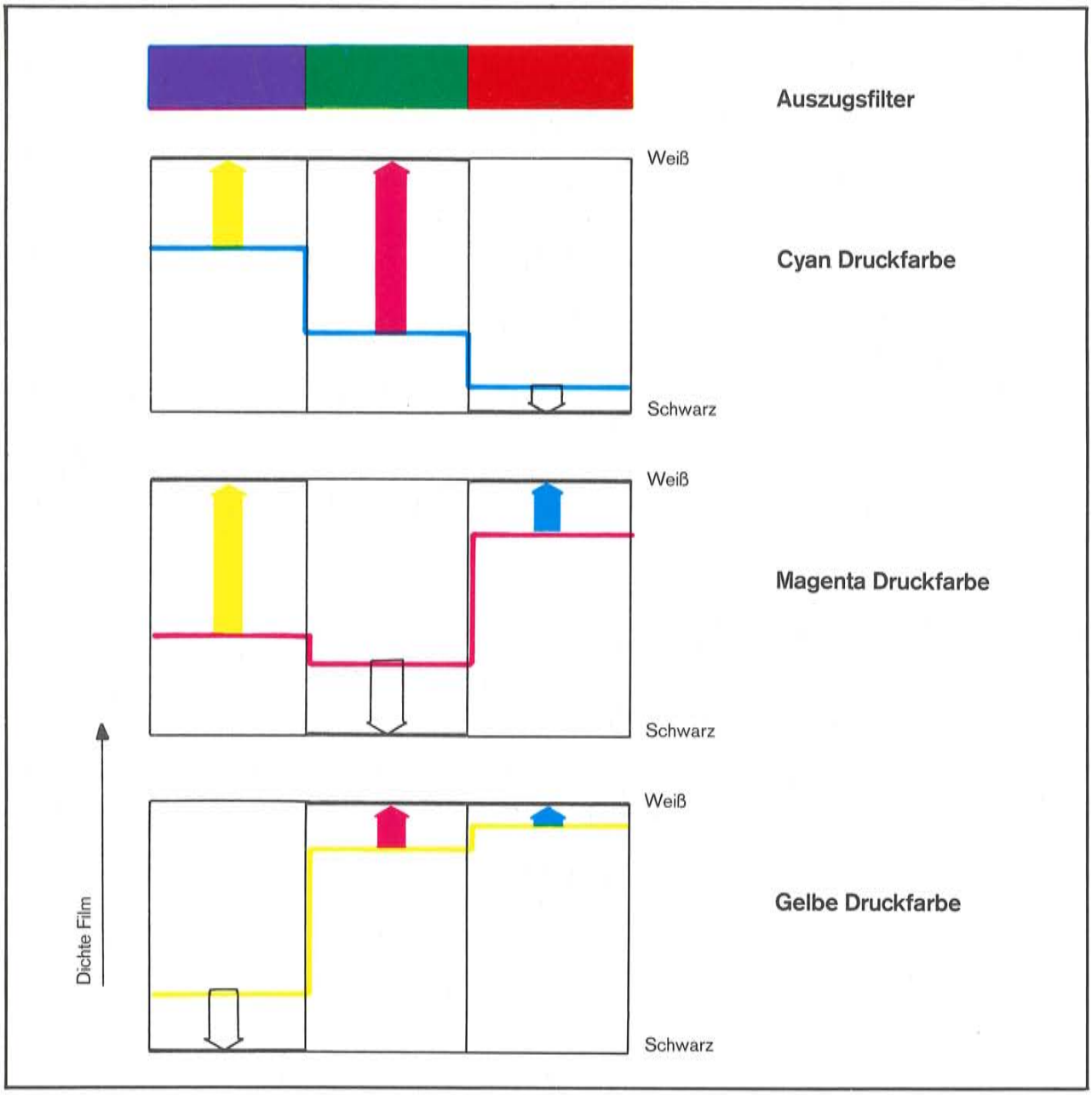


Fig. 44 **Nebendichten der Druckfarben unter den einzelnen Filtern**

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Tabelle 1 Farbdichten hinter den Filtern für Druckfarben

Filter	Magenta	Rot	Gelb	Grün	Cyan	Blau	Schwarz
Rotfilter	0,15	0,14	0,30	1,55	1,54	1,54	1,53
Grünfilter	1,34	1,35	0,06	0,54	0,5	1,84	1,77
Blaufilter	0,6	1,55	0,8	0,92	0,22	0,76	1,56
Gr.F. minus ⅓ R.F.	1,29	1,3	0,05	0,02	0,01	1,33	1,26

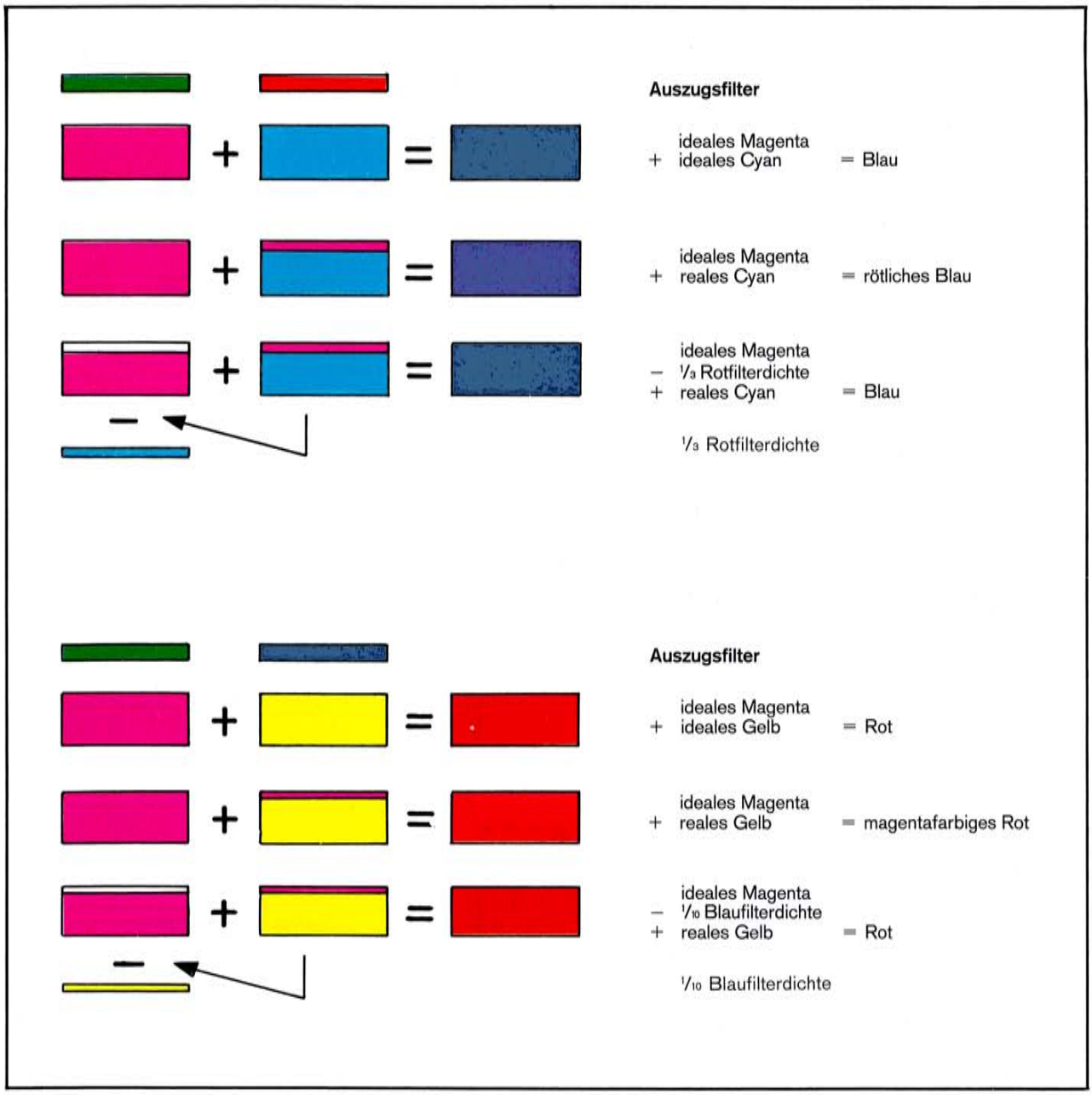


Fig. 45 Maskierung
– optisch –

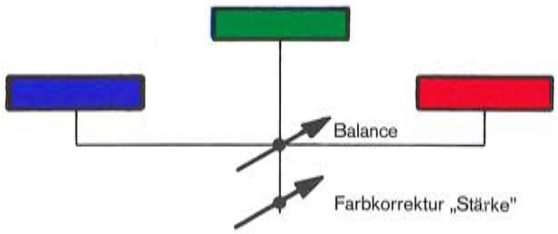
Hell Verein / www.hell-kiel.de

Es soll nun zum Beispiel die fehlerhafte Dichte des Grün (0.54) im Grünfilterauszug entfernt werden. Eine von einem hellen Magenta herrührende Grünfilterdichte 0.54 ist dabei andererseits möglichst nicht zu verändern. Es ist plausibel, daß man diese beiden Farben am besten durch ein rotes Filter unterscheiden kann, und es ist in der Tat ein gangbarer Weg, etwa ein Drittel des Rotfilterauszuges vom Grünfilterauszug abzuziehen. Wir erhalten dann die in der 4. Tabellenzeile genannten Werte, welche in den Weißfarben Gelb, Grün, Cyan nahe bei Weiß = 0 liegen. Die Schwarzfarben liegen jetzt auch nahe bei Schwarz. Der Umfang hat sich dabei von 1.77 auf 1.26 verringert, was je nach sonstigen Umständen erwünscht oder unerwünscht sein kann. Das hier rein rechnerisch dargestellte Verfahren ist in der Praxis das klassische Verfahren der fotomechanischen Maskierung. Man stellt eine Kopie her, indem man zuerst durch die Farbvorlage und durch ein rotes Filter belichtet, und entwickelt nur bis zu einem Drittel der normalen Dichte. Dieses negative Bild wird genau passend auf die positive Farbvorlage gelegt, daher der Name Maske. Durch diese Kombination und durch das grüne Auszugsfilter wird auf den Auszugsfilm belichtet und zum Umfang 1.3 entwickelt. Man erhält dann zwar ein Negativ, aber dieses ist farbkorrigiert und kann nach Bedarf durch einen weiteren Kopiervorgang positiv umgekehrt werden. –
Unter Umständen erhält man noch bessere Farbkorrektur, wenn man auch einen kleinen Anteil des Blaufilterauszuges vom unkorrigierten Grünfilterauszug abzieht (vgl. Fig. 45). Es ist nicht nötig, hierzu eine zweite Maske anzufertigen, sondern man kann diesen Anteil durch Wechsel des Farbfilters zusätzlich auf die Maske aufbelichten. Diese Verfahren, die man noch besser auf elektronischem Weg durchführt, nennt man einfaches Maskieren, und ihr Kennzeichen ist, daß sich der Umfang des korrigierten Auszuges gegenüber dem Original um den Umfang der Maske verringert.

Es gibt noch eine zweite Art des Farbkorrigierens, bei dem der Umfang nicht geändert wird, besser gesagt, die Änderung kompensiert wird. Dies geschieht, indem man den Umfang des unkorrigierten Auszuges durch Hinzufügen einer Positivmaske vergrößert, deren Umfang der gleiche wie der der negativen farbkorrigierenden Maske ist und so deren Umfangsminderung kompensiert. Dieses Verfahren ist fotomechanisch schwierig und teuer. Seine Vorteile kommen erst unter den Bedingungen elektronischer Rechnung zur Wirkung, bei der es häufig angewandt wird. Auf die Qualität der Farbkorrektur selbst hat die Kompensationsmaskierung aber keinen Einfluß. Der Vorteil liegt in der völligen Trennung von Farbkorrektur und Gradationskorrektur.

Für die Farbkorrektur sind zwei Größen bestimmend: der Umfang der Maske, das ist die Farbkorrekturstärke, und die Zusammensetzung des Filterlichtes der Maske, das ist die Korrektur-Farbenbalance. Das elektronische Verfahren ermöglicht durch einfache Reglereinstellungen eine verschiedene Farbkorrekturstärke und -Balance (vgl. Fig. 46) für die Schwarzfarben- und Weißfarbenhälfte des Farbraumes. Um dieses besser zu verstehen, muß man sich mit einem aus dem dreidimensionalen unkorrigierten Farbraum durch Projektion auf eine Ebene abgeleiteten zweidimensionalen Farbraum vertraut machen.

