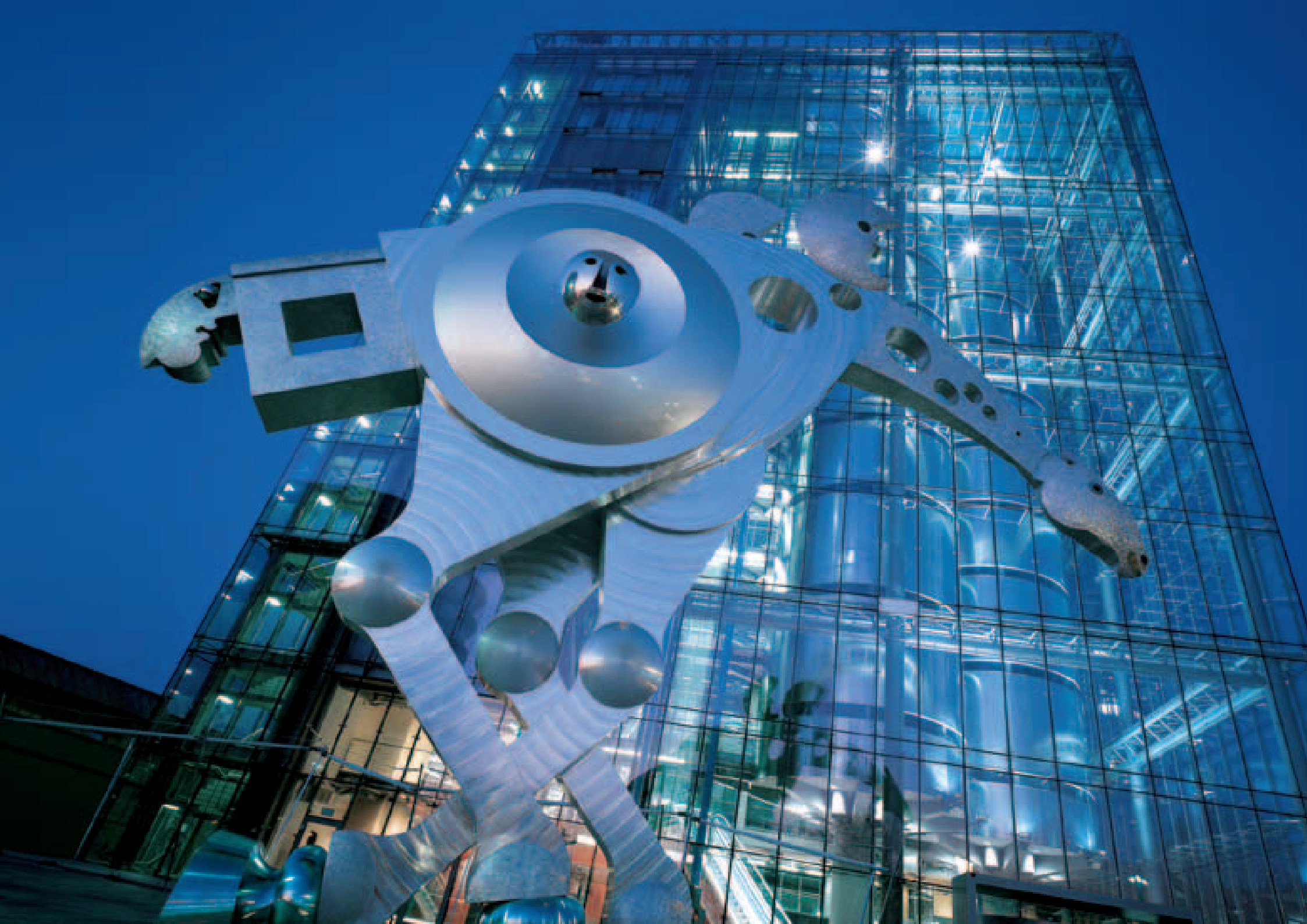


Einführung in die Rastertechnologie



Inhalt

Vorwort	4	4.8 Megadot-Raster	44	8 Tipps und Tricks	69
1 Allgemeines zur Rasterung	5	4.9 Technologisch überholte Raster	46	8.1 Winkeltausch	69
1.1 Historie	5	5 Rastereinstellungen im PostScript-Workflow	48	8.2 Verläufe	70
1.2 Was ist ein Raster?	5	5.1 Die Rasterung im PostScript-Workflow	48	8.3 Vorlagen- und Scannermoirés	71
1.3 Moiré	6	5.2 Das Heidelberg-Konzept zur Rasterparametrierung im PostScript-Workflow	52	8.4 Schmuckfarben	71
1.4 Farbdrift	6	5.3 Auswahl von Rasterparametern in Heidelberg Produkten	55	8.5 Hi-Fi-Color (7-Farben-Druck)	72
1.5 Belichterpixel und Rasterpunkte	7	5.4 Die Rasterung im PDF-Workflow	56	8.6 Hexachrome-Druck	73
2 Rasterverfahren	8	5.5 Die Rasterung im JDF-Workflow	57	8.7 Dichtemessung	74
2.1 Amplitudenmodulierte Raster (AM-Raster)	8	5.6 Zusammenfassung	58	Fußnoten	76
2.2 Frequenzmodulierte Raster	14	6 Laserbelichter	59		
2.3 Hybrid-Raster	16	6.1 Außentrommelbelichter	59		
3 Rastertechnologien	17	6.2 Innentrommelbelichter	61		
3.1 Einzellen-Rasterung	18	6.3 Auflösung und Adressierbarkeit	62		
3.2 RT-Raster	19	6.4 Lichtharken und Rasterpunkte	62		
3.3 HQS-Screening	21	6.5 Belichtereinstellung	62		
3.4 Weitere Superzellen-Raster	22	6.6 Linearisierung	62		
3.5 IS-Technologie	23	7 Raster im Druck	63		
3.6 Tonwertstufen und Kalibrierung	26	7.1 Druckplatten	64		
4 Rastersysteme und Rasterpunkte	27	7.2 Tonwertzunahme im Druck	65		
4.1 Rastersysteme	27	7.3 Prozesskalibrierung	66		
4.2 Irrational Screening (IS)	29	7.4 Auswahl der Rasterfeinheiten	67		
4.3 RT-Raster	34	7.5 Proofs	68		
4.4 HQS-Raster	36				
4.5 Rasterpunktformen	36				
4.6 Frequenzmodulierte Raster	38				
4.7 Prinect Hybrid Screening	42				

Vorwort

Mit diesem Buch soll dem Anwender der Einstieg in die digitale Rasterung erleichtert werden. Es gibt einen Überblick über die verschiedenen Rastertechnologien, wobei der Schwerpunkt auf die Spitzentechnologien der Heidelberger Druckmaschinen AG (Heidelberg®) gelegt wird. Es wird die Rasterparametrierung in den Seitenbeschreibungssprachen PostScript¹ und PDF² ebenso erläutert wie die Parametrierung über das Workflow-Format JDF³. Außerdem bietet es Tipps und Tricks für den Umgang mit diesen Systemen.

Im Laufe der Zeit wurde eine Fülle von digitalen Rastern entwickelt, die jeweils für bestimmte Anwendungen besondere Vorteile bieten. Wer über die notwendigen Informationen zur Auswahl des besten Rasters verfügt, kann exzellente Reproduktionsergebnisse erzielen. Dabei will dieses Buch helfen. Das Universalrastersystem für alle Anwendungen gibt es leider nicht. Schon hier sei insbesondere auf die Neuentwicklungen Prinect® Stochastic Screening und Prinect Hybrid Screening verwiesen.

Der Heidelberg Raster Prinect Stochastic Screening gehört zur Gruppe der frequenzmodulierten Raster. Er ist eine Nachfolgeentwicklung der FM-Raster der 2. Generation. Er bringt eine bislang unerreichte Detailauflösung für den Offsetdruck mit nahezu fotorealistischer Darstellung. Zusätzlich liefert er eine bei FM-Rastern bisher unerreichte Glätte im Druck. Detaillierte Informationen befinden sich im Kapitel über FM-Raster.

Prinect Hybrid Screening ist eine Kombination aus konventionellem Raster und FM-Raster, die die Vorteile beider Verfahren vereint. In den hellen Tonwerten (,Lichtern‘) werden quasi zufällig kleine Punkte mit einer Mindestgröße gesetzt. Analog werden in den dunklen Tonwerten (,Tiefen‘) kleine Löcher mit definierter Mindestgröße offengelassen. Dadurch lassen sich diese Tonwertbereiche stabil drucken, ohne dass sie grob gerastert wirken. In den Mitteltönen werden dann konventionelle Raster benutzt, die gerade bei hohen Rasterfeinheiten besonders glatt wirken. Mit Prinect Hybrid Screening lässt sich durch eine hohe Rasterfeinheit eine sehr gute Detailschärfe erreichen.

Gleichzeitig lässt es sich gut und stabil drucken. Somit ist es in vielerlei Hinsicht ein ideales Rasterverfahren. Bei der Rasterung gibt es zahlreiche Einflussfaktoren, die man kennen muss, um für einen bestimmten Zweck den richtigen Raster auswählen zu können. Deshalb enthalten die ersten Kapitel einige grundsätzliche Erläuterungen zu Hintergründen, spezifischen Aspekten der Rasterung, rasterrelevanten Aspekten der Drucktechnik sowie Eigenschaften von RIPs (Raster Image Prozessoren)⁴ und Belichtern.

Anfragen nach Informationen über Raster gingen von Kunden, Vertretungen, Berufsschulen, Hochschulen und anderen interessierten Gruppen bei Heidelberg ein. Um den Ansprüchen dieser sehr unterschiedlichen Personengruppen Rechnung zu tragen, werden nur wenige Vorkenntnisse vorausgesetzt. Grundkenntnisse in der Drucktechnik und Farbproduktion sind hilfreich beim Verstehen der Zusammenhänge. Mathematische Formeln werden nur in Ausnahmefällen benutzt, ansonsten wird versucht, Zusammenhänge ohne Mathematik plausibel zu machen.

Die Druckbeispiele in diesem Buch sind zur besseren Vergleichbarkeit als Einzelblätter beigelegt. Dadurch ist es möglich, zwei beliebige Druckbeispiele zum direkten Vergleich nebeneinander zu halten.

Da dieses Buch auch als elektronisches Medium genutzt werden kann, sind zusätzlich zu den in den beiden vorherigen Auflagen verwendeten Druckbeispielen vergrößerte Bitmaps der Raster eingefügt, die auf einem Monitor einen Eindruck von den Zusammendruckeigenschaften vermitteln sollen.

Dieses Buch kann und will keine Ausbildung ersetzen, wird aber sicherlich auch für den versierten Repro-Anwender noch so manchen interessanten Hinweis liefern.

In diesem Sinne viel Spaß bei der Lektüre.

1 Allgemeines zur Rasterung

1.1 Historie

Seit Menschen den Wunsch haben, Bilder zu vervielfältigen und zu drucken, fragen sich Künstler, wie sie das Problem der Halb- und Zwischentöne lösen sollen. Beim Holzschnitt, dem frühesten Zeugnis des Bildhochdrucks, wurden mit feinen Messern Linien für Ornamente und einfache figürliche Motive ausgeschnitten. Bevor Gutenberg um 1450 den Druck mit gegossenen und beweglichen Lettern erfand, gab es sogar in Holz geschnittene komplette Druckstöcke mit Text und Bild. Deren bildnerische Gestaltungsmittel beschränkten sich allerdings auf klare Konturen und nur selten wurden die Binnenstrukturen in den Objekten angedeutet. Um trotzdem eine Illusion von Plastizität zu erzeugen, wurden die Drucke anschließend handkoloriert. Erst nach und nach schöpften die Künstler des Mittelalters die Möglichkeiten naturgetreuerer Darstellungen mit grafischen Mitteln weiter aus – sie erfanden die Schraffur. Zur Differenzierung von Licht und Schatten sowie für Halbtöne stichelten sie horizontale, vertikale, diagonale oder gekrümmte Strichlagen über- und nebeneinander und schufen durch mehrfaches Über-

kreuzen von Linien sowie durch die Anwendung von Häkchen und Punkten immer raffiniertere Schraffierungsverfahren. Im Kupferstich, der sich zu einem vielseitigen Reproduktionsverfahren für den Tiefdruck entwickelte, fand diese Technik ihre Vollendung. Andere künstlerische Verfahren folgten, zum Beispiel die Radierung, bei der die Zeichnung durch Ätzung in eine Metallplatte vertieft wird. Die Schraffuren einer Radierung können enger gesetzt werden als beim Kupferstich, dadurch entsteht eine kreidige Grauton-Wirkung. Bekannt ist auch der Holzstich, der durch punktweises Bearbeiten der Fläche feinste Nuancierungen des Lichts und der Tonabstufungen ermöglicht. Sich kreuzende weiße Linien, die so genannten Kreuzlagen, erzielen die für den Holzstich typischen weichen, fast ‚malerischen‘ Übergänge zwischen Hell und Dunkel. Die 1798 erfundene Lithografie nutzte als Steindruck die natürliche Körnigkeit des Sandsteins, um Zwischentöne zu simulieren. Es wurde mit fetthaltigen Stiften eine Druckvorlage auf den Stein gezeichnet, wobei je nach Andruck mehr oder weniger große Fettpartikel an den Körnern haften bleiben. In

diesem Flachdruckverfahren nahmen diese Fettpartikel die fetthaltige Druckfarbe an, während der angefeuchtete Druckstein die Farbe abstieß. Somit ließen sich von der Zeichnung auf dem Stein Drucke erzeugen. Dies Verfahren bot zum ersten Mal die Möglichkeit, Halbtöne mit so kleinen Elementen zu simulieren, dass sie nicht mehr als störend empfunden wurden. Allen diesen Verfahren gemeinsam war das Bestreben, eine möglichst perfekte Illusion der Realität zu erzeugen – ein Bestreben, das dennoch schlagartig als ‚realitätsfremd‘ abgewertet wurde, als Mitte des 19. Jahrhunderts die Fotografie erfunden wurde und ihren beispiellosen Siegeszug antrat. Fotografische Mittel bieten seitdem die Möglichkeit, Menschen, Tiere, die Natur, materielle Gegenstände und Szenen aus dem Leben exakt so darzustellen, wie sie das menschliche Auge sieht. Seit Erfindung des fotografischen Films 1887 ist es auch möglich, beliebig viele und beliebig große Foto-, ‚Abzüge‘ herzustellen. Nur bei der Verwendung von Fotografien für den Druck müssen wieder Kompromisse gemacht werden. Und da besinnt man sich nur zu gern auf die Techniken der alten Meister.

1.2 Was ist ein Raster?

Anders als in der Fotografie können beim Offsetdruck Helligkeitsunterschiede nicht direkt wiedergegeben werden. Das bedruckte Papier hat an einer bestimmten Stelle entweder Farbe oder keine Farbe. Den Fall ‚ein bisschen Farbe‘ gibt es nicht. Mit Hilfe der Rasterung kann man dem menschlichen Auge Helligkeitsunterschiede vorgaukeln. Bei einem Schwarzweiß-Bild lassen sich unterschiedliche Grauwerte simulieren, indem eine bestimmte Anzahl von ‚kleinen Punkten‘ mehr oder weniger groß gedruckt wird. Diese ‚kleinen Punkte‘ sind in einer regelmäßigen Gitterstruktur angeordnet, die man Raster nennt.

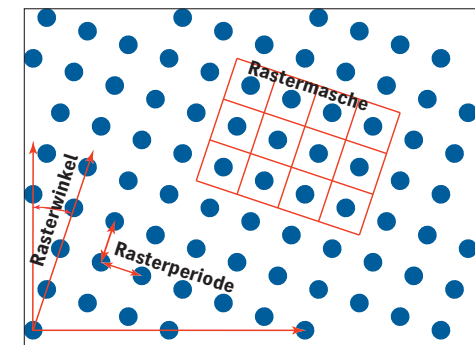


Abbildung 1: Beispiel für einen Raster.

Im englischen Sprachraum wird die hier beschriebene Art der flächenvariablen Rasterung als ‚Halftoning‘ oder ‚Screening‘ bezeichnet. Im deutschen Sprachraum wird ‚Halftone‘ fälschlicherweise oft mit ‚Halbton‘ übersetzt. Ein Halbton-Bild ist ein ungerastertes Bild. Diese klassische Betrachtungsweise eines Rasters mit einer regelmäßigen, meist quadratischen Gitterstruktur hat eine Rasterperiode und einen Rasterwinkel. Die Rasterperiode wird nach DIN ISO 12647-1 auch als Rasterweite bezeichnet. Der Kehrwert der Rasterperiode wird Rasterfrequenz oder Rasterfeinheit genannt und in Linien pro Zentimeter (l/cm) oder lines per inch (lpi) gemessen. Die Punktform ist in Abbildung 1 nur der Einfachheit halber als Kreis dargestellt. Es sind unterschiedliche Punktformen, wie elliptische, quadratische, rund-quadratische, rautenförmige etc. gebräuchlich, wobei die Form zwischen den hellen, mittleren und dunklen Bereichen auch noch variiert werden kann. Der hier beschriebene Raster wird amplitudenmodulierter Raster genannt, weil bei einer festen Anzahl von Rasterpunkten nur deren Größe variiert wird. Neben Rastern mit regelmäßigen Strukturen gibt es auch Raster mit unregelmäßigen Strukturen, wie sie später in dem Kapitel über frequenzmodulierte Raster beschrieben werden. Die Kenn-

größen der regelmäßigen Raster, wie Rasterfeinheit, können hier nicht verwendet werden. Oft wird die kleinste Punktgröße als Merkmal benutzt. Üblicherweise ist die Rasterung nur ein Prozesshilfsmittel bei der Erstellung einer Drucksache, selten ist sie auch ein künstlerisches Gestaltungselement. Entsprechend sollte sie vom Betrachter nicht oder zumindest nicht störend wahrgenommen werden. Das für den Schwarzweiß-Druck beschriebene Prinzip wird auch für den Farbdruck angewendet. Hierzu werden alle farbigen Vorlagen digital in eine Anzahl von Druckfarben zerlegt. Dies nennt man ‚Farbseparation‘. Das weitaus gebräuchlichste Verfahren ist die Zerlegung in die Farben Cyan, Magenta und Gelb. Schwarz kommt noch als vierte Farbe zur Kontrastverstärkung hinzu. Diese Farben werden auch als Prozessfarben bezeichnet. Jedes Farbbild kann mit Hilfe geeigneter Filter in Prozessfarbauszüge zerlegt und mit Hilfe der Rasterung druckbar gemacht werden. Rasterung ist die Kunst, dem menschlichen Auge nur mit den in Vollton gedruckten Prozessfarben ein farbiges, natürlich wirkendes Bild vorzutauschen. Wie jede Kunst, erfordert auch die Rasterung ein umfangreiches Know-how. Bevor tiefer in die Rasterverfahren eingestiegen wird, werden noch zwei grundle-

gende Effekte, Moiré und Farbdrift, beschrieben, die beim Übereinanderdruck von Rastern entstehen können.

1.3 Moiré

Überlagert man zwei Raster mit etwas unterschiedlicher Rasterfeinheit, so entstehen Schwebungen. Diese Überlagerungseffekte nennt man Moiré. Sie entstehen auch, wenn zwei Raster gegeneinander gedreht werden. Beide Effekte sind in Abbildung 2 dargestellt.

1.4 Farbdrift

Farbdrift entsteht in extremer Form, wenn zwei gleiche Raster mit unterschiedlichen Farben übereinander gedruckt werden. In der Druckmaschine kann man leichte Verschiebungen der Farbauszüge gegeneinander nicht ausschließen, so dass die Rasterpunkte mal übereinander, mal nebeneinander gedruckt werden. Der Farbeindruck ist jeweils deutlich unterschiedlich, wie Abbildung 3 zeigt. Ähnliche, allerdings deutlich schwächere, Effekte können unter bestimmten Bedingungen auch bei der Überlagerung unterschiedlicher Raster auftreten. Eigentlich ist Farbdrift nichts anderes als ein sehr langwelliges Moiré. Das Auge empfindet den Effekt jedoch als Farbdrift. Wegen der unkontrollierbaren Effekte werden Raster vermieden, die im

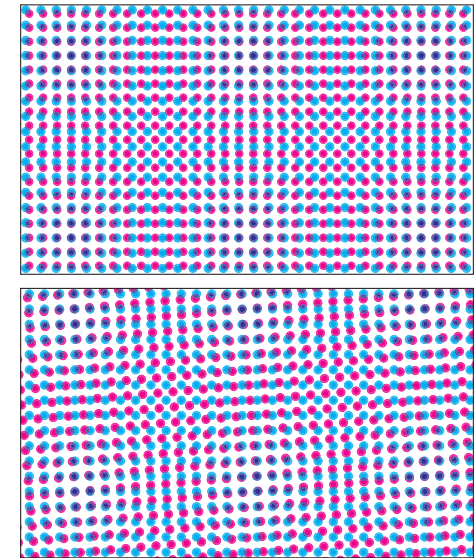


Abbildung 2: Beispiel für Moirés durch Variation der Rasterfeinheit (oben) und durch Verdrehen des Rasters (unten).

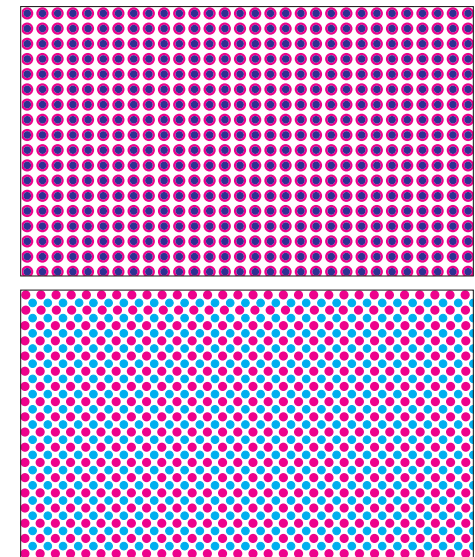


Abbildung 3: Beispiel für Farbdrift: gleiche Raster übereinander und nebeneinander gedruckt.

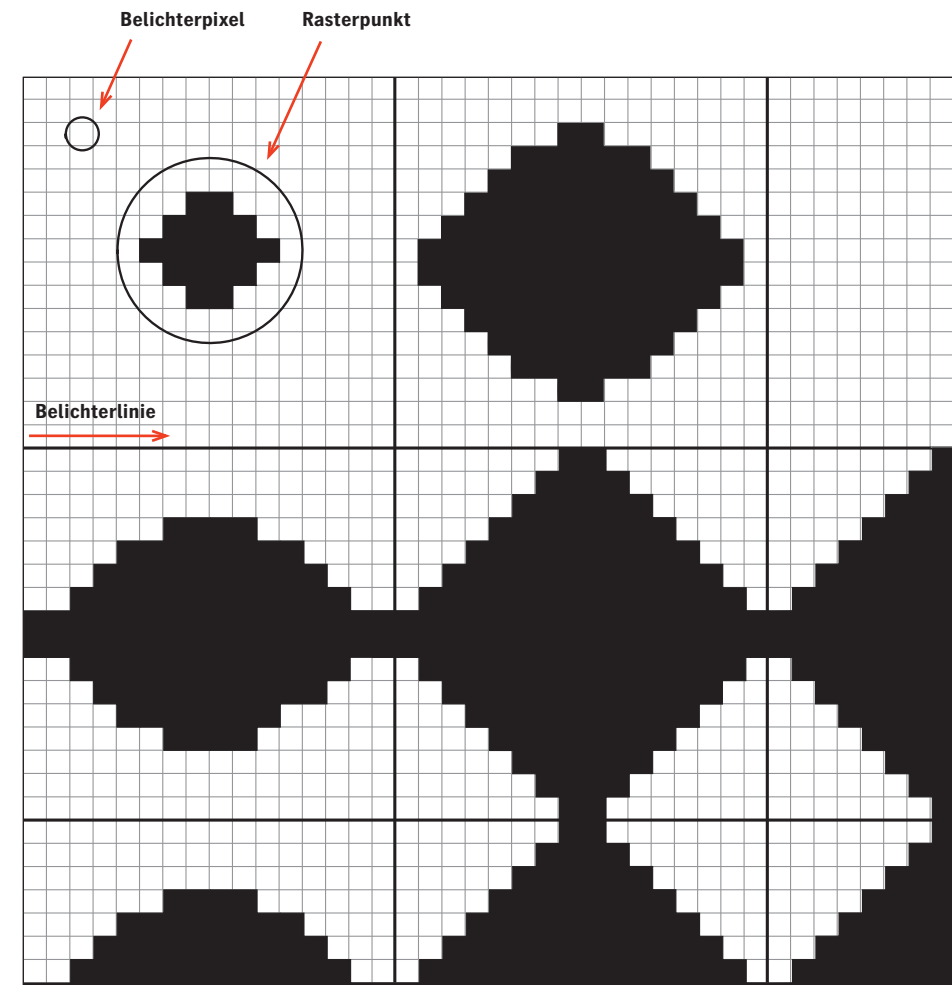
Zusammendruck zur Farbdrift neigen. Der hier zur Verdeutlichung dargestellte Extremfall zweier Raster mit gleichem Winkel und Rasterfeinheit kann mit keinem Heidelberg-Raster-system auftreten.

1.5 Belichterpixel und Rasterpunkte

Druckplatten und Rasterfilme werden heute fast ausschließlich mit Laserbelichtern produziert. Alle Laserbelichter funktionieren nach dem Prinzip, dass ein Laserstrahl oder mehrere Laserstrahlen parallel linienweise über den Film oder die Druckplatte bewegt werden. An den Stellen, an denen Film oder Platte belichtet werden sollen, wird der Laserstrahl eingeschaltet, sonst bleibt er ausgeschaltet. Das Schalten des Laserstrahls erfolgt digital in einem festen Taktraster, wie in Abbildung 4 angedeutet. Die kleinsten Laserpunkte, die geschaltet werden können, nennt man etwas missverständlich ‚Pixel‘; abgeleitet von ‚Picture Element‘. Jeder Rasterpunkt wird also aus einer bestimmten Anzahl Pixel aufgebaut. Auf diese Weise wird ein Raster in die Pixelmatrix des Belichters hinein konstruiert. Diese Betrachtungsweise ist wichtig für das Verständnis des Kapitels über Rasterverfahren und Technologien. Wie hier beschrieben, wird ein Belichter von einer Bitmap aus Pixeln angesteuert.