Wir stellen uns den durch Farbfehler verzerrten dreidimensionalen Würfel-Farbraum aus Draht gebildet vor und halten ihn, wie in Fig. 47 dargestellt, am Schwarz-Ende (links unten) sowie am Weiß-Ende (rechts oben) so, daß wir ihn um die schrägliegende Grauskalalinie Schwarz – Weiß drehen können. Mit einer Lampe projizieren wir ihn auf eine weiße Wand und beobachten die Schattenfigur (gestrichelt!). Während Schwarz unten und Weiß oben bleiben, bewegen sich die verschiedenen Farborte beim Drehen auf und ab; dies bedeutet nichts anderes, als daß wir die Farben durch ein Filter von ständig wechselnder Farbe betrachten! Liegt zum Beispiel das Blau in der höchsten Lage, so heißt das: es erscheint hinter dem blauvioletten Filter am hellsten. In der tiefsten Drehlage des Blau wird es sich um ein grüngelbes bis rotgelbes Filter handeln. – Beim Drehen beobachten wir also drei Stellungen, in denen je zwei gegenüberliegende Flächen in der Projektion zu je einem Strich abgebildet werden und der projizierte zweidimensionale Farbraum die Form eines verzerrten Rhombus erhält. Diese drei Projektionen sind in Fig. 48b, c, d übersetzt und zeigen die Werte sowie die Farborte, die für die einzelnen Farbauszüge zu verarbeiten sind. – Die den Farbauszügen gemeinsamen Anordnungseigenschaften sind in dem Schema der Fig. 48a dargestellt. Diese sollte man sich gut merken, da sie die Grundlage für viele Überlegungen bildet! Auf der Vertikalen sind die durch das jeweilige Auszugsfilter gemessenen Dichten und in der Horizontalen die Dichten des Maskierungs-, also des Korrektursignals dargestellt, das durch eine Mischung von 2 der 3 Farbkanäle entsteht. Daraus ergeben sich die Diagramme Fig. 48b, c, d.
Die Orte gleicher Farbdosierung sind durch die Projektion zu einer Schar von Linien geworden, die mit der Weißfarbenlinie beginnt und etwa parallel dazu tiefer liegend bis zur Schwarzfarbenlinie reicht. Farbkorrektur heißt, daß alle Punkte auf diesen Linien wieder durch einen einzigen Wert, den Farbdosierungswert (Tonwert des Druckes dieser Auszugs-



Magentaauszug
Nebenfarbdichten des Cyan und Gelb im Grünfilterbereich müssen korrigiert werden. Balancereglerstellung entspricht dem Fehlerverhältnis 75% zu 25%.

Fig. 46 Balanceregelung

Hell Verein / www.hell-kiel.de

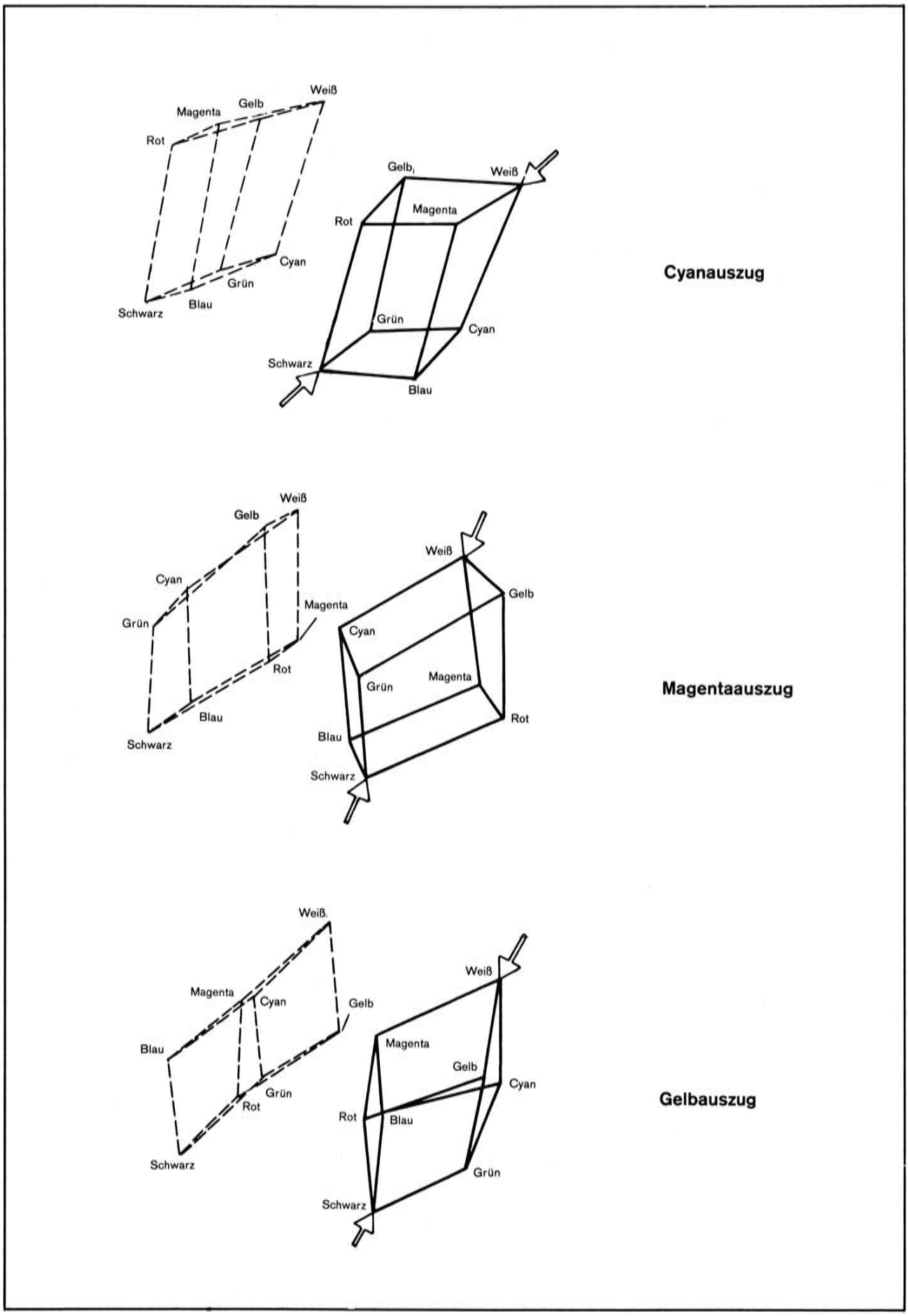


Fig. 47 Zweidimensionaler Farbraum durch Projektion

Hell Verein / www.hell-kiel.de

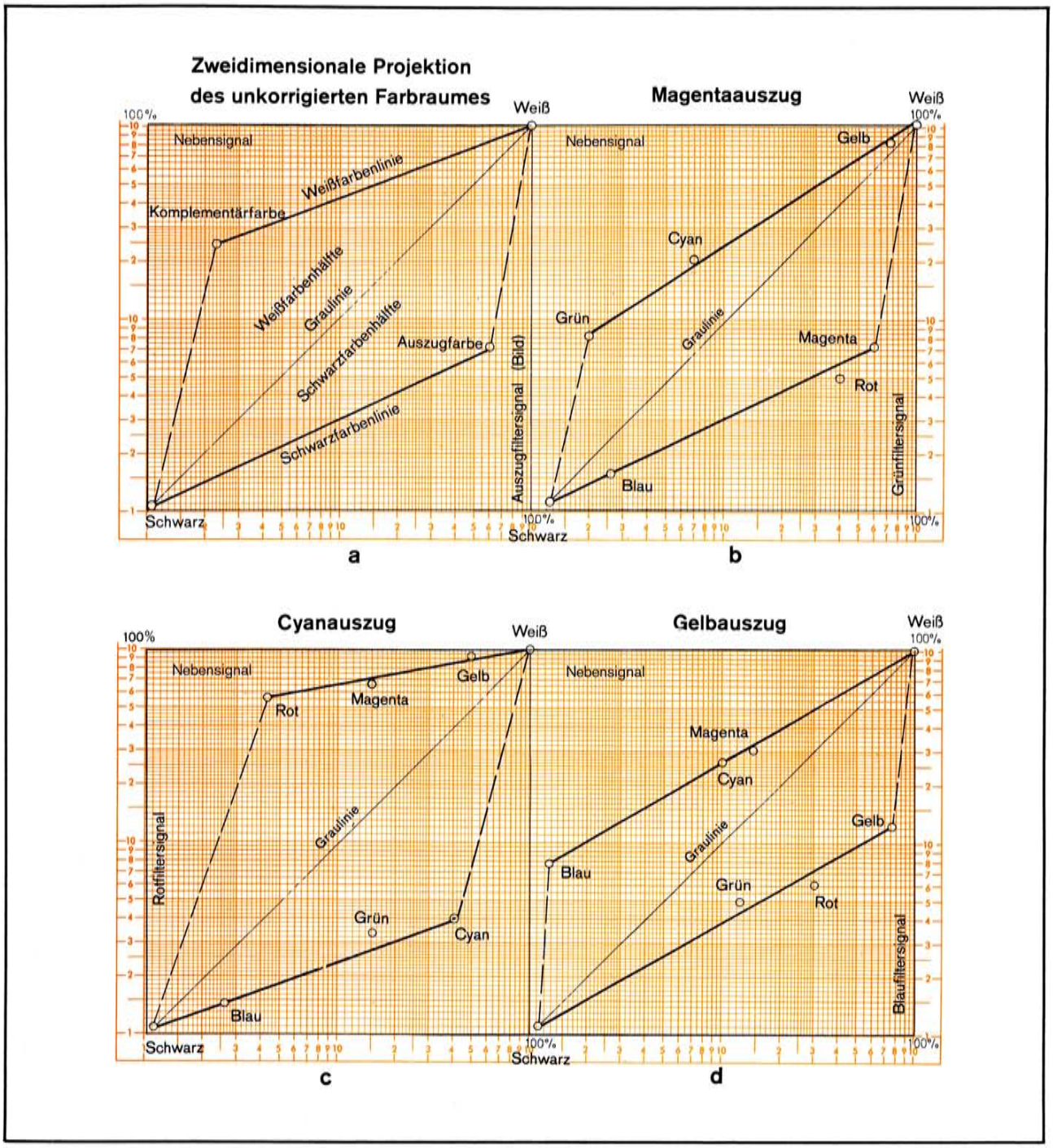


Fig. 48 Diagrammdarstellung des zweidimensionalen Farbraumes nach Fig. 47

farbe), bestimmt sein sollen. Dies kann man erreichen, indem man geometrisch den schrägliegenden Rhombus zum Rechteck verzerrt, in welchem die Linien gleicher Farbdosierung waagerecht liegen und somit durch einen einzigen Wert auf der vertikalen Achse bestimmt werden. Dazu subtrahiert man einen bestimmten Teil der jeweiligen Korrekturfarbendichte von der Auszugsfarbendichte. Der notwendige Betrag wird um so größer, je steiler die Lage der Farbdichtelinien ist. Dieser Vorgang ist genau der, wie am Beginn dieses Kapitels am Beispiel des Magentaauszuges beschrieben ist.

Die verschiedenen Möglichkeiten sollen weiterhin am Beispiel des Cyanauszuges (Fig. 48 und 49) sowie des Gelbauszuges (Fig. 50b) aufgezeigt werden.

Wie an seinem Farbdiagramm Fig. 48c zu sehen ist, ist die Weißfarbenlinie wesentlich weniger geneigt als die Schwarzfarbenlinie. Das heißt, daß sie entsprechend weniger Korrektur erfordert als letztere. Bei einfacher Maskierung mit einer mittleren Stärke (Maskendichte) würde sich zeigen, daß die Weißfarben zu stark, die Schwarzfarben zuwenig korrigiert sind; siehe unter Fig. 49 hierzu das korrigierte Diagramm. Eine Verbesserung auf fotografischem Wege ist nur mühsam durch Gradationsveränderungen in der Maske denkbar.