Für die Belichterauflösung und die Rasterfeinheit sind zwei verschiedene Maßsysteme üblich. In der einen Variante wird die Belichterauflösung in dpi (dots per inch, Punkte pro Zoll) und die Rasterfeinheit in lpi (lines per inch, Linien pro Zoll) angegeben. In der anderen Variante werden metrische Einheiten verwendet. Hier spricht man sowohl bei der Belichterauflösung als auch der Rasterfeinheit von Linien pro Zentimeter ($1/\text{cm}^{-1}$) ^{Fußnote 5}. Außerdem spricht man z. B. von einem ‚80er Raster‘ und meint damit 80 l/cm.

Abbildung 4: Belichterpixel und Rasterpunkte.



2 Rasterverfahren

Die traditionellen Rasterverfahren sind bereits im Abschnitt über Historie beschrieben worden. In diesem Kapitel werden die für die digitale Rasterung benutzten Rasterverfahren behandelt, wobei für konventionelle Raster als einführendes Beispiel auch die alten Verfahren erwähnt werden. Es geht hier darum, die von der Implementierung unabhängigen Eigenschaften zu diskutieren.

Als Überblick über die hier behandelten Rasterverfahren dient der unten dargestellte Rasterstammbaum. Die Raster und ihre Zusammenhänge werden dann im Text beschrieben.

2.1 Amplitudenmodulierte Raster (AM-Raster)

Amplitudenmodulierte Raster sind aus kompakten, in gleichen Abständen angeordneten Rasterpunkten aufgebaut. Mit zunehmendem Tonwert werden die einzelnen Rasterpunkte größer, das heißt ihre ‚Amplitude‘ wird größer, während die Rasterperiode und damit die Frequenz konstant bleibt. Sie werden deshalb als amplitudenmodulierte Raster oder AM-Raster bezeichnet. Die anschließend behandelten konventionellen Raster sind das klassische Beispiel für amplitudenmodulierte Raster.

2.1.1 Konventionelle Raster

Mit der Einsicht, dass Fotografien zum Drucken in eine gerasterte Vorlage umgewandelt werden müssen, stellte sich die Frage nach dem ‚Wie?‘. Die gängigste Lösung in den Kindertagen der Technik war die Reprokamera. Vor dem zu belichtenden Reprofilm wurde eine präzise drehbare Glasplatte angebracht, in die ein Raster geritzt ist. Bei der Belichtung der einzelnen Farbauszüge überlagerte sich dann die Bildvorlage und der Raster auf dem Film, so dass man ein gerastertes Bild erhielt. Bei farbigen Vorlagen brauchte man selbstverständlich noch die entsprechenden Farbfilter für die einzelnen Auszüge.

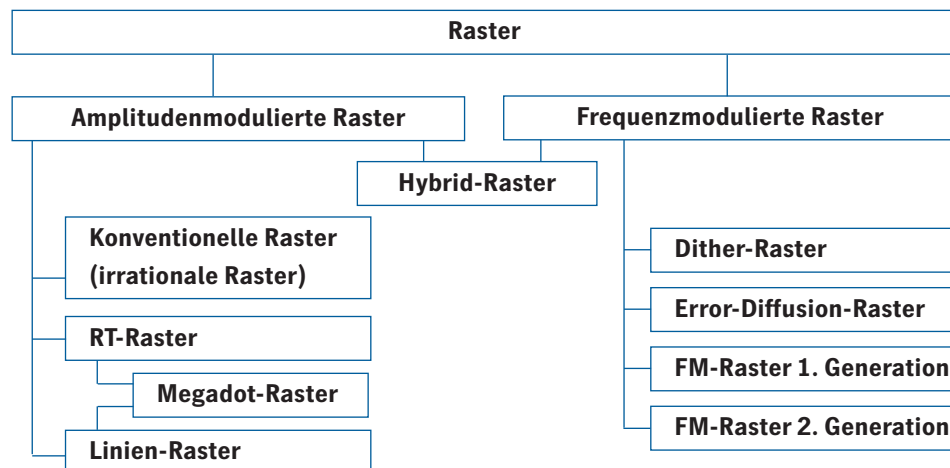
Die konventionellen Raster sind experimentell entstanden. Man erkannte sehr schnell die Problematiken beim Zusammendruck der Farben, insbesondere die Gefahr von Moirés (siehe Kapitel 1.3, Moiré). Ohne die mathematischen Zusammenhänge zu kennen, fand man heraus, dass die Raster der Auszugsfarben Cyan (C), Magenta (M), Gelb (Y, Yellow) und Schwarz (K, Key⁶) auf die Rasterwinkel 15° , 75° , 0° und 45° gelegt werden müssen, um im Zusammendruck das beste Ergebnis zu erzielen. Bedingt durch die Herstel-

lungstechnik hatten alle Auszüge die gleiche Rasterfeinheit. Die konventionellen Raster sind sozusagen die Antwort auf die bereits angesprochenen Probleme Farbdrift und Moiré.

Als konventionelle Rastersysteme bezeichnet man Rastersysteme, die in allen Farbausügen die gleiche Rasterfeinheit haben, wobei es nur bei Gelb Abweichungen geben darf. Charakteristisch sind die Abstände der Rasterwinkel von 30° für die Farben Cyan, Magenta und Schwarz, die mit sehr engen Toleranzen eingehalten werden müssen.

2.1.1.1 Rasterwinkel

Mit dem Aufkommen elliptischer Punktformen wurde der Winkelabstand für die stark zeichnenden Farben Cyan (C), Magenta (M), und Schwarz (K) von 30° auf 60° vergrößert. Die am schwächsten zeichnende Farbe Gelb (Y) muss mit einem Winkelabstand von 15° dazwischen gelegt werden. Durch den kleineren Winkelabstand zwischen Gelb und den benachbarten Farben kann es bei den konventionellen Rastersystemen, insbesondere in Hauttönen sowie in glatten Grau-Grün-Tönen, zu einem leichten Gelb-Moiré im Zusammendruck kommen. Dieses latente Gelb-Moiré wird



billigend in Kauf genommen. Im Zusammendruck ist es normalerweise nicht sichtbar. Wenn man die Farbauszugsfilme übereinander legt, wird dieses Moiré jedoch sichtbar. Üblich ist folgende Farb-/Winkelzuordnung:

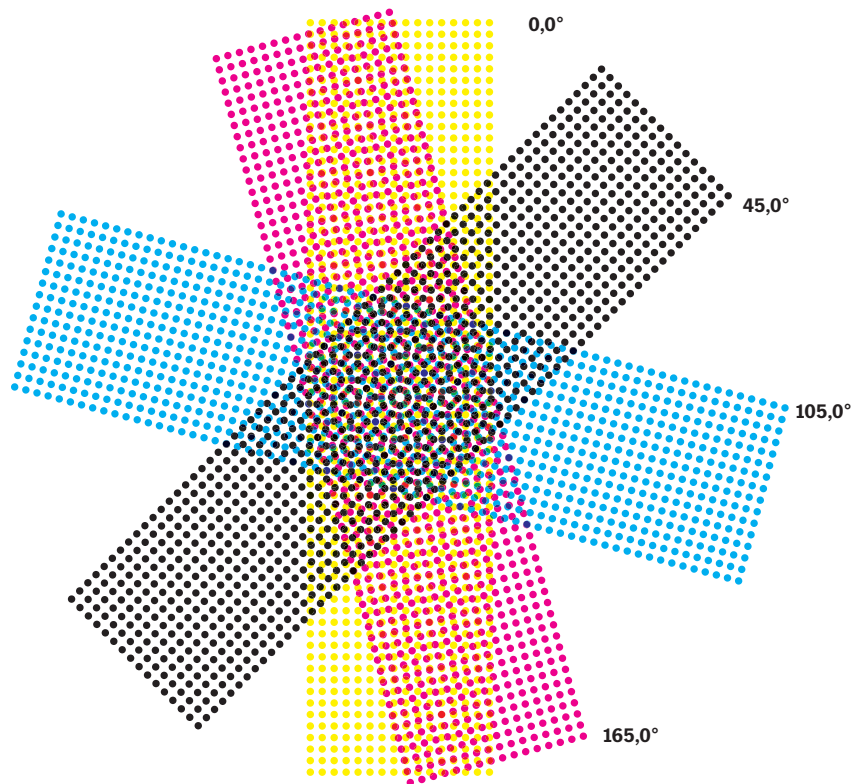


Abbildung 5: Zur Vermeidung von Moirés werden die stark zeichnenden Farben mit einem Winkelabstand von 60° generiert.

2.1.1.2 Zusammendruckeigenschaften der konventionellen Raster

Im Zusammendruck bilden die konventionellen Raster die sogenannte Offset-Rosette (siehe Abbildung 6). Diese Rosette ist auch ein Zusammen-druckmoiré. Nach Untersuchungen der FOGRA⁷ wirkt die Rosette auf den Betrachter gröber als die Raster der Einzelauszüge. Sie erscheint wie ein Raster mit der 1,5-fachen Rasterperiode und ist bis zu einem 60er Raster deutlich erkennbar. Etwa ab einem 80er Raster ist sie mit bloßem Auge nicht mehr wahrnehmbar.

An sich ist die Rosettenbildung eine unerwünschte Erscheinung. Ihr Vorhandensein ist jedoch so eng mit dem Drucken verbunden, dass sie schon als ein Qualitätskriterium missverstanden wird. Im Digitaldruck versucht man z. T., die Rosettenbildung nachzuahmen, damit das Ergebnis ‚wie gedruckt‘ aussieht.

In einigen Broschüren findet man unsinnige Diskussionen über die Rosetten-

formen und welche besser seien. Die Anordnung der Rasterpunkte um ein weißes Feld wird als ‚clear centered‘ Rosette bezeichnet (siehe Abbildung 6). Bei digitalen Rastern ergibt sich diese Rosettenform von selbst. In der Praxis wird man allerdings exakte ‚clear centered‘ Rosetten eher selten sehen, da jeder noch so kleine Fehlpasser⁸ Einfluss auf die Form hat. Im Extremfall kann daraus auch eine Figur mit einem Punkt im Zentrum entstehen, eine ‚dot centered‘ Rosette. Im Tiefenbereich⁹ ist die ‚clear centered‘ Rosette geringfügig offener.

Abbildung 6: Unter der Lupe ist die für konventionelle Raster typische Offset-Rosette deutlich zu erkennen.

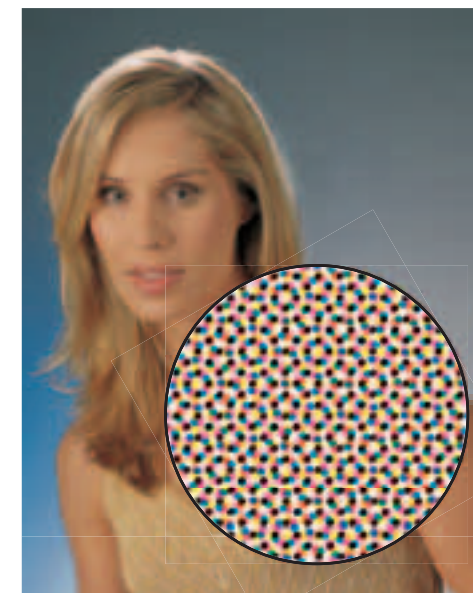


Tabelle 1: Farb-/Winkelzuordnung.

Farb- / Winkelzuordnung	
Farbe	Winkel
Cyan	105,0°
Magenta	165,0°
Yellow	0,0°
Black	45,0°

2.1.1.3 Genauigkeitsanforderungen

Bei konventionellen Rastern werden die Farben Cyan, Magenta und Schwarz mit 60° Winkelabstand auf die gleiche Rasterfeinheit gelegt. Dabei bilden je zwei Farben ein Moiré, das die exakt gleiche Rasterfeinheit und Winkellage wie die dritte Farbe hat.

Die konventionellen Raster zeichnen sich dadurch aus, dass die Moiré-Periode im Zusammendruck unendlich groß wird.

Exemplarisch ist dieser Sachverhalt in Abbildung 7 dargestellt. Zur besseren Darstellung werden Linienraster statt der üblichen Punktraster verwendet. Die Farben Cyan und Magenta bilden ein Moiré unter 45° mit exakt der gleichen Rasterperiode (gleichseitige Dreiecke). Das ist normalerweise nicht zu sehen, da es zu kleinräumig ist. Problematisch ist jedoch die Überlagerung mit dem Schwarzauszug unter 45°, der ja nominal auch wieder die gleiche Rasterfeinheit hat. Treten hier auch nur geringfügigste Abweichungen der Winkel oder Rasterfeinheiten auf, so führt das bei vielen Farbtönen zu einem langwelligen Moiré bzw. zu Farbdrift.

Dies ist ein Moiré zweiter Ordnung, da hier eine Farbe mit dem Moiré zweier anderer Farben interferiert.

Zur Vermeidung unschöner Zusammendruckeffekte, wie die im vorigen Ab-

schnitt beschriebenen Farbdrift und Moiré, müssen beim Herstellungsprozess sehr enge Toleranzen eingehalten werden. Beträgt die Verwinkelung oder Verzerrung eine ganze Rasterperiode über das Druckformat, so erreicht die Farbverschiebung immer ihren Maximalwert. Bei der halben Periode kann sie im ungünstigsten Fall noch den Maximalwert erreichen.

Für eine gute Qualität kann also eine Abweichung von 1/4 Rasterpunkt über das ganze Format gerade noch toleriert werden.

Für einen DIN-A2-Druckbogen mit einem 60er Raster lässt sich die Toleranz leicht abschätzen:

- Die Diagonale ist ca. 723 mm.
- 1/4 der Rasterperiode ist ca. 42 μ .

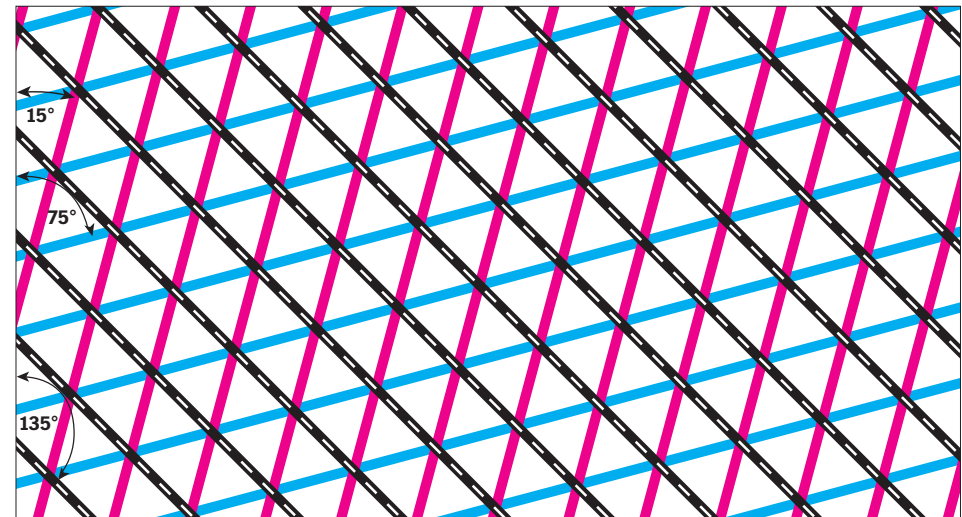
Damit darf der Winkel nur einen Fehler von maximal 0,0033° oder die Rasterfeinheit nur eine Abweichung von maximal 0,0035 l/cm haben. Diese Genauigkeitsanforderungen gelten für den gesamten Herstellungsprozess. Aber allein im Druck können sie nicht immer eingehalten werden. Umso wichtiger ist es, die Raster exakt zu generieren, da sich die Fehler sonst akkumulieren können.

In der Praxis ist es nicht ganz so kritisch, da auf einem Bogen meist mehrere Seiten kleineren Formates platziert sind. Außerdem wird diese

Farbdrift nur bei bestimmten Farbkombinationen deutlich sichtbar. Besonders kritisch sind großflächige, bunt aufgebaute Grautöne.

Die in den alten DIN-Vorschriften (DIN 16547) geforderten Toleranzen sind zwar gröber, sie wurden allerdings nicht nach den Notwendigkeiten, sondern nach den damaligen technischen Möglichkeiten festgelegt.

Abbildung 7: Die Farben Cyan und Magenta bilden ein Moiré unter 45° (gestrichelt), das mit Schwarz zu einem Moiré führt. Zur Verdeutlichung wurde ein Linienraster mit von der Beschreibung abweichenden Winkeln gewählt.



2.1.2 ‚Rationale‘ und ‚irrationale‘ Raster

Die rationalen Raster wurden in jenen längst vergangenen Tagen erfunden, als Rechenleistung und Speicherplatz noch sehr teuer waren. Sie waren die ersten digitalen Raster. Die rationalen Raster versuchen, sich den zuvor genannten konventionellen Rastern genau oder auch schlau anzunähern. Zur Erläuterung müssen wir uns mit etwas Mathematik beschäftigen. Deshalb benutzen wir die in der Mathematik übliche Zählweise der Winkel (linksdrehend, 0° horizontal). Die Pixelmatrix eines Belichters ist die digitale Repräsentation des mathematischen Koordinatensystems. Der Raster muss in diese Pixelmatrix hineinkonstruiert werden. Am einfachsten realisiert man einen gedrehten Rasterpunkt, indem man eine bestimmte

Anzahl a Pixel in eine Richtung geht und dann eine Anzahl b Pixel senkrecht dazu. Dadurch entsteht ein Raster, dessen Winkel man durch die Funktion $\arctan(b/a)$ ^{Fußnote 10} beschreiben kann. Der Begriff rational bezieht sich auf die Zahl b/a. Doch zunächst eine Bemerkung zu diesen etwas merkwürdigen Begriffen ‚rational‘ und ‚irrational‘. Die Bezeichnungen kommen aus der Mathematik. Sie beschreiben Mengen von Zahlen mit bestimmten Eigenschaften. Rational sind alle Zahlen, die sich als Brüche ganzer Zahlen darstellen lassen.

Beispiele:

0,33333333...	= 1/3
0,25	= 1/4
$\tan(45^\circ)$	= 1
$\tan(18,4\dots^\circ)$	= 1/3

Der Gegensatz dazu sind die irrationalen Zahlen. Sie lassen sich nicht als Brüche ganzer Zahlen darstellen.

Beispiele:

$\sqrt{2}$	= 1,414213562373095048...
$\tan(15^\circ)$	= 0,267949192431122706...
$\tan(75^\circ)$	= 3,732050807568877293...

Keine Angst, wir steigen hier nicht in die Zahlentheorie ein, sondern merken nur an: ‚Nomen est omen‘. Die irrationalen Zahlen haben ihren Namen durchaus zu Recht.

Ob ein Raster ‚rational‘ oder ‚irrational‘ ist, hängt vom Tangens des Rasterwinkels ab. Typische rationale Raster sind 0°, 45° und 18,4° mit den dazugehörigen Tangenswerten von 0; 1 und 1/3; typische Winkel mit irrationalen Tangens sind 15° und 75°. Der konventionelle Raster ist also irrational. Im Sinne dieser Definition müsste man eigentlich von ‚Rasterwinkeln mit rationalem Tangens‘ bzw. ‚Rasterwinkeln mit irrationalem Tangens‘ sprechen. Das ist für den alltäglichen Gebrauch viel zu umständlich; man spricht deshalb von rationalen und irrationalen Rastern.

Im Mehrfarbendruck spricht man von ‚rationalen Raster-systemen‘, wenn alle Farbauszüge eines Raster-systems rationale Rasterwinkel haben. Sobald eine oder mehrere Farbauszüge irrationale Rasterwinkel aufweisen, so spricht man von ‚irrationalen Raster-systemen‘.

Irrationale Raster sind aufwendig in der Berechnung. Rationale Raster dagegen lassen sich in die Pixelmatrix des Belichters hineinkonstruieren und sind daher deutlich schneller in der Verarbeitung. Dieses Dilemma verfolgte die digitale Rasterung viele Jahre.

Mit steigender Rechenleistung und Optimierungen näherten sich die rationalen Rasterverfahren schrittweise an die konventionelle, irrationale Rasterung an. Durch die Entwicklung spezieller Hardware, bzw. Weiterentwicklung der Algorithmen, wurde schließlich auch die irrationale Rasterung in der digitalen Welt ermöglicht.

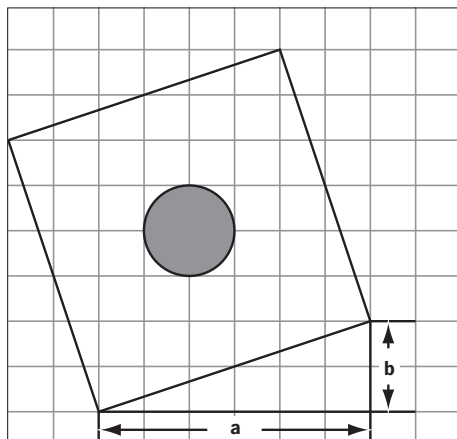


Abbildung 8: Beispiel für einen rationalen Rasterwinkel.

2.1.3 RT-Raster

Ausgangspunkt der Entwicklung der RT-Raster war der Versuch, die Winkel der konventionellen Rasterung auf elektronischem Wege möglichst gut anzunähern. Ihre Realisierung wurde geprägt von der Notwendigkeit mit einem Minimum an damals noch sehr teurem Speicherplatz auszukommen. Entstanden ist dabei ein eigenständiges Verfahren, das gegenüber der konventionellen Rasterung seine besonderen Vorteile hat. Die RT-Rasterung war das erste rationale Rasterverfahren und die erste digitale Rasterung überhaupt. Die Bezeichnung ‚RT‘ steht für ‚rationaler Tangens‘.

Im Gegensatz zu den konventionellen Rastern wird versucht, die möglichen Moiré-Perioden im Zusammendruck nicht gegen unendlich auszuwinkeln, sondern eine so kleine Moiré-Periode zu erreichen, dass eventuelle Zusammendruckmoirés nicht sichtbar werden. Zur Vereinfachung werden die RT-Raster hier nur am Beispiel der Winkel 0° und 45° beschrieben. Die Rasterfeinheiten sind so gewählt, dass drei Rasterpunkte mit einem Winkel von 0° die gleiche Größe haben wie zwei Diagonalen der Punkte unter einem Winkel von 45° . Damit ergeben sich zwei ‚Rasterkacheln‘ gleicher Größe, die im Zusammendruck nur eine so kleine

Wiederholperiode haben, dass sich kein sichtbares Moiré ergibt.

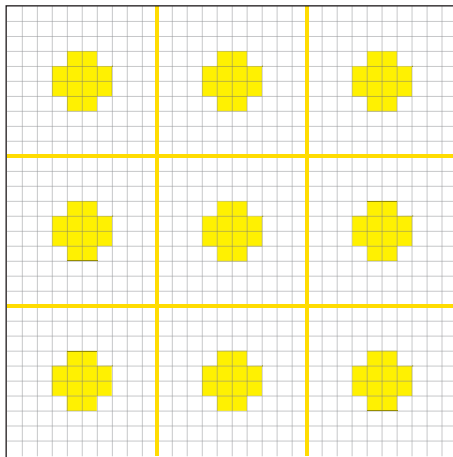


Abbildung 9: ‚Rasterpunkte 0° ‘. Punkte unter einem Winkel von 0° lassen sich leicht aufbauen. Eine größere Fläche wird gerastert, indem die Punkte einfach aneinandergereiht werden.

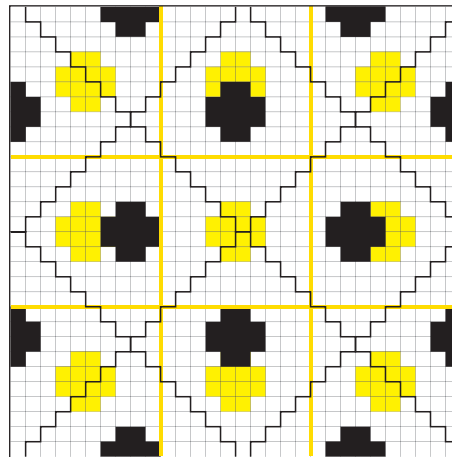


Abbildung 10: ‚Rasterpunkte 45° ‘. Punkte unter einem Winkel von 45° lassen sich leicht aufbauen und eine größere Fläche wird gerastert, indem entsprechende ‚Rasterkacheln‘ aneinandergereiht werden.

2.1.3.1 Linienraster

Linienraster unterscheiden sich zunächst einmal durch die Punktform von konventionellen Rastern. Die Linien beginnen im Lichtertonbereich als kleine Punkte, die über stark gestreckte Ellipsen zu Linien zusammenwachsen. Benutzt man in den konventionellen Rastersystemen Linien statt Punkte, so ergeben sich zunächst keine Vorteile im Druckbild. Im Gegenteil, im Einzelauszug sind Linienraster eher deutlicher sichtbar als Punktraster.

Linienraster haben allerdings den entscheidenden Vorteil, dass zwei Farben mit einem Winkel von 90° zueinander gedruckt werden können, ohne dass es Farbdrift gibt. Somit lassen sich die vier Rasterwinkel 0° , 90° , 45° und 135° für die üblichen vier Prozessfarben verwenden.

Auf diese Weise erzeugte Linienraster sind im Zusammendruck nicht mit den

bisher beschriebenen Rastern vergleichbar. Es ergibt sich nicht die übliche Offset-Rosette, sondern ein sehr glatter Zusammendruck.

Das Fehlen der typischen Offset-Rosette bewirkt gleichzeitig eine bessere Detailwiedergabe.

Außerdem haben sie fast die gleiche Punktzunahme im Druck wie konventionelle Raster (siehe Kapitel 7.2 Tonwertzunahme im Druck). Im Gegensatz zu frequenzmodulierten Rastern der ersten Generation erfordert die Weiterverarbeitung der Linienraster keine wesentlich größere Sorgfalt als bei den konventionellen Rastern.

Moirés zwischen Vorlage und Raster lassen sich – anders als bei FM-Rastern – allerdings nicht vermeiden.

Sinnvoll einsetzbar sind die Linienraster vom farbigen Zeitungsdruck, bei dessen gröberen Rastern die Offset-Rosette oft stark stört, bis hin zum

hochwertigen Kunstdruck, bei dem schon bei relativ niedrigen und damit leichter zu druckenden Rasterfeinheiten eine hervorragende Glätte des Ausdrucks erreicht wird. Für den Siebdruck sind Linienraster weniger geeignet, da Linien eher zu Moirés mit den Drucksieben neigen als andere Raster. Bei Verwendung entsprechender Winkel lassen sich die gleichen kleinen Rasterkacheln nutzen wie bei den RT-Rastern, so dass großräumige Moirés, wie bei den konventionellen Rastern, nicht auftreten.