Hinter den Farbauszugsfiltern erhält man in Verbindung mit den Multipliern 3 unkorrigierte Farbauszüge. Einer dieser Auszüge wird als Hauptsignal verwendet,

Hell Verein / www.hell-kiel.de

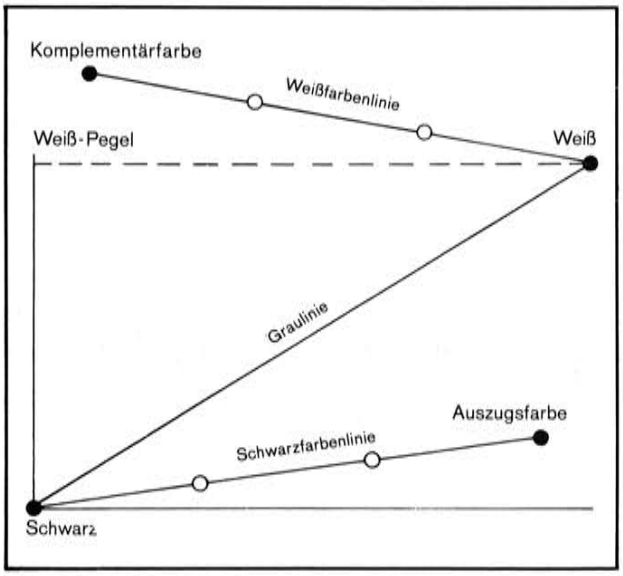


Fig. 49 Beispiel einer Korrektur durch einfache Maskierung

so in den Beispielen Fig. 50a/b G e l b. Aus den beiden anderen Grundfarben wird über einen Balanceregler ein Nebensignal gebildet. Beide Signale werden gegeneinander geschaltet, so daß die Graulinie die Spannung „0" erhält. Ist das Hauptsignal größer als das Nebensignal (Korrektursignal!), so bekommt die entstehende Korrekturmaske ein positives Vorzeichen und wird zur Weißfarbenkorrektur benutzt. Ist das Hauptsignal kleiner als das Korrektursignal, so bekommt die entstehende Korrekturmaske ein negatives Vorzeichen und wird zur Schwarzfarbenkorrektur verwendet. Das Korrektursignal wird mit

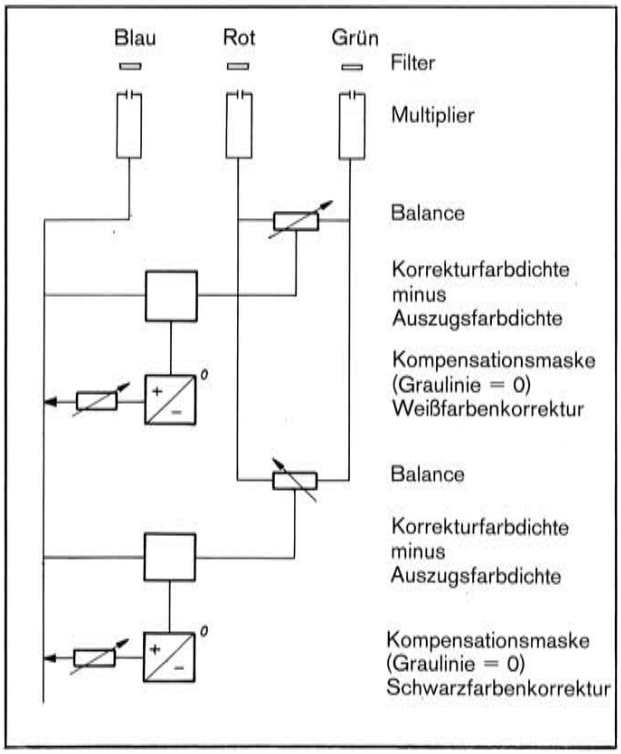


Fig. 50 a Prinzip der elektronischen Maskierung

den Korrekturreglern „Farbkorrektur Weißfarben" und „Farbkorrektur Schwarzfarben" zu dem Hauptsignal addiert bzw. subtrahiert. In einer weiteren Korrekturstufe, der Selektivkorrektur, werden die Korrektursignale nochmals gegeneinander aufgerechnet. Hierdurch ergeben sich für alle Grund- und Mischfarben 1. Ordnung sowie einigen speziell ausgewählten Farben getrennte und unabhängige Korrektursignale. Dieses Verfahren läßt sich fotografisch nicht durchführen.

2. 7. Korrekturbalance

Auch der Einfluß des Korrekturlichtgemisches läßt sich aus dem Diagramm beurteilen. Im dreidimensionalen Farbraum waren zum Beispiel die Weißfarbenfläche und Schwarzfarbenfläche schrägliegende Vierecke (Fig. 47). Aus günstiger Richtung betrachtet, decken sich ihre beiden Vorderkanten mit den beiden Hinterkanten und bilden die Weißfarben- bzw. Schwarzfarbenlinie für das Beispiel des Cyanauszuges, entsprechend Fig. 51a. Die zwischen den beiden Kantenpaaren liegenden Weißfarben, wie z. B. Gelb und Magenta im Cyanauszug, kommen auf die Weißfarbenlinie zu liegen. Da die Korrektur eine Drehung dieser Linie in die Waagerechte bedeutet, gelangen beide gleichzeitig auf die Höhe des Weißwertes.

Es ist nun möglich, daß bei anderem Vorlagenmaterial, aber gleichem Korrekturfarbengemisch (vgl. Projektionsrichtung Fig. 47) die beiden Weißfarben nicht mehr auf einer Linie liegen. Angenommen, Gelb liegt mehr links, das heißt es hat eine größere Farbdichte im Korrekturfarbengemisch (Fig. 51b). Dabei rutscht es zugleich über die mittlere Weißfarbenlinie. Dies entspricht einem relativ zu kleinen Cyangehalt. Dann muß man den Farbraum gegen die Projektionsrichtung etwas drehen, so daß die hinteren Teile in der Projektion nach rechts wandern, die vorderen nach links (Fig. 51c). Das ist gleichbedeutend mit Verringerung der Farbdichte der gelben Farbe durch kleineren Anteil der hohen Blaufilterdichte und größeren Anteil der kleineren Grünfilterdichte. Dabei ist aber zu beachten, daß nicht nur die Gelb-Magenta-Balance, sondern auch die Blau-Grün-Balance geändert wird. Blau geht mit Magenta, Grün mit Gelb in jeweils gleicher Richtung. Diese Farbpaare kommen dann auf Linien größerer oder kleinerer Farbdosierung.

Sind die Korrekturfarbenkanäle elektrisch getrennt vorhanden, dann kann man die Mischung der Korrekturfarben auch e l e k t r i s c h durchführen und getrennt sowie verschieden für Schwarz- und Weißfarben wählen (vgl. Fig. 50).

Im Chromograph DC 300 wurde diese Regelung intern auf die in der Reprotechnik üblichen Druckfarben durchgeführt. Die angeführten Beispiele entsprechen der Wirkung der Grundkorrektur.

Hell Verein / www.hell-kiel.de

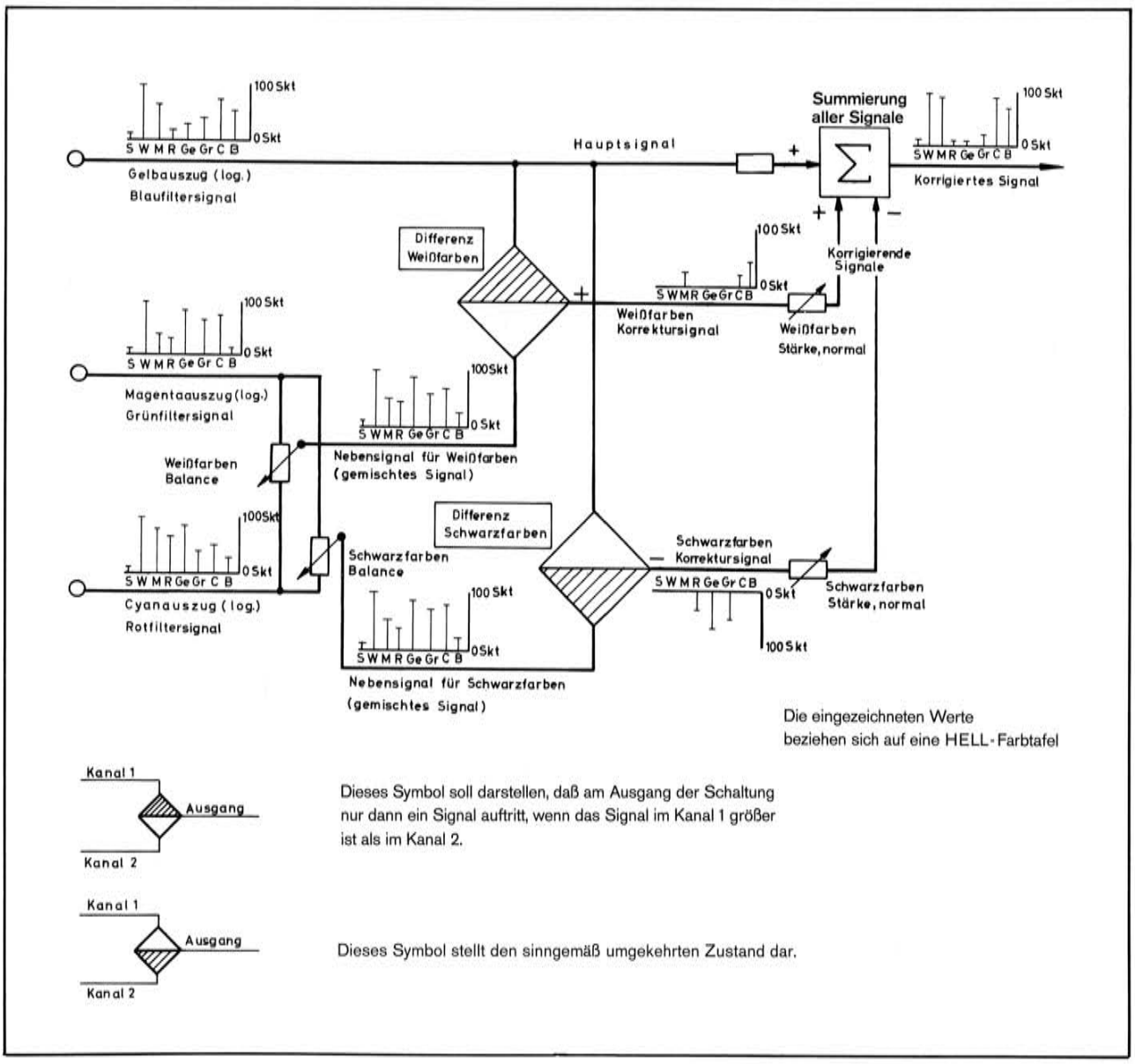


Fig. 50 b Maskierung Gelbauszug

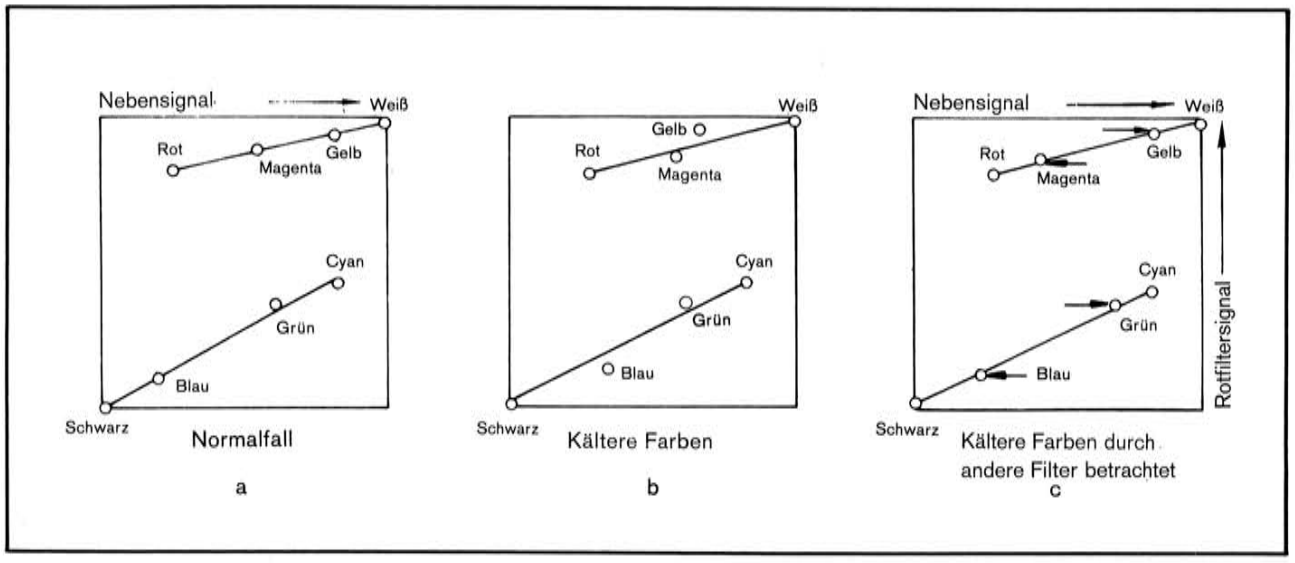


Fig. 51 Korrekturfarbenbalance

Hell Verein / www.hell-kiel.de

2. 8. Selektive Farbkorrektur

2.8.1. Einleitung

Abschnitt 2.7. ließ erkennen, daß sich ohne selektive Farbkorrektur von den Farbdosierungen der acht Würfelecken vorerst nur sechs willkürlich einstellen lassen:

- das Weiß durch Pegeleinstellung,
- das Schwarz durch Umfangsregelung,
- die Auszugsfarbe durch Farbkorrektur Schwarzfarbe,
- die Komplementärfarbe durch Farbkorrektur Weißfarbe,
- eine weitere, wählbare Weißfarbe durch Weißfarbenbalance,
- eine weitere, wählbare Schwarzfarbe durch Schwarzfarbenbalance.