Abbildung 11: Beispiel für ein Linienraster.

2.2 Frequenzmodulierte Raster

Frequenzmodulierte Raster oder FM-Raster sind im Gegensatz zu den vorher besprochenen AM-Rastern aus einer Vielzahl kleiner, fein verteilter Punkte aufgebaut. Das bedeutet, dass mit zunehmendem Tonwert die Zahl der gesetzten Punkte größer wird, bis sie sich dann bei zunehmender Flächendeckung gegenseitig berühren und zusammenwachsen. Es wird also in erster Linie die Rasterfrequenz variiert. Was bei der Weiterverarbeitung oder im Druck frequenzmodulierter Raster berücksichtigt werden sollte, erläutert das Kapitel über Prinect Stochastic Screening und Diamond Screening (siehe Kapitel 4.6).

2.2.1 Ordered Dither-Raster

Ordered Dither¹¹-Raster wurden überwiegend für Laser- und Tintenstrahldrucker verwendet (siehe das folgende Kapitel 2.2.2). Sie verteilen die einzelnen Laserpunkte meist nach einem geordneten Muster, so dass sie – wie das folgende Beispiel zeigt – möglichst fein verteilt sind. Es entstehen auch regel-

mäßige Muster, die in verschiedenen Tonwerten als störend empfunden werden. Die Verteilung der Punkte ist für die Weiterverarbeitung besonders ungünstig. Es entsteht eine extrem lange Randlinie zwischen farbigen und weißen Elementen. Wie im Kapitel 7 ‚Raster im Druck‘, beschrieben, treten Fehler durch Punktzunahme beim Druck, hauptsächlich an den Rändern der Rasterpunkte auf. Aus diesem Grund ist man bemüht, Rasterpunkte möglichst kompakt aufzubauen, so dass die Randlinie im Vergleich zur Fläche möglichst klein wird.

Dither-Raster lassen sich zwar einfach und schnell erzeugen, die Wiedergabequalität ist jedoch eingeschränkt. Sie haben heute keine praktische Bedeutung mehr; gleichwohl können auch in modernen Rastern Dither-Algorithmen enthalten sein.

2.2.2 Error Diffusion

Für Tintenstrahldrucker werden neben anderen FM-Rastern auch diverse Spielarten der Error-Diffusion-Verfahren angewendet. Diese Verfahren arbeiten überwiegend algorithmisch. Sie beziehen bei der Entscheidung darüber, ob ein Pixel gesetzt werden soll oder nicht, sowohl den Vergleich des aktuellen Pixels mit einer irgendwie gearteten Rastermatrix als auch die Umgebung mit ein.

Generell werden Zwischentöne mit einer Verteilung von Vollton und weißen Pixeln angenähert. Bei jedem dieser Pixel hat man also eine Differenz zum Solltonwert. Man macht also einen ‚Fehler‘, den man auszugleichen sucht. Das Prinzip soll anhand des klassischen Floyd-Steinberg-Filters kurz erläutert werden.

Es werden die ‚Fehler‘, die bei der Rasterung von vier benachbarten Pixeln entstehen, mit den in der folgenden Skizze dargestellten statistischen Gewichtungen aufaddiert; dazu wird der aktuelle, mit einem * gekennzeichnete, Tonwert mit dem statistischen

Gewicht von 16 (Summe der anderen statistischen Gewichte) addiert und durch die Summe aller statistischen Gewichte (32) geteilt. Das Ergebnis wird dann mit einem Schwellwert verglichen. Ist das Ergebnis größer als der Schwellwert, so wird das Pixel eingefärbt, ist er kleiner oder gleich, dann nicht.

Logischerweise werden bei der Bewertung des Umfelds nur Pixel berücksichtigt, die zum Zeitpunkt der Berechnung bereits gesetzt sind.

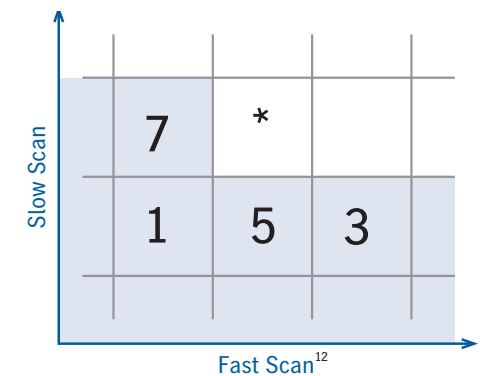


Abbildung 13: Statistische Gewichtung in Fast-Scan- und Slow-Scan-Richtung bei dem Error-Diffusion-Verfahren.

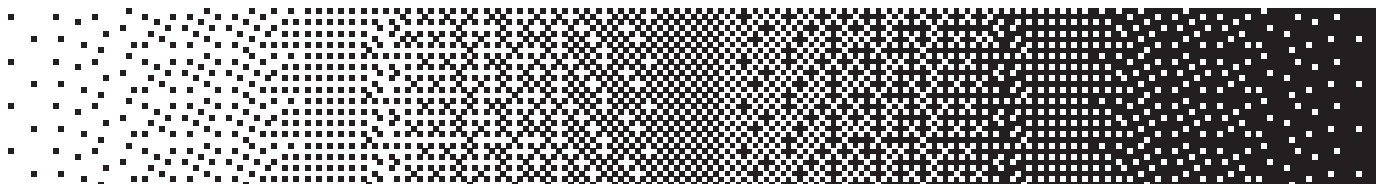


Abbildung 12: Beispiel für einen Ordered Dither-Raster. (Verlauf von 0% bis 100%; vergrößert)

Die beim Setzen einzelner Pixel gemachten ‚Fehler‘ diffundieren also bis zur Korrektur am aktuellen Pixel weiter. Dieses Verfahren neigt dazu, in Abhängigkeit von den Bildmotiven Artefakte¹³ an Konturen im Bild zu erzeugen. Um dies zu umgehen, kann man die statistischen Gewichte zufällig variieren, dann werden allerdings relativ rauhe Flächen erzeugt. Trotz einiger Nachteile, insbesondere des hohen Rechenaufwands, erfreuen sich die diversen Error-Diffusion-Verfahren großer Beliebtheit bei der Rasterung in Tintenstrahldruckern.

2.2.3 ‚Zufalls‘-Raster oder FM-Raster der 1. Generation

Für den Druck geeignete FM-Raster muss man möglichst schnell und einfach generieren können. Sie dürfen keine Artefakte haben und sie sollten auch noch gut druckbar sein. Daher sind die Ordered Dither-Raster und Error Diffusion-Raster ungeeignet. Hier kam der Fortschritt in der Rechner-technologie zu Hilfe. Man wählte Rasterkacheln, wie schon in den vorigen Kapiteln beschrieben, und füllte sie mit Quasi-Zufallsrastern. Diese Rasterkacheln werden dann genauso wie bei der AM-Rasterung immer wieder aneinan-

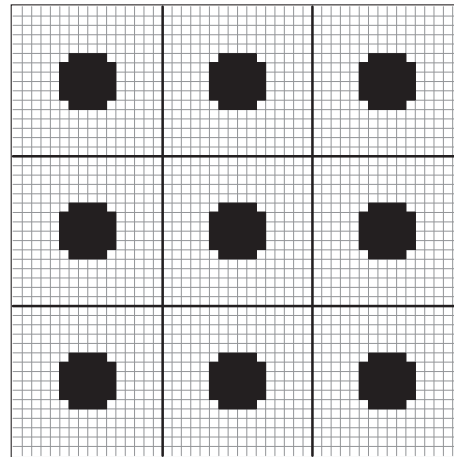
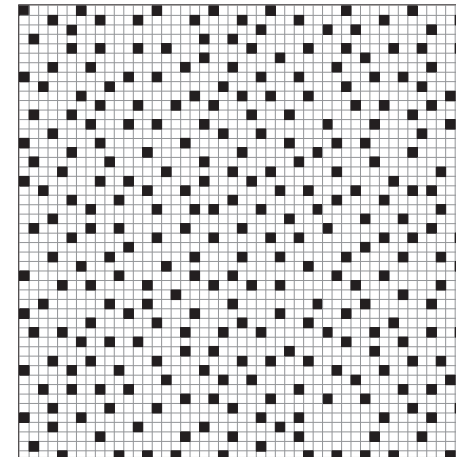


Abbildung 14: Vergleich Standard AM-Rasterpunkte und Zufallsraster (schematisch) für 12,5% Flächendeckung.

dergefügt und wiederholt. Die Kunst bestand nun darin, die Kacheln so groß und deren Inhalt, die Zufallsrasterung, so zu wählen, dass in der visuellen Beurteilung keine sich wiederholenden Strukturen zu erkennen sind. Diamond Screening von Heidelberg gehört zu den ersten Vertretern dieser neuen FM-Rastergeneration. Schon mit Diamond Screening wurde eine hervor-



2.2.4 FM-Raster der 2. Generation

Satin Screening und die Nachfolgeentwicklung Prinect Stochastic Screening sind FM-Raster der zweiten Generation. Sie unterscheiden sich grundlegend von denen der ersten Generation. Der auffälligste Unterschied zeigt sich in den mittleren Flächendeckungen durch eine wurmartige Gruppenbildung der Punkte. Die besonders bei Prinect Stochastic Screening deutlich verbesserte Glätte im Zusammendruck ist mit den konventionellen Rastern durchaus vergleichbar, wodurch sie auch für Motive, bei denen es auf Glätte ankommt, geeignet sind.

Durch die stärkere Gruppenbildung ist die Punktzunahme im Druck geringer und damit die Weiterverarbeitung einfacher und stabiler als bei den FM-Rastern der ersten Generation.

ragende Detailschärfe erreicht. Wie bei allen FM-Rastern entsteht nicht die übliche Offset-Rosette, die oft störend ist, sondern ein Aussehen, das am ehesten mit einem Farbfoto vergleichbar ist. Diamond Screening sollte nicht der Endpunkt der Entwicklung sein. So wird es heute zu der sogenannten ‚ersten Generation‘ von stochastischen Rastern gezählt.

Abbildung 15: Beispiel für einen FM-Raster der zweiten Generation (kontinuierlicher Verlauf).

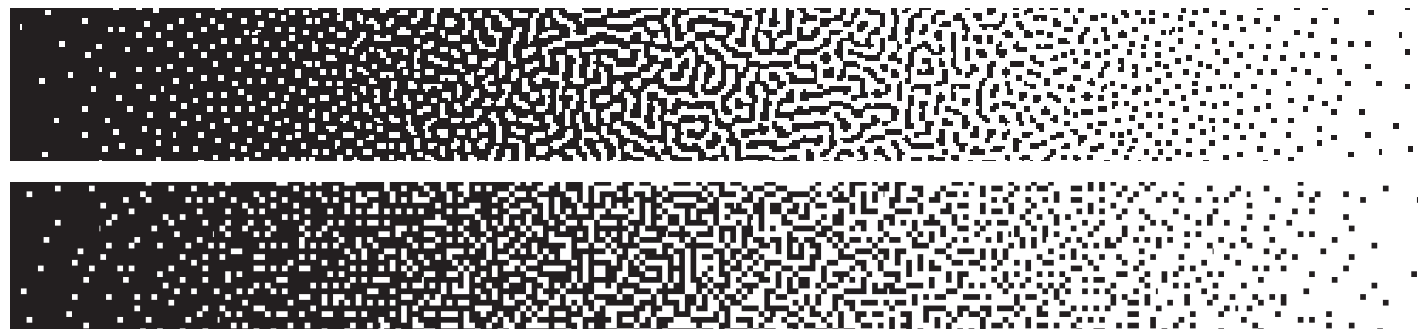


Abbildung 16: Beispiel für einen FM-Raster der ersten Generation.

2.3 Hybrid-Raster

Hybrid-Raster sind eine Kombination aus konventioneller Rasterung im Mitteltonbereich und frequenzmodulierter Rasterung in den Lichtern und Tiefen. In den Mitteltönen unterscheidet sich Prinect Hybrid Screening nicht von den bekannten AM-Rastern. Bewegt man sich in Richtung hellerer Tonwerte, so werden die Rasterpunkte zunächst wie gewohnt kleiner, bis sie eine vorgegebene Mindestgröße erreicht haben. Ab dann verschwinden ganze Rasterpunkte nach einem quasi zufälligen Algorithmus und es vollzieht sich der Übergang vom amplituden- zum frequenzmodulierten Raster. Bewegt man sich dagegen in Richtung dunklerer Tonwerte so werden die Rasterpunkte wie gewohnt immer größer und die ‚Löcher‘ dazwischen immer kleiner. Unterschreiten die Löcher eine Mindestgröße, so verschwinden dann, analog zum Vorgehen in den hellen Tonwertbereichen, auch hier ganze Löcher nach einem quasi zufälligen Algorithmus.

Die Hybrid-Raster lösen ein Dilemma des konventionellen Drucks: Bei höherer Rasterfeinheit werden die Rasterpunkte in den Lichtern so klein, dass sie teilweise wegbrechen und zu einem Tonwertbereich mit instabilem Druckverhalten führen. Analog dazu verhält es sich mit den Löchern in den Tiefen. Somit geht Lichter- und Tiefenzeichnung verloren. Der erhöhte Punktzuwachs in den Mitten lässt sich hingegen durch Kalibrierung heute relativ gut beherrschen.

Für jeden Prozess gibt es eine minimale Punktgröße, die stabil und ohne wegzubrechen verarbeitet werden kann. In der nebenstehenden Tabelle ist dargestellt, ab welchem Tonwert, in Abhängigkeit von der Rasterfeinheit und der minimalen Punktgröße, stabile Druckverhältnisse erreicht werden. Erlaubt der Prozeß stabile Punkte ab 20 µ Größe, so können bei konventionellen AM-Rastern die kleineren Rasterpunkte wegbrechen. Z. B.: Bei 300 lpi (120 l/cm) werden Punkte unter einem Tonwert von 5,6 % kleiner 20 µ und damit instabil.

Durch die Verwendung von Punkten definierter Mindestgröße wird erreicht, dass auch in den Lichtern und Tiefen stabil gedruckt werden kann und somit der volle Druckumfang ausgenutzt wird. Die Mindestgröße der Punkte ist in Stufen einstellbar.

Die quasi zufällige Verteilung bewirkt, dass auch die Lichter und Tiefen relativ glatt wirken und nicht der Eindruck grober Raster entsteht, der bei regelmäßiger Anordnung der Punkte entstehen würde.

Mit Hybrid-Rastern lässt sich die Glätte extrem feiner Raster mit guter Druckbarkeit verbinden. Zusätzlich wird, wie bei den FM-Rastern, eine sehr gute Detailschärfe erreicht. Außerdem sind wegen der feinen Raster Moirés mit dem Bildinhalt eher unwahrscheinlich. Ein weiterer Vorteil der Hybrid-Raster ist ihre Skalierbarkeit. Sowohl die Rasterfeinheit als auch die minimale Punktgröße lassen sich an die jeweiligen Druckbedingungen anpassen. Kurz zusammengefasst: Hybrid-Raster verbinden die Vorteile konventioneller und frequenzmodulierter Raster.

Punktgrößen

Minimale Punktgröße	Rasterfeinheit	Unsicherer Druckbereich
20 µ	150 lpi	< 1,4 %
20 µ	200 lpi	< 2,5 %
20 µ	300 lpi	< 5,6 %
30 µ	150 lpi	< 3,1 %
30 µ	200 lpi	< 5,6 %
30 µ	300 lpi	< 12,5 %

Tabelle 2: Instabile Druckbereiche in Abhängigkeit von Rasterfeinheit und minimaler stabiler Punktgröße.

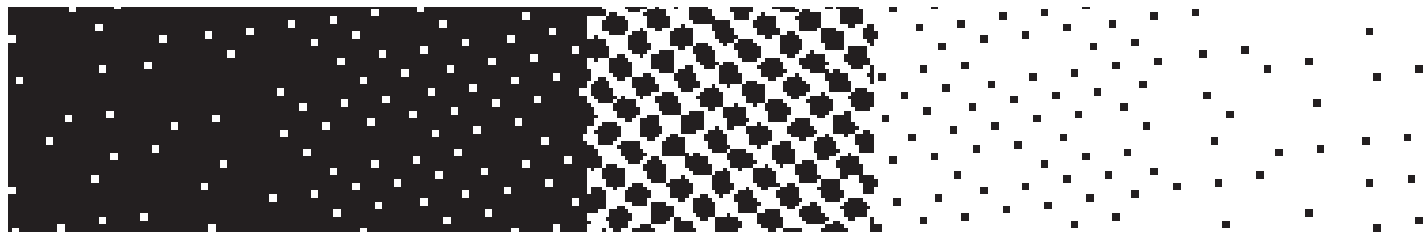


Abbildung 17: Beispiel für einen Hybrid-Raster (vergrößert). Der Stufenkeil enthält Flächen mit 2 %, 5 %, 50 %, 95 % und 98 %. Die kleinsten Rasterpunkte sind genau 2 x 2 Pixel groß und quasi zufällig verteilt.

3 Rastertechnologien

In diesem Kapitel geht es um die technologischen Realisierungen bzw. Annäherungen an die zuvor beschriebenen, allgemein gültigen Rasterverfahren. Rasterpunktformen können durch mathematische Funktionen definiert werden, die dann in einem RIP in Matrizen umgewandelt werden. Alle hier beschriebenen Rastertechnologien speichern die Rasterinformationen in Matrizen.

Es gibt dabei zwei grundsätzliche Möglichkeiten:

1. Die ‚threshold matrix‘¹⁴ oder ‚Schwellwert-Matrix‘.
2. Das ‚look up table‘-Verfahren.

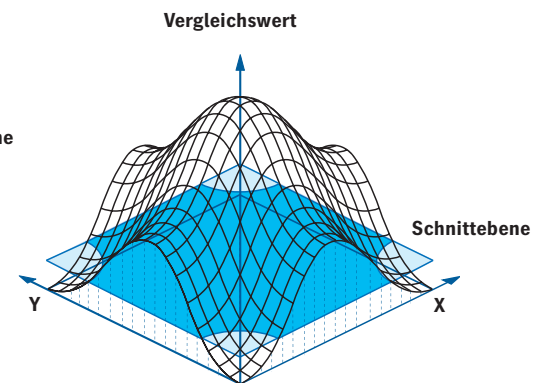
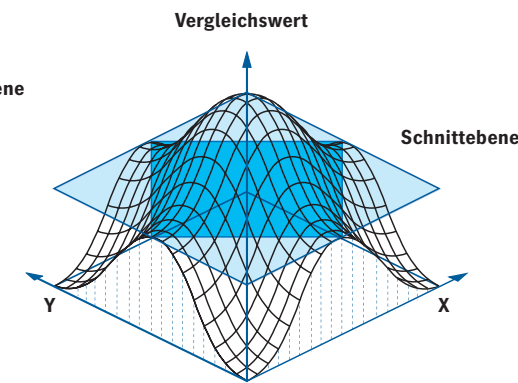
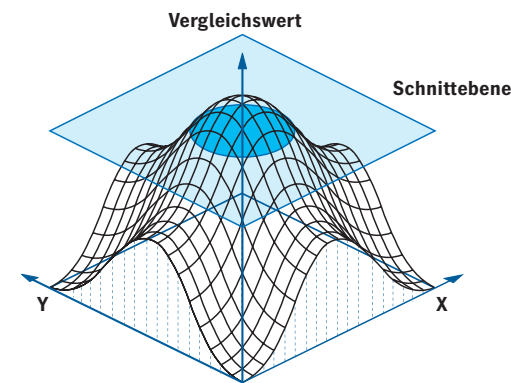
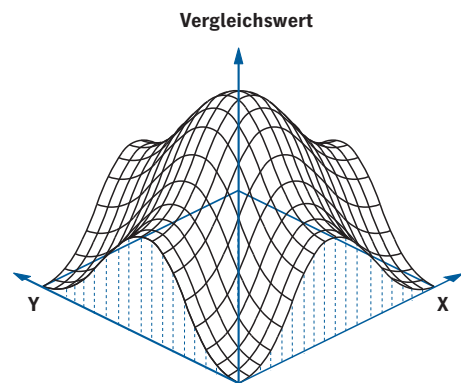
Beim ersten Verfahren werden ‚Schwellwerte‘ in einer Matrix gespeichert und mit dem Tonwert des Bildes an der entsprechenden Stelle verglichen. Für einen rund-quadratischen Rasterpunkt ergibt sich dabei die nebenstehende

Form. Die ‚Schwellwert-Matrix‘ sieht dabei wie ein Berg aus. Man spricht deshalb auch von einem Rasterberg. Ist der Tonwert der Vorlage größer als der Vergleichswert in der Matrix, so wird das entsprechende Pixel gefärbt, andernfalls wird es nicht gefärbt. Diese Vergleichsoperation wirkt, als ob man Schnittebenen durch den Rasterberg legt. In den unteren Grafiken sind diese Schnittebenen für einen Lichterton, einen Mittelton und die Tiefe dargestellt.

Die Heidelberg-Rasterverfahren beruhen auf der Schwellwert-Matrix. Beim zweiten Verfahren wird für jede mögliche Tonwertebene ein entsprechendes Bitmuster gespeichert. Gerastert wird, indem einfach für den Tonwert die dazugehörige Ebene im Speicher gesucht und das Bitmuster direkt ausgegeben wird.

Abbildung 18: Schematische Darstellung einer Schwellwertmatrix. In der Matrix sind Schwellwerte abgespeichert, die bei einem rund-quadratischen Punkt etwa diese Form ergeben.

Abbildung 19: Schematische Darstellung der Schnittebenen im Lichterton, Mittelton und Tiefe, die bei der Rasterung durch Vergleichsoperationen im ‚Rasterberg‘ gebildet werden.



3.1 Einzellen-Rasterung

In PostScript Level 1 war die Einzellen-Rasterung die einzige Möglichkeit, gewinkelte Raster zu erzeugen. Sie wird hier nur noch behandelt, weil sich damit einige Prinzipien am einfachsten darstellen lassen. Später gab es mit PostScript Level 2 und PostScript 3 Erweiterungen, die aus historischen und Verständnisgründen nach der folgenden Beschreibung des HQS-Screenings kurz gestreift werden.

Die Einzellen-Rasterung ist die einfachste mögliche Ausführung der ‚rationalen Raster‘. Wie bereits erwähnt, müssen die gedrehten Rasterpunkte in die Pixelmatrix des Belichters hineinkonstruiert werden. Man nimmt dazu einfach den

nächstmöglichen Winkel und die nächstmögliche Rasterfeinheit, bei denen die Eckpunkte des Rasterpunktes auf ganze Belichterpixel fallen (siehe Abbildung 20). Aus den einzelnen Rasterpunkten, den sogenannten Rastermaschen oder Rasterzellen, wird dann eine größere Rasterkachel gebildet. Durch Aneinanderfügen dieser Rasterkachel wird der Raster lückenlos aufgebaut (siehe Abbildung 21).

Diese Einzellen-Rasterung erlaubt nur eine sehr grobe Abstufung von Rasterwinkel und Rasterfeinheiten. Insbesondere die irrationalen Winkel der konventionellen Rasterung lassen sich sehr schlecht annähern. Auch wenn die Abweichung im unten stehenden Beispiel ‚nur‘ knapp 1° beträgt, reicht

es, um deutliche Zusammendruckmoirés zu erzeugen. Neben der Winkelabweichung trägt gleichermaßen die prinzipbedingte unterschiedliche Rasterfeinheit zwischen Farbauszügen zur Moirébildung bei (siehe Abschnitt 2.1.1.2 und 2.1.1.3).

Dies ist insbesondere ein Problem für die Farbproduktion, denn es gibt nur sehr wenige Kombinationen mit brauchbaren Zusammendruckeigenschaften. Es ist z. B. nur möglich, eine

kleine Untermenge der später beschriebenen RT-Raster zu erzeugen. Konventionelle Raster lassen sich praktisch nicht realisieren.

Nach unserem Wissen werden diese Einzellen-Raster nicht mehr angewandt. Als diese einfache PostScript Rasterung aufkam, gab es längst qualitativ hochwertige Rasterverfahren wie die anschließend beschriebene RT- und IS-Rasterung.

Abbildung 20: PostScript Level 1-Rasterzelle.

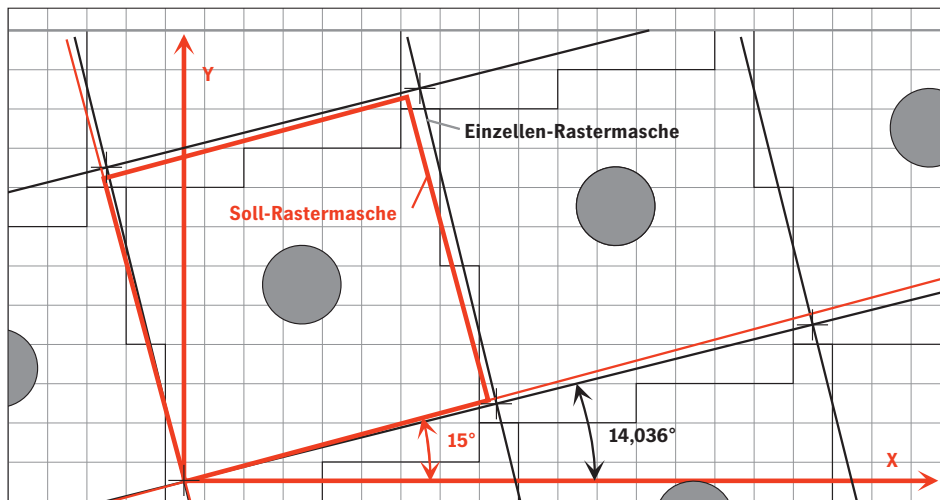
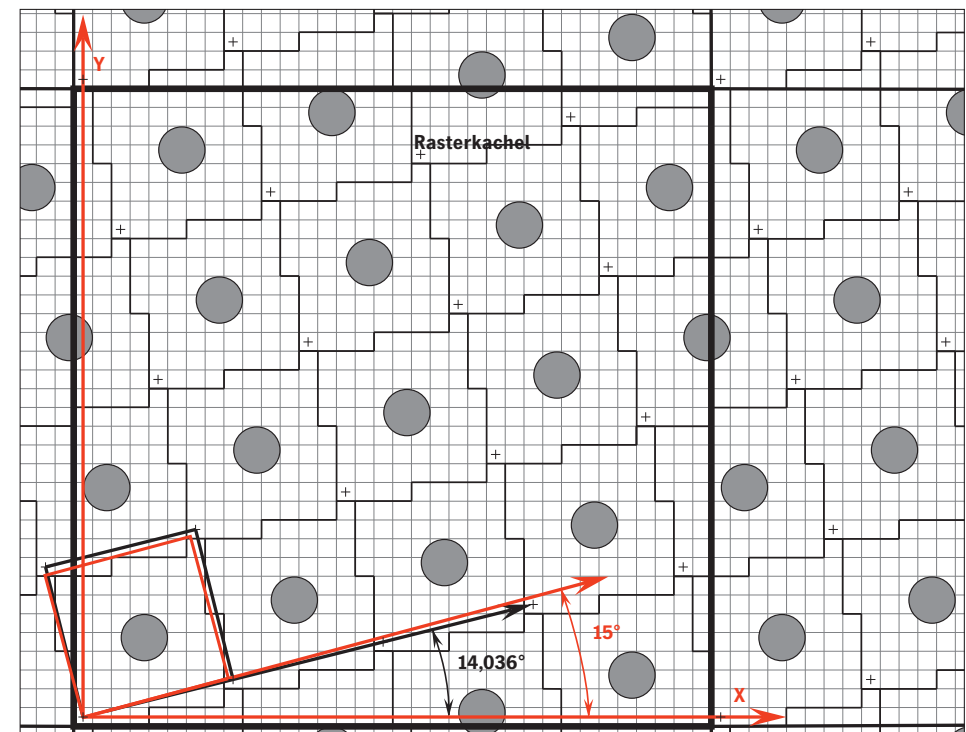


Abbildung 21: Einzellen-Rasterkachel.