In den beiden letzten Fällen wählt man normalerweise von den durch die Balanceregelung beeinflußbaren erhaltenen Farben diejenigen, welche am weitesten von der Graugeraden entfernt liegen (vgl. Fig. 52). Die der Graugeraden am nächsten liegenden Farben werden nur wenig korrigiert.

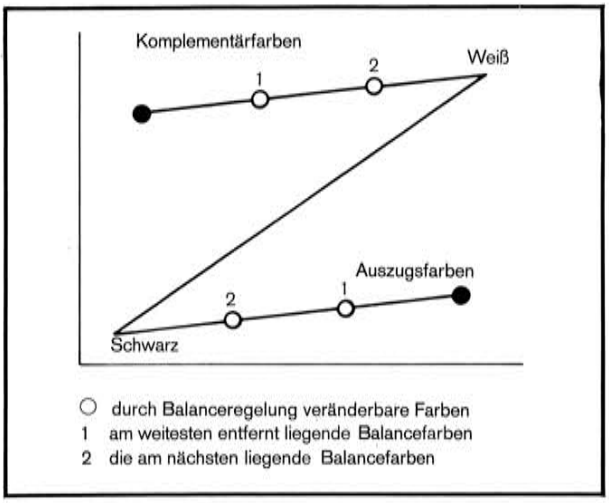


Fig. 52 Position von Balancefarben zur Graugeraden

Für normale Vorlagen und gute Druckfarben trifft es zu, daß Farben in der Nähe der Graugeraden nur ein kleines Korrektursignal benötigen. In der Praxis sind jedoch Vorlagen und Druckfarben sehr unterschiedlich und es kommt oft vor, daß man für bestimmte Farben ein spezielles Korrekturmaß benötigt. Eine entsprechende Änderung ist an sich durch den Balanceregler zu erreichen, doch rückt er eine andere, nicht zu korrigierende Farbe in die Nähe der Graugeraden. Für solche Fälle bringt nun eine Erweiterung der Farbkorrektur, die selektive Farbkorrektur mit zusätzlichen Einstellmöglichkeiten, wesentliche Verbesserungen!

2.8.2. Funktionsüberblick

In der Selektivkorrektur werden noch einmal alle Korrektursignale in besonderen Rechenstufen gegeneinander aufgerechnet. Dadurch ergibt sich für die Grundfarben und die Mischfarben 1. Ordnung ein spezielles Korrektursignal. Jedem dieser Korrektursignale ist ein Regler in jedem Farbauszug zugeordnet. Mit ihnen lassen sich diese Farben jeweils nach + und — korrigieren.

Diese Korrektursignale sind im Chromagraph DC 300 intern auf die Farbtöne der Standard-Druckfarben der Reprotechnik abgeglichen. Werden in einer Firma ausschließlich spezielle Druckfarben z. B. im Verpackungsdruck verwendet, so kann die maximale Wirkung dieser Selektivregler auf diese speziellen Farben abgeglichen werden.

Im einzelnen werden mit den Reglern der Grundkorrektur zuerst die Weiß- und Schwarzfarben insgesamt korrigiert. Nach einer kritischen Prüfung der einzelnen Farben können dann die Selektivkorrekturregler eingesetzt werden, um einzelne Farben zusätzlich zu korrigieren oder spezielle Kundenwünsche zu erfüllen.

Hinsichtlich vielfacher Wünsche aus der Praxis enthält die selektive Farbkorrektur noch folgende Möglichkeiten:

Gesonderte Berücksichtigung lichter Rottöne, also vorwiegend der Hauttöne, unabhängig von den übrigen Korrektureinstellungen. — Hierzu ist allgemein mehr Sättigung dieser Töne im Gelb und Magenta erforderlich; Cyan dagegen benötigt keine so

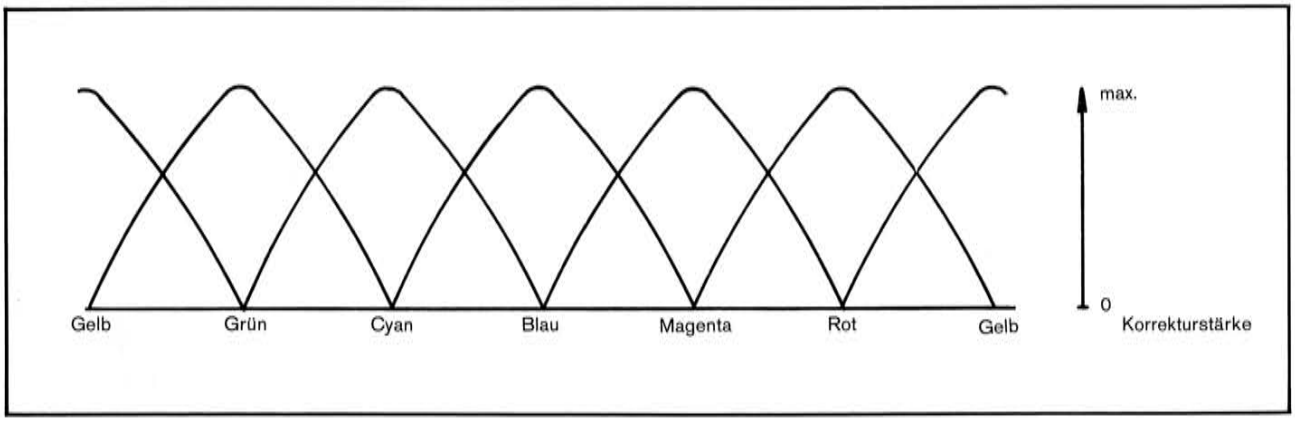


Fig. 53 Wirkungsbereiche der Selektivkorrekturregler

Hell Verein / www.hell-kiel.de

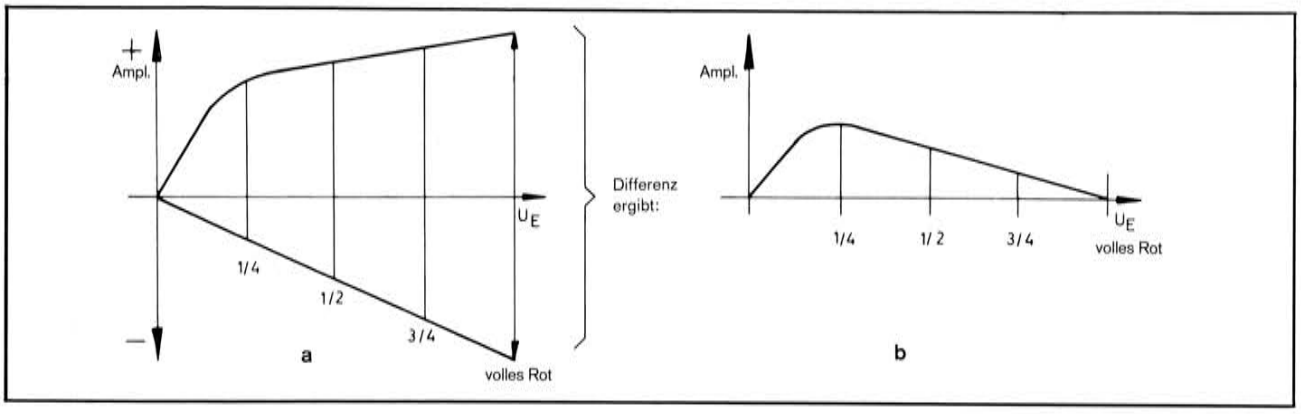
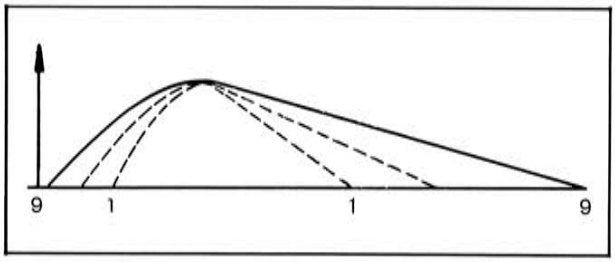


Fig. 54 Erzeugung des Korrektursignals für lichte Rottöne

merkliche Veränderung. Da das Signal für die rote Skala bereits zur Verfügung steht, ist lediglich ein Korrektursignal zu erzeugen, das für lichte Töne besonders groß, für volles Rot aber annähernd Null ist. Wie dies erreicht wird, zeigt folgende Darstellung Fig. 54a. Einem Verstärker werden zwei gegenphasige Signale der Rotskala entnommen; eines dieser Signale wird graduiert und gegen das andere Signal aufgerechnet. Auf diese Weise erhält man die Funktion nach Fig. 54b. Dieses Signal entspricht der Funktion der Regler „Lichtes Rot".

Der Regler „Einsatz" (31) regelt den Wirkungsbereich des Reglers „Lichtes Rot" auf der Skala Weiß-Rot.



Durch die Differenzbildung war es gelungen, Magenta und Gelb vom Rot zu entfernen. Die rote Skala enthält aber auch alle Farbtöne, die zwischen Rot nach Schwarz liegen. Es sind die verschwärzlichten Rottöne, die man als Braun kennt! Sollen jedoch nur die lichten Rottöne beeinflußbar sein, so müssen sie vom Braun getrennt werden; dies ist mit der Trennlinie angedeutet. Die Trennung geschieht in einer besonderen Korrekturstufe.