3.2 RT-Raster

Ausgangspunkt der Entwicklung der RT-Raster war der Versuch, die Winkel der konventionellen Rasterung auf elektronischem Wege möglichst gut anzunähern. Ihre Realisierung wurde geprägt von der Notwendigkeit, mit einem Minimum an teurem Speicherplatz auszukommen. Entstanden ist dabei ein eigenständiges Verfahren, das gegenüber der konventionellen Rasterung seine besonderen Vorteile hat. Die RT-Rasterung war das erste rationale Rasterverfahren und die erste digitale Rasterung überhaupt. Die Bezeichnung ‚RT‘ steht für ‚rationaler Tangens‘.

Am Beispiel der Winkel 0° , 45° und $18,4^\circ$ werden die rationalen Raster näher beschrieben. Die Rasterfeinheiten sind so gewählt, dass drei Rasterpunkte mit einem Winkel von 0° die gleiche Größe haben wie zwei Diagonalen der Punkte unter einem Winkel von 45° . Den Winkel $18,4^\circ$ kann man nicht mehr als rationale Annäherung an den irrationalen 15° -Winkel der konventionellen Rasterung betrachten. Genau genommen sind es $18,43494882292 \dots^\circ$. Die Zahl ist der $\arctan(1/3)$. Die $18,4^\circ$ -Rasterpunkte lassen sich so anordnen, dass man nach drei Punkten in eine Richtung genau um einen Rasterpunkt quer dazu weiter wandert.

Auf diese einfache Weise können ‚Kacheln‘ gebildet werden, die sich lückenlos aneinanderfügen lassen. Diese Kacheln haben genau die Größe von 3×3 Rasterpunkten unter 0° . Der vierte Rasterwinkel mit $71,6^\circ$ (90° minus $18,4^\circ$) wird dann auf entsprechende Weise erzeugt.

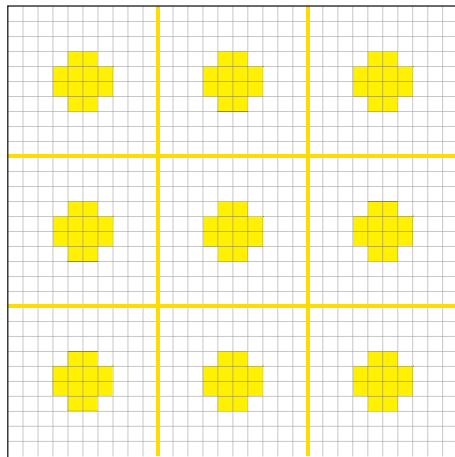


Abbildung 22: ‚Rasterpunkte 0° ‘. Punkte unter einem Winkel von 0° lassen sich leicht aufbauen. Eine größere Fläche wird gerastert, indem die Punkte einfach aneinandergereiht werden.

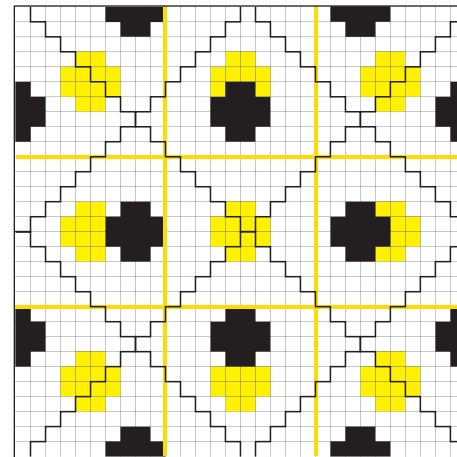


Abbildung 23: ‚Rasterpunkte 45° ‘. Punkte unter einem Winkel von 45° lassen sich leicht aufbauen und eine größere Fläche wird gerastert, indem entsprechende ‚Rasterkacheln‘ aneinandergereiht werden.

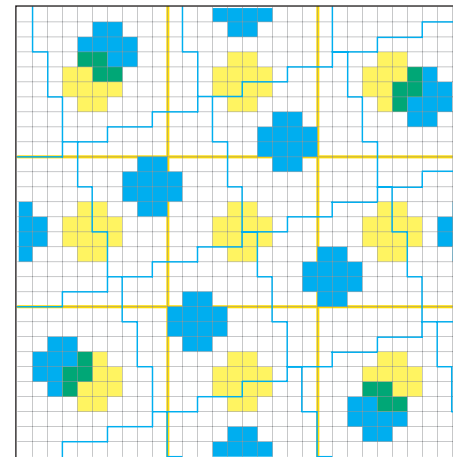


Abbildung 24: Schematischer Aufbau einer Rasterkachel für den Winkel $18,4^\circ$. Der Aufbau wiederholt sich nach jeweils drei ‚ 0° Rasterpunkten‘ in beiden Richtungen.

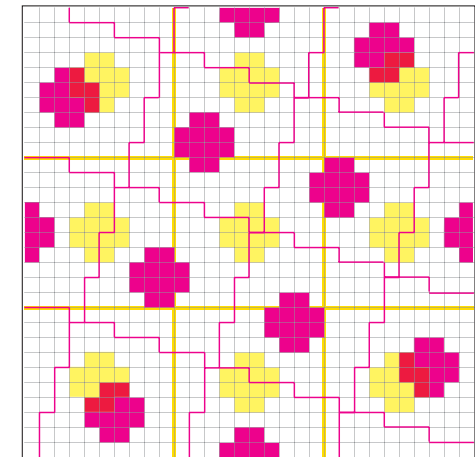


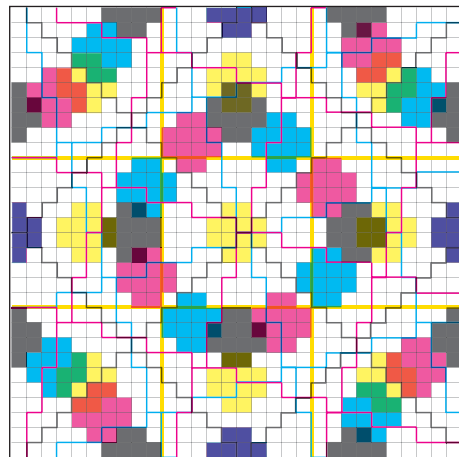
Abbildung 25: Schematischer Aufbau einer Rasterkachel für den Winkel $71,6^\circ$.

Betrachtet man die Grafiken, so fällt auf, dass sich nicht nur die einzelnen Farbauszüge aus ‚Rasterkacheln‘ zusammensetzen lassen. Vielmehr lassen sich alle 4 Farbauszüge gemeinsam aus einer Kachel aufbauen, die 3×3 Rasterpunkte unter 0° groß ist. Das hat einen entscheidenden Vorteil: Eventuelle Moirés beim Zusammendruck können maximal eine Periode von drei Rasterpunkten haben. Diese Periode ist so klein, dass kaum störende Moirés auftreten können.

Im Gegensatz zu den konventionellen Rastern zeichnen sich die RT-Raster dadurch aus, dass die Moiré-Periode im Zusammendruck möglichst klein wird. Die Genauigkeitsanforderungen lassen sich nicht wie bei den konventionellen Rastern einfach mathematisch ableiten. Nach unseren Erfahrungen reagiert dieses Rasterverfahren auf Passerfehler deutlich unkritischer.

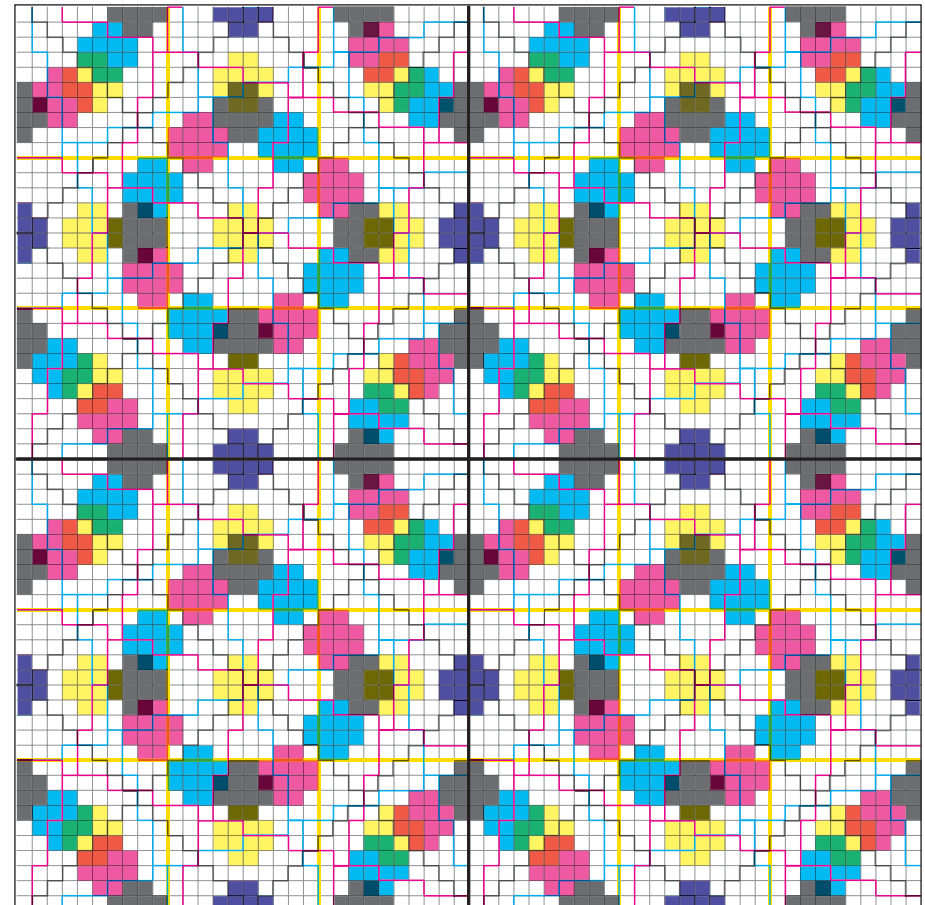
Dieses Verfahren ist eine intelligente, eigenständige Lösung, die sich mit wenig Aufwand realisieren lässt und sehr gute Zusammendruckeigenschaften hat (siehe Kapitel 4.3 RT-Raster).

Abbildung 26: Zusammendruck aller 4 RT-Kacheln, die alle genau 3×3 ‚0°-Rasterpunkte‘ groß sind.



← Rasterkachel →

Abbildung 27: Aneinanderfügen von Rasterkacheln mit allen vier Farben zu größeren Flächen.



← Rasterkachel →

3.3 HQS Screening

HQS ist die Kurzform für High Quality Screening und basiert auf rationaler Rastertechnologie. HQS erlaubte bereits 1991 eine sehr gute Annäherung an konventionelle Raster sowohl bzgl. der Rasterfeinheiten als auch der -winkel. Diese Verbesserung wird dadurch erreicht, dass $n \times n$ Rasterpunkte zu einer Einheit, der sogenannten Superzelle, zusammengefasst werden und erst wieder die Ecken dieser Einheit auf ganze Belichterpixel fallen.

Diese Superzellen-Rasterung erlaubt eine relativ gute Annäherung der Winkel und Rasterfeinheiten. Die Superzellen werden dann – ähnlich wie im Kapitel über ‚Einzellenrastrung‘ gezeigt – zu Rasterkacheln zusammengesetzt. Beim Zusammensetzen einer HQS-Rasterkachel entspricht die Superzelle einem Rasterpunkt der Einzellenrastrung (Abbildung 20). Weil die Rasterkacheln dabei sehr groß werden können, sind sie hier nicht als Grafik dargestellt.

Durch die Superzellentechnik erreicht man eine deutliche Verbesserung der Genauigkeit der Raster. Leider steigt mit der Genauigkeit der Speicherbedarf für die Rasterkacheln dramatisch an. Damit sind die Rasterkacheln nicht mehr geeignet.