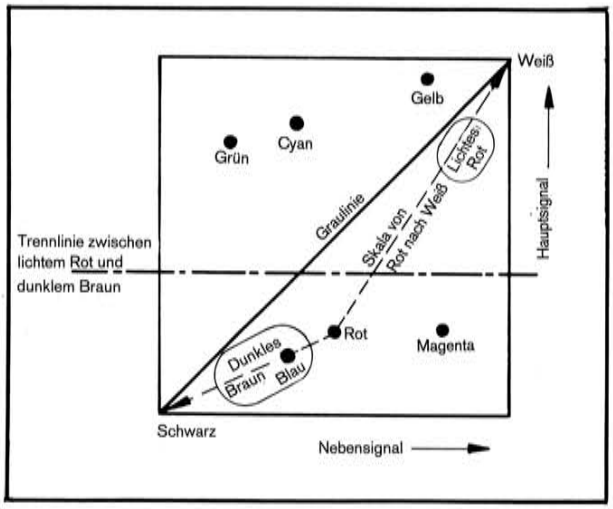


Fig. 56 Trennung der Signale für lichtes Rot und dunkles Braun im Magentaauszug

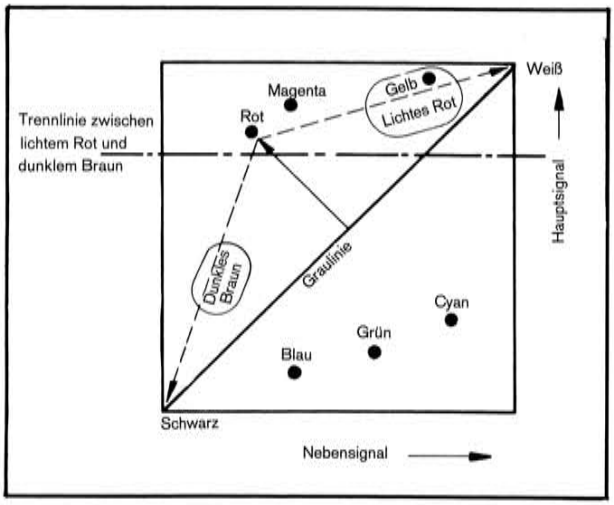


Fig. 55 Trennung der Signale für lichtes Rot und dunkles Braun im Cyanauszug

Hierdurch erhält man die lichte Rotskala und die Braunskala getrennt voneinander! Fig. 55 läßt erkennen, daß dies mit Hilfe des Hauptsignals zu erreichen ist. Dieses benutzt man zu der Aussage, ob es sich um lichtes Rot oder um Braun handelt, indem man das Signal der Rotskala mit dem Hauptsignal moduliert.

Da im Magentaauszug die Trennung von lichtem Rot und dunklem Braun noch günstiger als im Cyanauszug ist, wurde der Magentaauszug zur Modulation verwendet. Zum besseren Verständnis soll das Farbdiagramm Fig. 56 des Magentaauszuges dienen.

2.8.3. Funktion der Regler

Mit der selektiven Farbkorrektur ist es nach den vorstehenden Erläuterungen möglich, alle acht Ecken des Farbraumes einzustellen. Nachstehend sind die Funktionen der dazu vorhandenen Regler kurz beschrieben.

Hell Verein / www.hell-kiel.de

A. Gelbauszug

- Der Selektivregler Blau im Gelbauszug (1) vermindert oder erhöht den Anteil Gelb im Blau. (Entspricht der Wirkung des Farbkorrekturreglers „Weißfarben – Gelb" (56).
- Der Selektivregler Cyan im Gelbauszug (2) vermindert oder erhöht den Anteil Gelb im Cyan.
- Der Selektivregler Grün im Gelbauszug (3) vermindert oder erhöht den Anteil Gelb im Grün.
- Der Selektivregler Gelb im Gelbauszug (4) vermindert oder erhöht den Anteil Gelb im Gelb. Entspricht der Wirkung des Farbkorrekturreglers „Schwarzfarben – Gelb" (59).
- Der Selektivregler Rot im Gelbauszug (5) vermindert oder erhöht den Anteil Gelb im Rot.
- Der Selektivregler Magenta im Gelbauszug (6) vermindert oder erhöht den Anteil Gelb im Magenta.
- Der Selektivregler „Lichtes Rot" im Gelbauszug(7) vermindert oder erhöht den Anteil Gelb in den lichten Rottönen.
  Der Regler Einsatz regelt den Wirkungsbereich des Reglers „Lichtes Rot" auf der Farbskala Weiß bis Rot.
- Der Selektivregler „Dunkles Braun" im Gelbauszug (8) vermindert oder erhöht den Anteil Gelb in den dunklen Brauntönen.
  Der Regler Einsatz regelt den Einsatzpunkt des Reglers „Dunkles Braun" auf der Farbskala Weiß bis dunkles Braun.

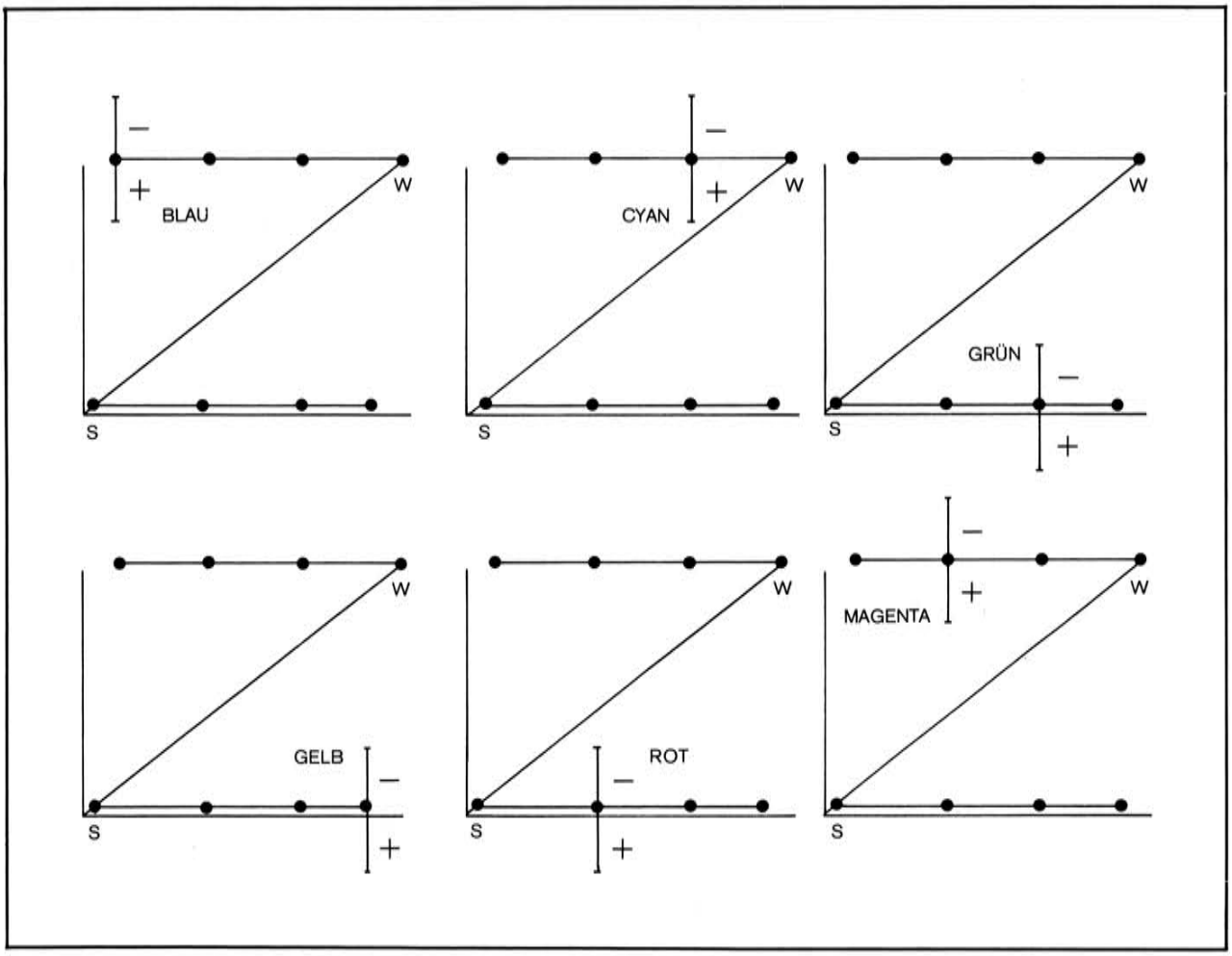


Fig. 57 Selektivkorrektur Gelbauszug

Hell Verein / www.hell-kiel.de

B. Magentaauszug

- Der Selektivregler Blau im Magentaauszug (9) vermindert oder erhöht den Anteil Magenta im Blau.
- Der Selektivregler Cyan im Magentaauszug (10) vermindert oder erhöht den Anteil Magenta im Cyan.
- Der Selektivregler Grün im Magentaauszug (11) vermindert oder erhöht den Anteil Magenta im Grün.
  Entspricht der Wirkung des Farbkorrekturreglers „Weißfarben – Magenta" (57).
- Der Selektivregler Gelb im Magentaauszug (12) vermindert oder erhöht den Anteil Magenta im Gelb.
- Der Selektivregler Rot im Magentaauszug (13) vermindert oder erhöht den Anteil Magenta im Rot.
- Der Selektivregler Magenta im Magentaauszug (14) vermindert oder erhöht den Anteil Magenta im Magenta.
  Entspricht der Wirkung des Farbkorrekturreglers „Schwarzfarben – Magenta" (60).
- Der Selektivregler „Lichtes Rot" im Magentaauszug (15) vermindert oder erhöht den Anteil Magenta in den lichten Rottönen.
  Der Regler Einsatz regelt den Wirkungsbereich des Reglers „Lichtes Rot" auf der Farbskala Weiß bis Rot.
- Der Selektivregler „Dunkles Braun" im Magentaauszug (16) vermindert oder erhöht den Anteil Magenta in den dunklen Brauntönen.
  Der Regler Einsatz regelt den Einsatzpunkt des Reglers „Dunkles Braun" auf der Farbskala Weiß bis dunkles Braun.

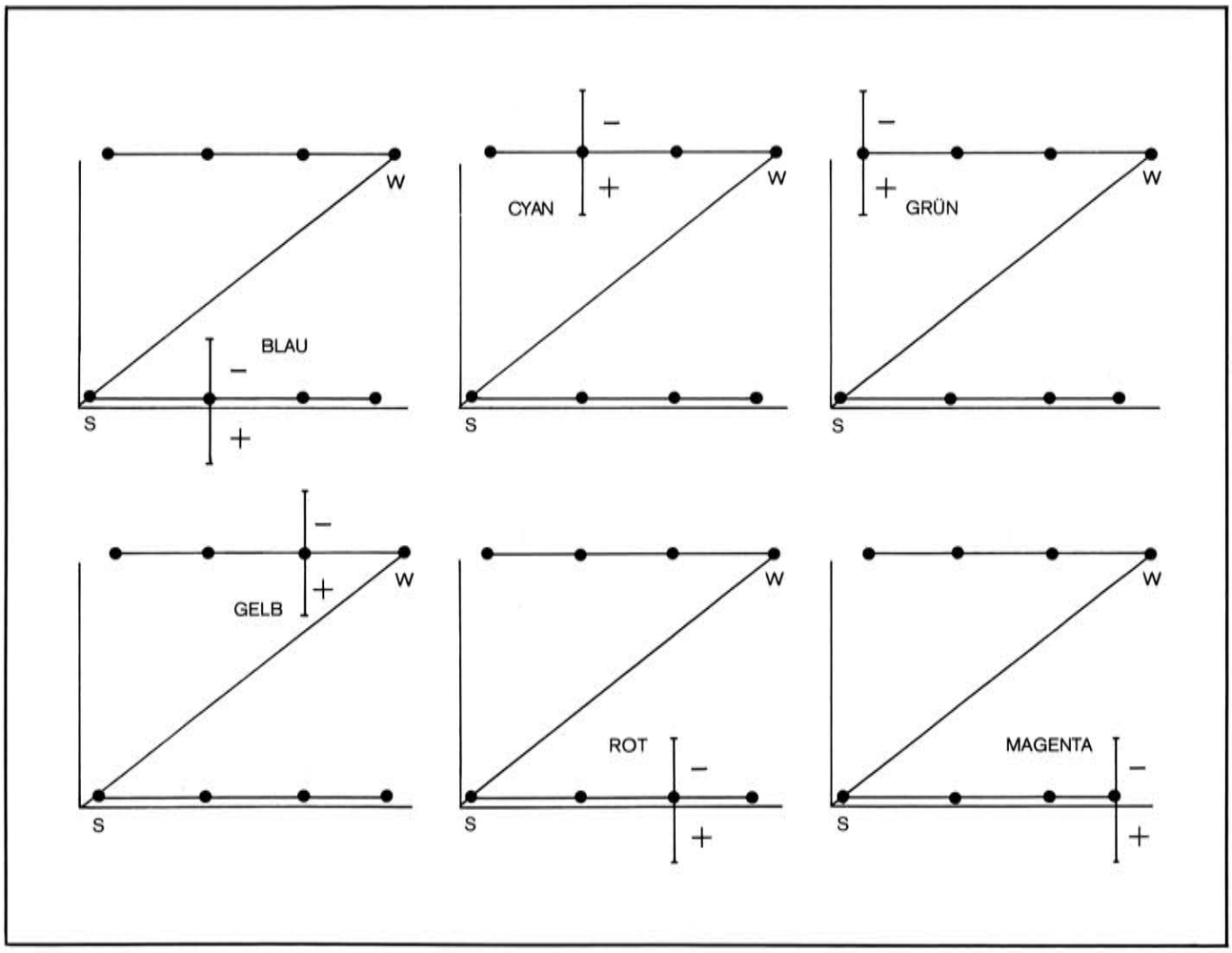


Fig. 58 Selektivkorrektur Magentaauszug

Hell Verein / www.hell-kiel.de

C. Cyanauszug

- Der Selektivregler Blau im Cyanauszug (17) vermindert oder erhöht den Anteil Cyan im Blau.
- Der Selektivregler Cyan im Cyanauszug (18) vermindert oder erhöht den Anteil Cyan im Cyan. Entspricht der Wirkung des Farbkorrekturreglers „Schwarzfarben – Cyan" (61).
- Der Selektivregler Grün im Cyanauszug (19) vermindert oder erhöht den Anteil Cyan im Grün.
- Der Selektivregler Gelb im Cyanauszug (20) vermindert oder erhöht den Anteil Cyan im Gelb.
- Der Selektivregler Rot im Cyanauszug (21) vermindert oder erhöht den Anteil Cyan im Rot. Entspricht der Wirkung des Farbkorrekturreglers „Weißfarben – Cyan" (58).
- Der Selektivregler Magenta im Cyanauszug (22) vermindert oder erhöht den Anteil Cyan im Magenta.
- Der Selektivregler „Lichtes Rot" im Cyanauszug (23) vermindert oder erhöht den Anteil Cyan in den lichten Rottönen.
  Der Regler Einsatz regelt den Wirkungsbereich des Reglers „Lichtes Rot" auf der Farbskala Weiß bis Rot.
- Der Selektivregler „Dunkles Braun" im Cyanauszug (24) vermindert oder erhöht den Anteil Cyan in den dunklen Brauntönen.
  Der Regler Einsatz regelt den Einsatzpunkt des Reglers „Dunkles Braun" auf der Farbskala Weiß bis dunkles Braun.

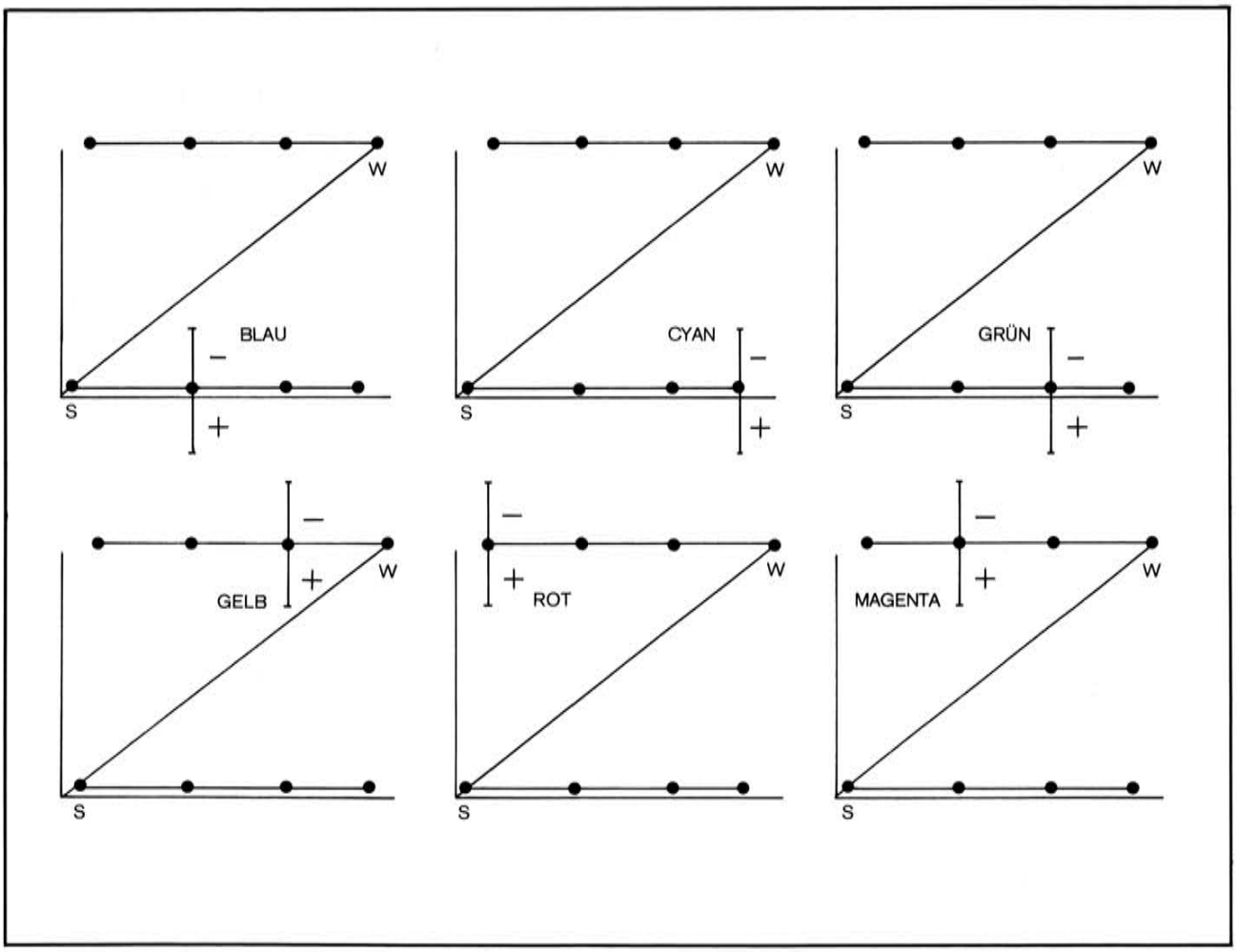


Fig. 59 Selektivkorrektur Cyanauszug

Hell Verein / www.hell-kiel.de

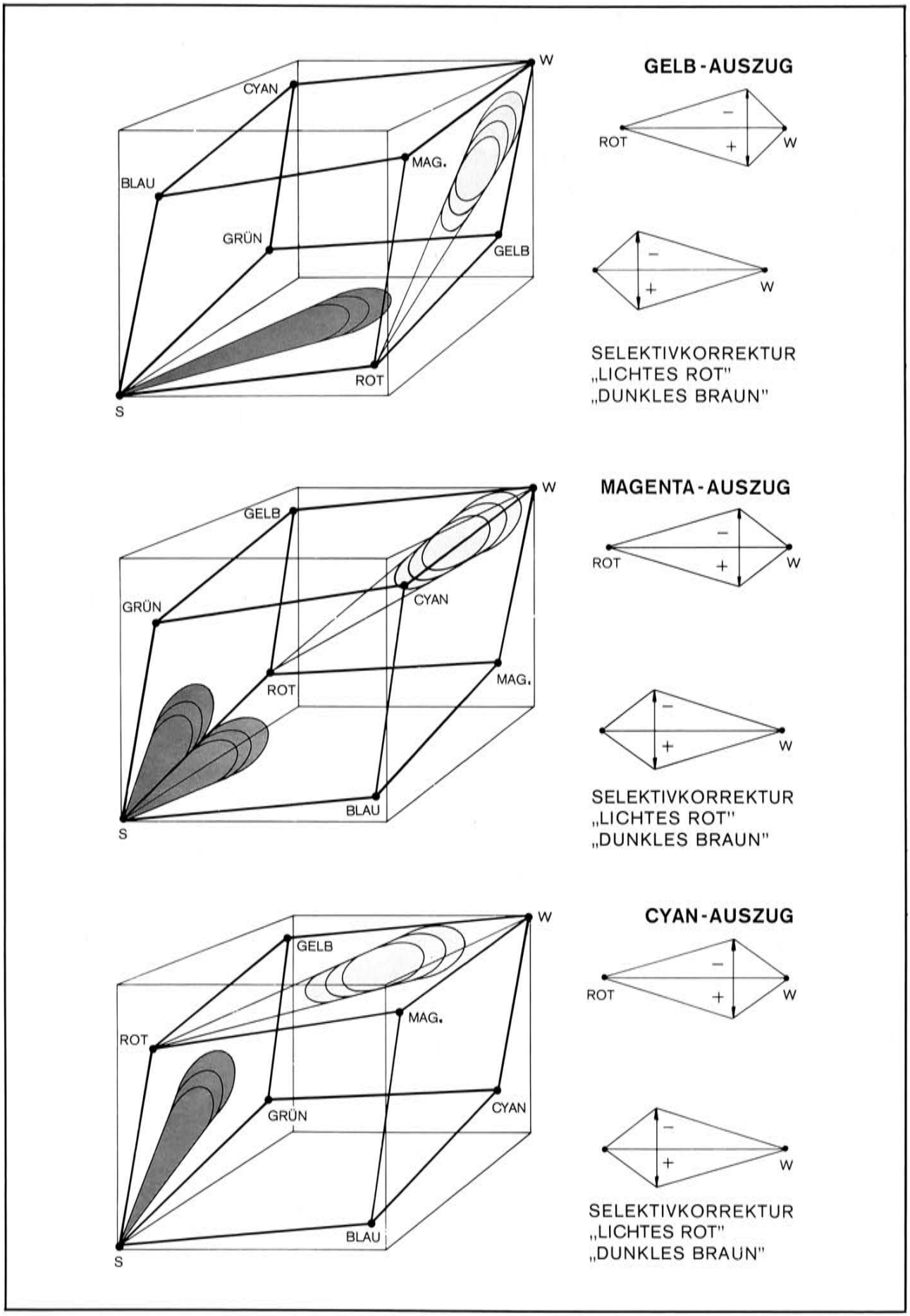


Fig. 60 Wirkungsbereiche der Regler Lichtes Rot und Dunkles Braun

Hell Verein / www.hell-kiel.de

D. Regelung der Farbanteile in den lichten Rottönen und in den dunklen Brauntönen

Zur Regelung der Farbanteile in den lichten Rottönen sind 3 Regler mit der Bezeichnung „Lichtes Rot" vorhanden. Diese Regler wirken, wie aus der Bezeichnung zu entnehmen ist, nur auf die lichten roten Partien der Vorlagen, während der Gradationsverlauf in den neutralen Tönen unbeeinflußt bleibt. Mit diesen Reglern ist es möglich, die Farbzusammensetzung in diesen Partien optimal einzustellen. Je ein Regler wirkt unabhängig im Gelb-, Magenta- und Cyanauszug, und zwar auf den gleichen Farbton der Vorlage. Es wurde von Kundenseite her des öfteren der Wunsch geäußert, diese Partien, zu denen auch die Hauttöne gehören, gesondert beeinflussen zu können. Diese Töne sind aber meist schon in den Originalen lichter als gewünscht.

Mit den Reglern „Dunkles Braun" lassen sich die entsprechenden Farbanteile vermindern oder verstärken, ohne daß die Gradation der neutralen Töne dabei verändert wird.

Die Regler „Einsatz" legen jeweils den gewünschten Wirkungsbereich zwischen Weiß und lichtem Rot und Weiß und dunklem Braun fest. Durch diese Regler kann man in den lichten Rottönen und dunklen Brauntönen die Sättigung vermindern oder erhöhen; doch dürfen sie nur dann zur Anwendung kommen, wenn dies allen von der Korrektur erfaßten Tönen zuträglich ist.

Im allgemeinen sind der Gelb- und Magentaauszug zu hart, während der Cyanauszug zuwenig Zeichnung aufweist. Deshalb wird es oft notwendig sein, den Umfang des Hauttones im Gelb- und Magentaauszug zu reduzieren, indem man die lichten Bereiche mit etwas mehr Farbgebung versieht, die harten Schatten dagegen mildert. Den lichten Bereich erfassen die „Lichten Rotregler", für die Schatten sind die Regler „Dunkles Braun vorgesehen.

Im Cyanauszug muß man umgekehrt verfahren. Der Umfang der Hauttöne muß vergrößert werden, um die Zeichnung zu verbessern. Hier muß der Regler „Lichtes Rot" die lichten Partien aufhellen, der Regler „Dunkles Braun" muß die dunkleren Brauntöne mit mehr Cyan versehen und dadurch den Kontrast erhöhen.

Dies gilt nicht nur für den Bereich der Hauttöne, sondern für das gesamte Weißfarbengebiet im Cyanauszug. Man denke an die rote Skala, z. B. rote Rosen, rote Kleidung usw., in der man eine stärkere Trennung der reinen Rottöne von den verschmutzten wünscht, oder an die gelbe Skala, z. B. gelbe Blumen, Zitronen, Pommes frites usw., wo ebenfalls eine stärkere Trennung der reinen Farbtöne von den verschmutzten erreicht werden soll. Hier kann man mit den Reglern „Dunkles Braun" Verbesserungen erzielen.

E. Farbauszug Mischung

Mit diesem Regler (33) kann einem bestimmten Farbauszug stufenlos ein Farbsignal eines anderen Auszuges zugemischt werden.

Der Schalter „Farbauszug" (34) wird auf denjenigen Farbauszug eingestellt, der belichtet werden soll, z. B. Cyan. Steht der Regler ebenfalls auf Cyan, so erhält man einen normalen Cyanauszug. Jetzt kann der Regler in Richtung Magenta verdreht werden. Dadurch wird ein bestimmter Anteil Grünfiltersignal dem Cyanauszug zugemischt. Dies wird natürlich die Farbkorrektur des Cyanauszuges verändern. Als besonders auffällige Änderung können eintreten:

mehr Cyananteil im Rot,
mehr Cyananteil im Magenta,
weniger Cyananteil im Grün,
weniger Cyananteil im Cyan,

wobei die Verschmutzung des Rots eventuell durch eine stärkere Weißfarbenkorrektur behoben werden kann.

Diese Einrichtung kann benutzt werden, um z. B. ein Porträt, welches im Cyanauszug sehr flach ist, mit mehr Zeichnung zu versehen. Unter einem Grünfilter betrachtet, wird ein Gesicht immer mehr Zeichnung aufweisen. Durch Zumischen eines Teils des Grünfiltersignals kann nun die Zeichnung im Cyan erhöht werden. Ein Verschmutzen der Rottöne ist dabei noch tragbar, wenn z. B. nur rote Lippen im Bild vorhanden sind. Eine ähnliche Methode wird auch in der konventionellen Fotografie durch die sogenannte Splitbelichtung erreicht. Hier wird ebenfalls eine kurze Belichtung zusätzlich durch ein Grünfilter durchgeführt.

Umgekehrt kann auch die verflachende Wirkung des Rotfiltersignals in unserem Beispiel ausgenutzt werden, um im Magenta- oder Gelbauszug harte, rote Schatten aufzuhellen. Dabei steht der Schalter auf Magenta- oder Gelbauszug und der Regler kann stufenlos von Magenta oder Gelb in Richtung Cyan verstellt werden. Dabei würden die roten Bildstellen heller, cyanfarbige aber dunkler werden.

F. Teilbildkorrektur

Diese Einrichtung enthält folgende Regler: „Gradation" (35), „Schreibdichte Licht" (36) und „Schreibdichte Tiefe" (37). Mit Hilfe der Steuermaske kann ein bestimmtes scharf begrenztes Bilddetail herausgenommen werden und mit Hilfe der Teilbildkorrektur verändert werden; z. B. kann aus einer Gruppe von Personen, von denen eine in der Aufnahme zu dunkel erscheint, diese aufgehellt werden. Dazu kann die Gradation heller eingestellt oder die Schreibdichte „Tiefe" verändert werden.

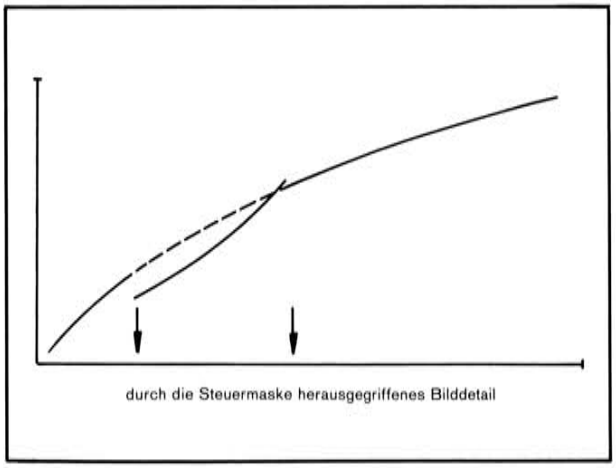


Fig. 61 Wirkung der Teilbildkorrektur

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Eine ähnliche Wirkung ist auch mit Hilfe der Dichtegeber möglich. Auch hierzu wird die Steuermaske benutzt, um das zu verändernde Bilddetail zu definieren. Mit den Dichtegebern kann jetzt dieses Bilddetail flächig aufgehellt oder dunkler eingestellt werden. Dies wird oft bei Tiefdruckarbeiten gefordert, z. B. sollen Kühlschränke und weiße Möbel oft nur in Schwarz gedruckt werden. Bei normaler Einstellung bekommen diese Gegenstände aber die Lichterdichte aller drei Farbauszüge. Dabei kann leicht ein sogenanntes „Farbspiel" auftreten, welches auf einen schlechten Passer beim Drucken zurückzuführen ist. Mit der genannten Methode wird in den drei Farbauszügen die Dichte im Weiß verringert, während sie im Schwarzauszug auf den gewünschten Wert heraufgesetzt wird.

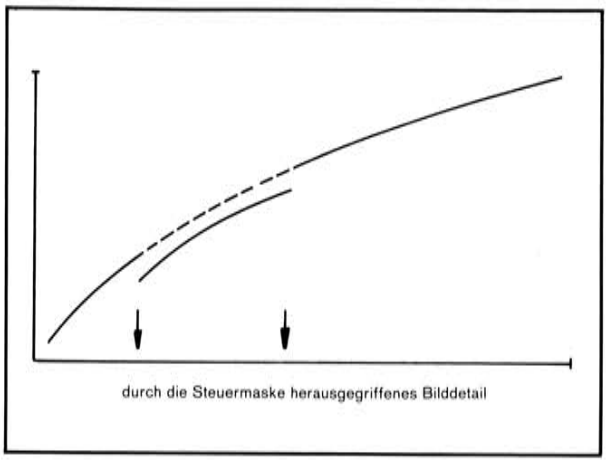


Fig. 62 Teilbildkorrektur durch Dichtegeber

2. 9. Farbkorrektur des Schwarzauszuges

Das frühere Verfahren, den Schwarzauszug durch ein gelbes oder rotes Filter (= Cyanauszug) zu belichten, wird gelegentlich noch heute angewandt. Seine Farbqualität ist aber bei eventueller Maskierung noch gering, denn hier sollen nicht nur wie bei Farbauszügen drei Farben zum Weiß korrigiert werden, sondern alle sechs. Den besten Weg (der Theorie nach) ermittelt die Schwarzdosierung aus den drei Farbdosierungen, indem sie jeweils den kleinsten der drei korrigierten Farbdosierungswerte gleich dem Schwarzwert setzt (größte Signalspannung).
Wir wissen, daß drei gleiche Druckfarbenbeträge sich zu einem neutralen Ton zusammensetzen. Da der kleinste Anteil der drei Farbdosierungen auch in den beiden anderen größeren Farbanteilen enthalten ist, ist er zugleich der gemeinsame Schwarzanteil. Da in einem elektrischen Bildsignal eines positiven Bildes die größtmögliche Spannung dem Weiß, also der Farbdosierung Null, entspricht und jede Verkleinerung eine zunehmende Farbdosierung bedeutet, besitzt die kleinste der drei Farbdosierungen die größte Farbsignalspannung, siehe Fig. 63, Diese läßt sich leicht elektrisch auswählen, wofür es in der Fotomechanik kein Analogon gibt. Da für jede der sechs Farben immer mindestens einer der drei korrigierten Farbauszüge den Weißwert erreicht, so ist die größte Spannung unter ihnen stets wie Weiß, also der Schwarzanteil in allen Farben gleich Null. Bei der Dreikanal-Farbkorrektur in Vierkanal-Geräten werden jeweils zwei Drittel eines Spektralbereiches benutzt, um das Signal des dritten Drittels zu korrigieren.
Sind abweichend von dieser Auswahl des jeweils geringsten Schwarzanteils andere Schwarzanteile gewünscht, so können sie mit den Reglern „Schwarzauszug" in der Selektivkorrektur eingestellt werden.

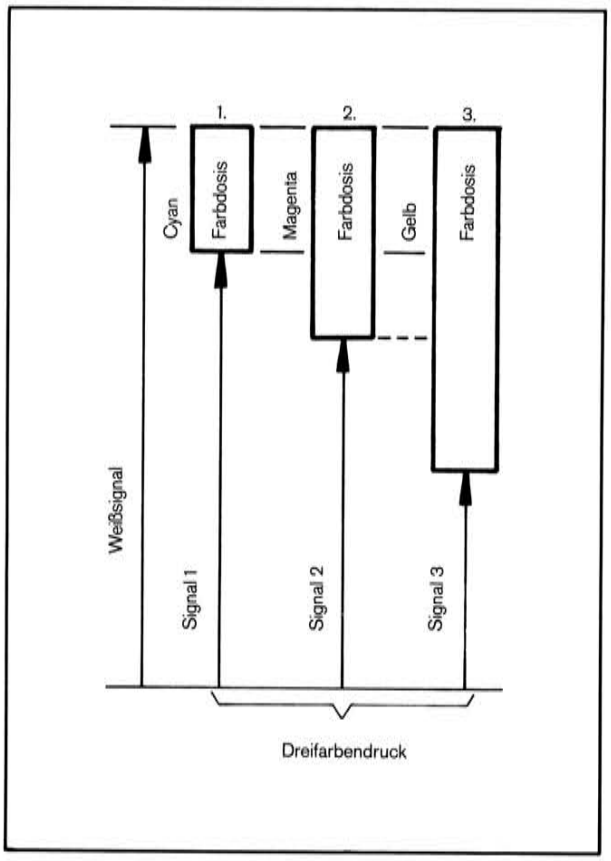


Fig. 63 Farbdosierungen Signalspannungen

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Schwarzauszug

- Der Selektivregler Blau im Schwarzauszug (25) vermindert oder erhöht den Anteil Schwarz im Blau.
- Der Selektivregler Cyan im Schwarzauszug (26) vermindert oder erhöht den Anteil Schwarz im Cyan.
- Der Selektivregler Grün im Schwarzauszug (27) vermindert oder erhöht den Anteil Schwarz im Grün.
- Der Selektivregler Gelb im Schwarzauszug (28) vermindert oder erhöht den Anteil Schwarz im Gelb.
- Der Selektivregler Rot im Schwarzauszug (29) vermindert oder erhöht den Anteil Schwarz im Rot.
- Der Selektivregler Magenta im Schwarzauszug (30) vermindert oder erhöht den Anteil Schwarz im Magenta.

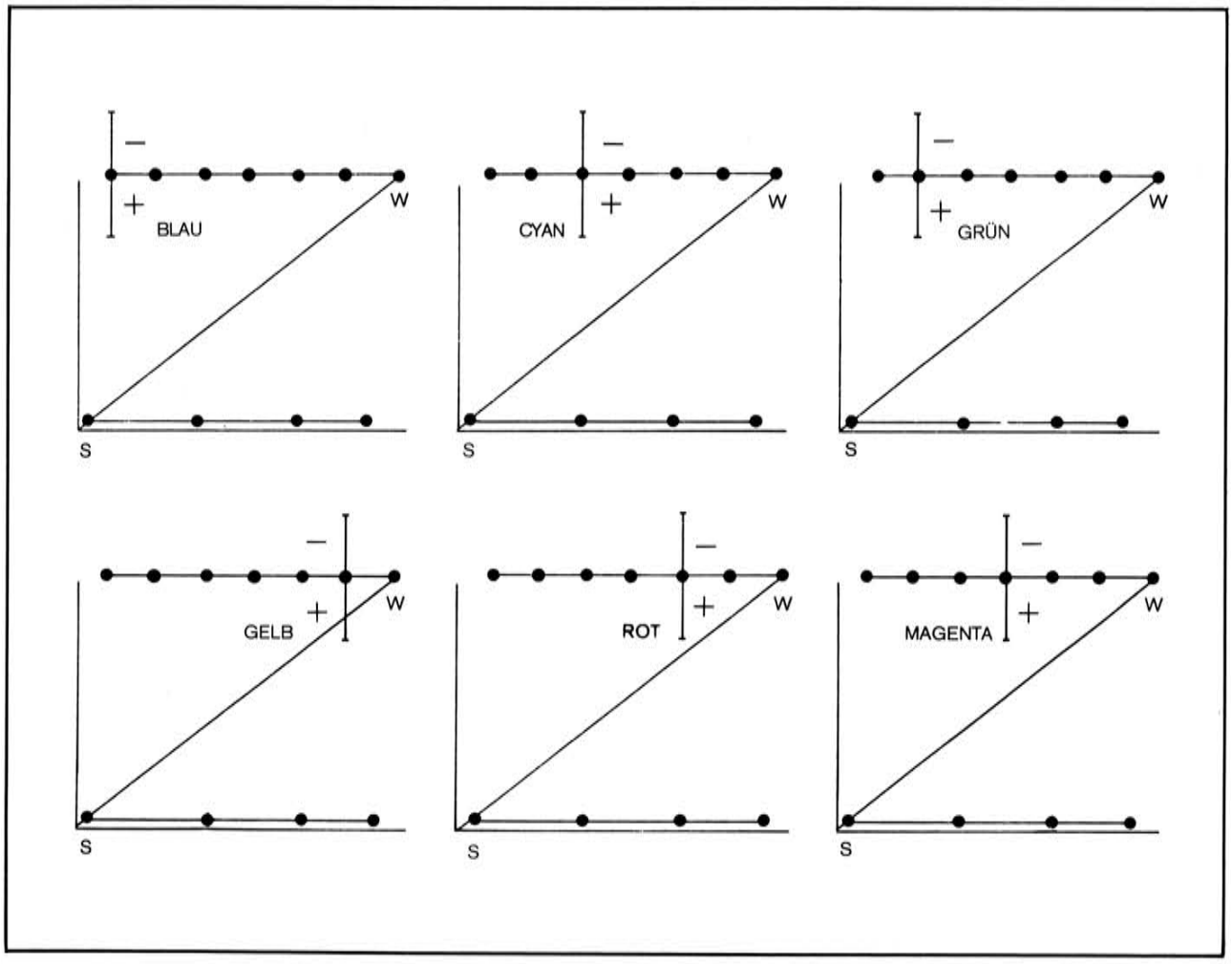


Fig. 64 Selektivkorrektur Schwarzauszug

Hell Verein / www.hell-kiel.de

3. Messen von Rasterpunktgrößen mit dem Densitometer

Im allgemeinen werden Rastertonwerte bei Lupenbetrachtung geschätzt. Zur Standardisierung der Reproduktionsstufen muß man sich jedoch immer zu Messungen entschließen. Dabei ist das Densitometer auch zur Bestimmung der Punktgrößen geeignet, indem man die mittlere Dichte der gerasterten Fläche mißt. Dies läßt sich am sichersten bei scharf begrenzten Rasterpunkten durchführen, zum Beispiel nach dem Umkopieren. Zeigen die Rasterpunkte noch einen deutlichen Randschleier sowie leichte Übergänge im Aufbau der Punktdichte, dann muß der Randschleier bei der Messung durch Änderung der Nullpunkteinstellung am Densitometer berücksichtigt werden.

Bei scharfen Rasterpunkten ist der Nullpunkt des Densitometers auf eine punktfreie Stelle des Filmes zu eichen. Bei unscharfen Rasterpunkten ist die Justierung auf eine Stelle vorzunehmen, von der man weiß, daß sie beim weiteren Prozeß gerade noch keinen druckenden Punkt ergibt.
Zur Erfassung einer ausreichenden Rasterpunktanzahl bei der Messung ist für das messende Lichtbündel eine wirksame Öffnung von mindestens 2,5 mm erforderlich.
Der Zusammenhang zwischen der gemessenen Dichte – teilweise auch als integrale Rasterdichte bezeichnet – und der Punktgröße ist aus Tabelle 2 ersichtlich.

Tabelle 2 Übersicht Rasterpunktgröße/integrale Rasterdichte

Integrale Rasterdichte	Punktgröße %	Integrale Rasterdichte	Punktgröße %	Integrale Rasterdichte	Punktgröße %
0.00	0	0.22	39	0.48	67
0.01	2	0.23	41	0.50	68
0.02	4	0.24	42	0.52	70
0.03	7	0.25	43	0.54	71
0.04	9	0.26	45	0.56	72
0.05	11	0.27	46	0.58	74
0.06	13	0.28	47	0.60	75
0.07	15	0.29	48	0.64	77
0.08	17	0.30	50	0.68	79
0.09	19	0.31	51	0.72	81
0.10	20	0.32	52	0.76	82
0.11	22	0.33	53	0.80	84
0.12	24	0.34	54	0.84	85
0.13	26	0.35	55	0.88	87
0.14	27	0.36	56	0.92	88
0.15	29	0.37	57	0.96	89
0.16	30	0.38	58	1.00	90
0.17	32	0.39	59	1.10	92
0.18	33	0.40	60	1.25	94
0.19	35	0.42	62	1.50	97
0.20	36	0.44	63	1.75	98
0.21	38	0.46	65	2.00	99

4. Filmeigenschaften, Filmbearbeitung

4. 1. Filmmaterial, Callier-Effekt

Die Filme bestehen aus einem Trägermaterial, einer Unterlagenfolie, die früher aus Zelluloid war, jetzt aber aus Triazetat oder dem klimastabilen Polyester hergestellt ist. Diese Folie trägt auf der einen Seite eine Emulsionsschicht, allgemein eine Gelatine mit lichtempfindlichen Bromsilberkörnern. Zu beiden Seiten der Folie ist eine Schutzschicht aufgebracht; auf der Trägerseite fängt man durch Schichteinfärbung lichthofbildendes Streulicht ab.
Die hinreichend belichteten Bromsilberkörner lassen sich im Entwickler zu winzigen Knäueln aus fädigem Silber umwandeln, welches Licht sowohl absorbiert

Hell Verein / www.hell-kiel.de

als auch streut. Die Anteile von Absorption und Streuung sind von dem Lichtwinkel abhängig, unter dem die Messung vorgenommen wird. Läßt sich nun das gesamte Licht unter einem Ausfallwinkel von 180° vom Meßgerät erfassen, so ergeben sich die größten Lichtwerte bzw. die geringsten Dichten. Entsprechende Meßgeräte nennt man Densitometer. Bei geringen Winkeln, wie zum Beispiel bei der Anwendung von Abtastobjektiven in Scannern, wird das Streulicht teilweise nicht erfaßt und die scheinbare Dichte wächst um 15 bis 20 % an. Ein Silbergraukeil hat somit unter dem Densitometer einen kleineren Dichteumfang als in einem Scanner. Diese Erscheinung bezeichnet man als Callier-Effekt.

Farbfilme bzw. Farbbilder enthalten drei Emulsionsschichten. Bei der Entwicklung legen sich nichtstreuende Farbstoffschichten um die Silberkörner, die dann herausgelöst werden. Übrig bleibt der Farbstoff, der entsprechend seiner Entstehung wohl ein körniges Aussehen hat, aber keine Streuung zuläßt und damit keinen Callier-Effekt zeigt. Gemessene Farbdichten sind also unabhängig vom Meßgerät.

4. 2. Auflösungsvermögen, Konturenschärfe

In Verbindung mit der Körnigkeit stehen auch die nicht gleichartigen Begriffe „Konturenschärfe" und „Auflösungsvermögen".
Kopiert man zunehmend enger werdende Schwarz/Weiß-Linien auf einen Film, so wird sich dann ein Abstand ergeben, bei dem sich zwei Linien gerade noch als getrennt erkennen lassen. Die Zahl der trennbaren Linien je Zentimeter entspricht dem Auflösungsvermögen.
Kopiert man mit einem z. B. durch eine Rasierklingenkante scharf begrenzten Lichtstrahl und bestimmt denjenigen Seitenabstand, bei dem die Schwärzung auf $^1/_{10}$ abgefallen ist (Dichtedifferenz = 1), so gibt dieser Abstand die Konturenschärfe an.

Die Dichte ist übrigens von mehreren Gegebenheiten abhängig: vorwiegend von der Lichtstreuung am unentwickelten Bromsilberkorn, weiterhin von der Korngröße, der Lichtempfindlichkeit des Bromsilbers sowie auch von der Emulsionsschichtdicke.

4. 3. Lichtempfindlichkeit, Schwarzschild-Effekt

Diese sind abhängig von der Farbe des Lichtes!
Von Natur aus ist Bromsilber blauempfindlich. Durch chemische Zusätze können die Emulsionen aber auch für grünes und rotes Licht empfindlich gemacht werden. Man spricht dann von orthochromatischem bzw. panchromatischem Film.

Übliche Empfindlichkeitsangaben bezeichnen das Lichtmaß (in logarithmischer Skala, quasi Dichtemaß!), dem eine Schwärzung von Dichte 0.1 über Schleier entspricht. Es ist also erheblich vom Entwickler abhängig und sagt nicht aus, wie steil die Schwärzungskurve in Richtung der mittleren und hohen Dichten weiter verläuft. Natürlich ist die Schwärzung auch von der Lichtstärke und der Dauer der Lichteinwirkung abhängig, und nur in erster Näherung besteht eine gewisse Unabhängigkeit von dem Produkt aus Lichtstärke und Belichtungszeit. Für sehr lange oder sehr kurze Zeiten zeigt ein konstantes Lichtstärke/Zeit-Produkt geringere Schwärzung; man nennt dies den Schwarzschild-Effekt.

4. 4. Schwärzungskurve, Gamma-Wert, Umfang

Trägt man die entwickelte Dichte in Abhängigkeit vom Logarithmus der einwirkenden Lichtmenge auf, so erhält man die Schwärzungskurve; sie ist S-förmig gekrümmt, also in den Lichtern und den Tiefen weniger steil ausgebildet als im Mittelbereich. Die Steilheit der Kurve kennzeichnet man mit dem γ-Wert, der auch sehr vom Film, vom Entwickler sowie von der Entwicklungszeit abhängig ist. Den Dichteunterschied zwischen größter und kleinster Dichte nennt man Dichteumfang oder kurz Umfang, der also die entsprechenden Abhängigkeiten erkennen läßt.

Diese Begriffe sind auch auf Farbschichten und Farbfilter anwendbar! Sind z. B. die Farbdichten hinter Farbfiltern für Soll-Weiß oder Soll-Schwarz verschieden, so spricht man von Farbstich.
Ist der Farbdichteumfang aber in allen (z. B. drei) Farben gleich, so ist der Farbstich auch in Weiß und Schwarz gleich. Bei verschiedenen Farbdichteumfängen ändert sich der Farbstich von Weiß nach Schwarz.

4. 5. Entwicklung, Trocknung

Die starke Abhängigkeit der Filmschwärzung von den Entwicklungsbedingungen ist neben der S-förmigen γ-Kurve der größte Nachteil bei fotomechanischen Verfahren. Um aber die mit elektronischen Farbauszuggeräten erreichbaren Genauigkeiten halten zu können, ergibt sich die Konstanthaltung der obigen Bedingungen durch Temperaturstabilisierung, Entwicklerregeneration sowie Entwicklerbewegung (Stickstoffsprudel!) als dringende Notwendigkeit. Bemerkenswert erscheint, daß sich eine gleichartig präzise Behandlung für die Trocknung noch nicht durchgesetzt hat, obwohl ungleiche Dichteänderungen durch Verwendung üblicher Trockenschränke in größerem Maße entstehen als bei der Entwicklung. Da sich die Änderungen übrigens hauptsächlich in der Vertikalrichtung (Hängelage) auswirken, ist die richtige Aufhängung des Filmes beim Trocknen wichtig; in der Regel erfolgt die Trocknungsaufhängung in umgekehrter Lage zu derjenigen bei der Entwicklung. Man soll auch die Filme eines Farbsatzes gleichzeitig entwickeln und trocknen. Es sei noch bemerkt, daß Filme mit Kunststoff-Emulsionsschicht weniger trocknungsempfindlich sind als Filme mit Gelatineschicht.

Für weitergehende Informationen über Eigenschaften, Anwendung und Bearbeitung des Films wird auf die einschlägige Literatur verwiesen.

Hell Verein / www.hell-kiel.de

Hell Verein / www.hell-kiel.de