Auf der Suche nach einer Lösung hilft die Mathematik. Man kann nachweisen,

dass sich jede Superzelle in ein flächengleiches Rechteck, einen sogenannten ‚Rasterziegel‘ umwandeln lässt. Oft enthalten die Superzellen noch zusätzliche Redundanzen¹⁵, die entfernt werden können, um die Anforderungen an den Speicherbedarf weiter zu reduzieren.

Eine Rasterfläche wird dann aus diesen Ziegeln zusammengesetzt (siehe Abbildung 29). Dies erfolgt nicht wie bei den quadratischen ‚Rasterkacheln‘ durch einfaches Übereinandersetzen, sondern

durch versetztes Aneinanderfügen wie bei den Ziegeln einer Mauer. Die Ziegel können sehr unterschiedliche Formen haben. Meist ergibt sich eine sehr langgestreckte balkenartige Form. Dadurch sind bei der Durchführung der Rasterung nur selten Adresssprünge bzw. Adressberechnungen nötig. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass auch mit kleinen, gut zu verarbeitenden Rasterziegeln eine relativ gute Näherung der Winkel und Rasterfeinheiten zu erreichen ist.

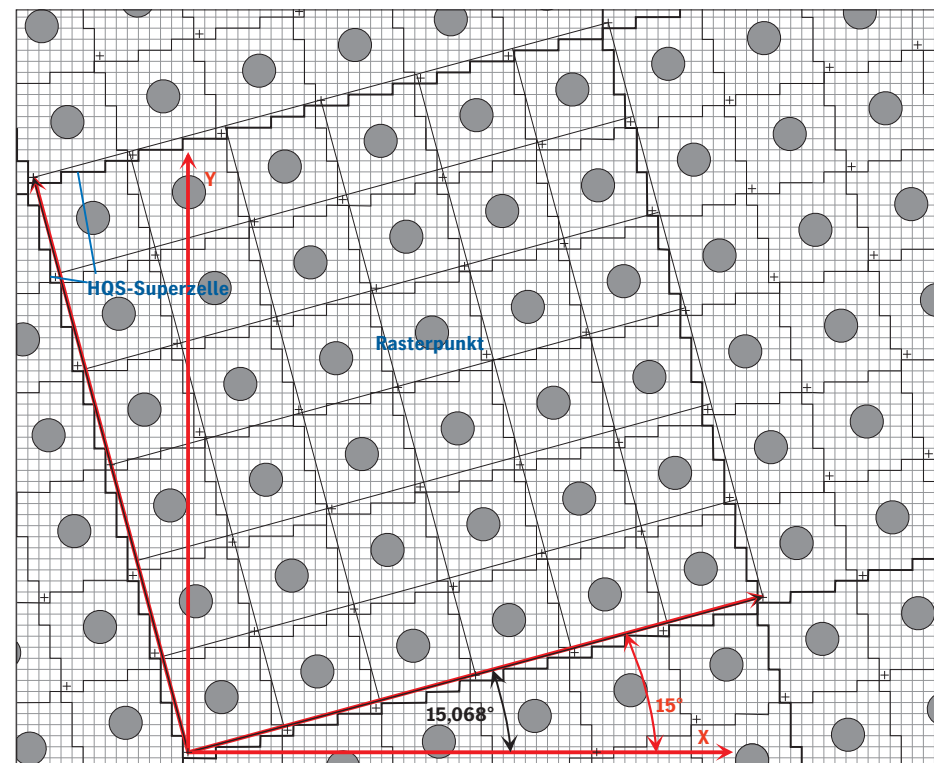


Abbildung 28: Die HQS-Superzelle. Die Rastermasche, die erreicht werden soll und die tatsächlich generierte Rasterzelle stimmen schon recht gut überein.

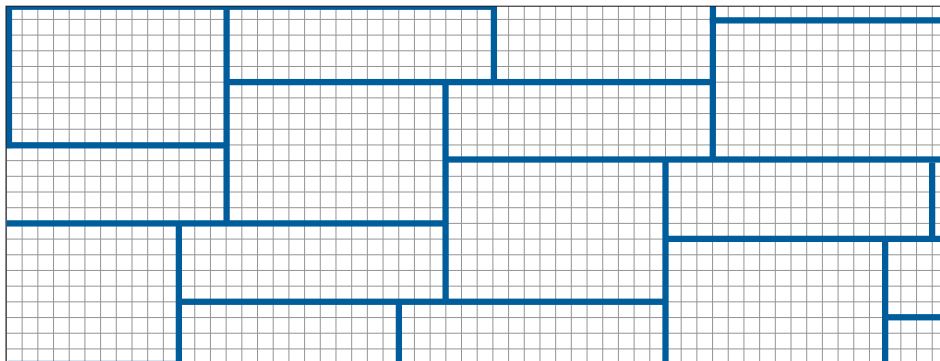
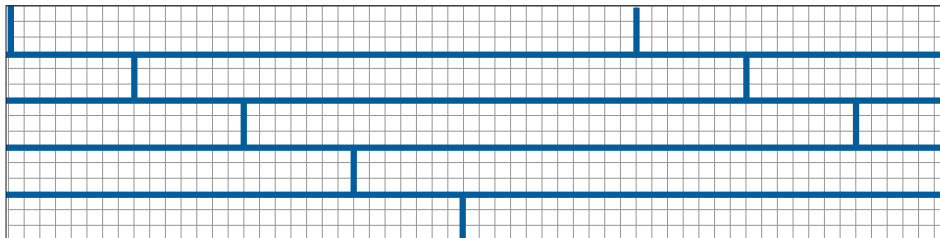
Da bei HQS-Rastern typischerweise alle Winkel leicht unterschiedliche Rasterfeinheiten haben, ist das Moiré im Zusammendruck ein entscheidendes Kriterium zur Selektion zusammenpassender Superzellen für den Farbdruk. Dazu wurde ein Rechnerprogramm entwickelt, das Kombinationen aus Rasterwinkel und Rasterfeinheit ohne störende Moirés beim Zusammendruck ermittelt.

Die Generierung der HQS-Superzellen bewirkt, dass für verschiedene nominale Rasterfeinheiten leicht unterschiedliche Verhältnisse der realen

Rasterwinkel und Feinheiten auftreten. Dies bedeutet in der Praxis, dass die Zusammendruckeigenschaften etwas von der Rasterfeinheit abhängen.

HQS und das zuvor beschriebene RT-Screening benutzen Superzellen aus mehreren Rasterpunkten. Sie sind Erweiterungen der anfangs beschriebenen Einzellen-Rasterung.

Abbildung 29: HQS-Rasterziegel.



3.4 Weitere Superzellen-Raster

In PostScript 3™ und PDF sind einige neue Rastertypen beschrieben (PostScript Language Reference Third Edition, ISBN 0-201-37922-8). Einige Typen basieren noch auf der Einzellen-Rasterung (siehe Kapitel 3.1), die besseren auf der zuvor erläuterten Superzellen-Rasterung. In einigen Rastertypen werden Rasterkacheln gespeichert, wobei der Speicherplatzbedarf reichlich groß werden kann. Der komplexeste Raster, der Halftone Type 16 entspricht in seinen Möglichkeiten hinsichtlich erreichbarer Rasterwinkel und -weiten dem HQS. Einen Vorteil gegenüber HQS gibt es nicht. Der Aufbau des Schwellwertgebirges ist lediglich umständlicher. Die Superzelle wird in zwei unterschiedlich große Rechtecke zerlegt, die sich lückenlos aneinander setzen lassen (siehe Abbildung 30). Mit diesem Raster-

typ öffnet Adobe auch den RIP-Herstellern, die über keine eigene Rastertechnologie verfügen, die Tür zur Superzellen-Rasterung.

Wesentliches Know-how bei HQS steckt auch in der Erzeugung hochwertiger Schwellwertgebirge mit geeigneten geometrischen Verhältnissen und möglichst glatten, gleichmäßigen Rasterpunkten. Mit keinem PostScript- oder PDF-Rastertyp lassen sich bessere Qualitäten erreichen als mit HQS.

Abbildung 30: PostScript-Rastertyp 16-Kacheln. Die Adressberechnung im RIP ist hier deutlich umständlicher als bei den Rasterziegeln des HQS.

3.5 IS-Technologie

Die bisher besprochenen rationalen Rasterverfahren, wie sie auch von anderen Herstellern benutzt werden, nähern irrationale Winkel nur an. Die damit erzeugbaren Rasterfeinheiten und -winkel und damit auch die Qualität unterliegen Einschränkungen. Mit der IS-Rasterung wird die Spitzen-technologie für PostScript-RIPs verfügbar gemacht. Mit diesem Verfahren lassen sich die Rasterwinkel und Rasterfeinheiten mit absoluter Präzision erzeugen. IS steht dabei für ‚Irrational Screening‘.

Die IS-Technologie wurde ursprünglich in Hardware implementiert. Seit längerem wird nur noch die Implementierung in Software ausgeliefert. Hinsichtlich der Präzision von Rasterwinkeln und -weiten unterscheiden sich die Ergebnisse praktisch nicht, obwohl die Algorithmen zur Berechnung des Rasters sehr unterschiedlich sind. Die Implementierung in Software zeichnet sich noch durch eine bessere Kompaktheit der Rasterpunkte und eine verbesserte Glätte in den Einzelauszügen aus.

Die klassische Hardware-Implementierung wird hier zum besseren Verständnis der Prinzipien behandelt.

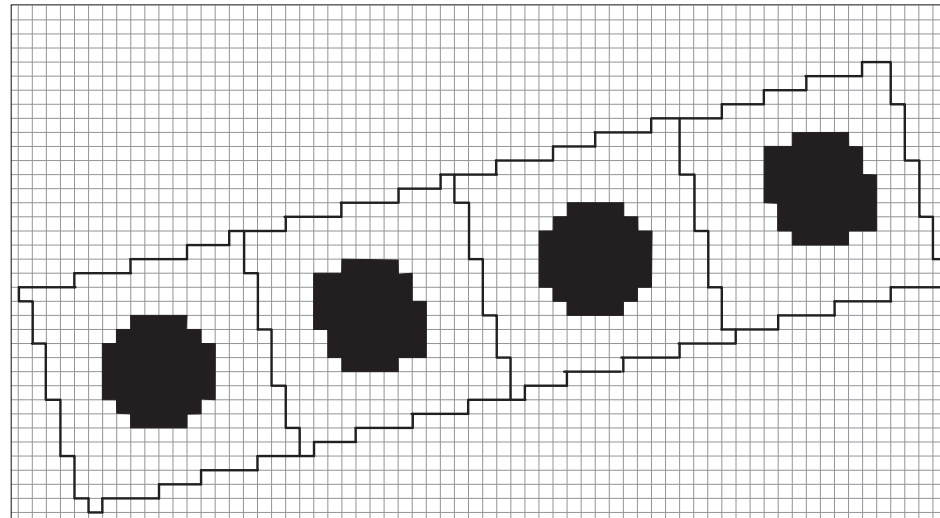


Abbildung 31: IS-Rasterpunkte mit einem Winkel von 15°. Die Schrittfolgen zur Erzeugung der Punkte sind unregelmäßig und wiederholen sich nicht.

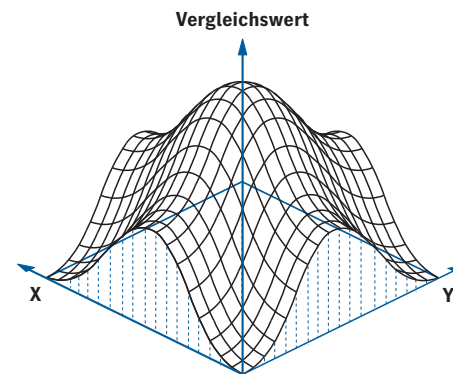


Abbildung 32 Schematische Darstellung eines Rasterberges. In einer Matrix mit einer Kantenlänge von 128 Elementen in X- bzw. Y-Richtung sind Schwellwerte abgespeichert, die bei einem rund-quadratischen Punkt etwa diese Form ergeben.

3.5.1 Die klassische IS-Implementierung in Hardware

Ein Winkel von 15° lässt sich nicht so einfach mit der Regel ‚drei Schritte vor und einen zur Seite‘ erzeugen wie bei den vorher beschriebenen rationalen Rastern. Die Schrittfolgen sind unregelmäßig und wiederholen sich nicht. Ausgangspunkt für die Erzeugung der Raster ist eine Schwellwert-Matrix, die z. B. aus 128 x 128 Elementen besteht und einen oder mehrere Rasterberge enthält.

Die einzelnen Raster werden erzeugt, indem eine Koordinatentransformation aus dem Koordinatensystem des Belichters in das meist gedrehte Koordinatensystem des Rasterberges (siehe Abbildung 33: blau dargestellt) durchgeführt wird.

Dabei wird folgendermaßen vorgegangen: Ausgehend von einem Startpunkt werden mit hoher Genauigkeit Adressinkremente¹⁶ in X- und Y-Richtung aufaddiert und so die Einsprungpunkte in den Rasterberg berechnet (siehe Abbildung 33: du_x , du_y). Der hier abgespeicherte Schwellwert wird mit dem Tonwert im Bild verglichen und je nach Ergebnis dieses Vergleichs wird das entsprechende Belichterpixel gesetzt. So entstehen die vorher beschriebenen Schnittebenen durch den Rasterberg. Wird bei dieser Rechnung die Grenze der Rasterzelle,

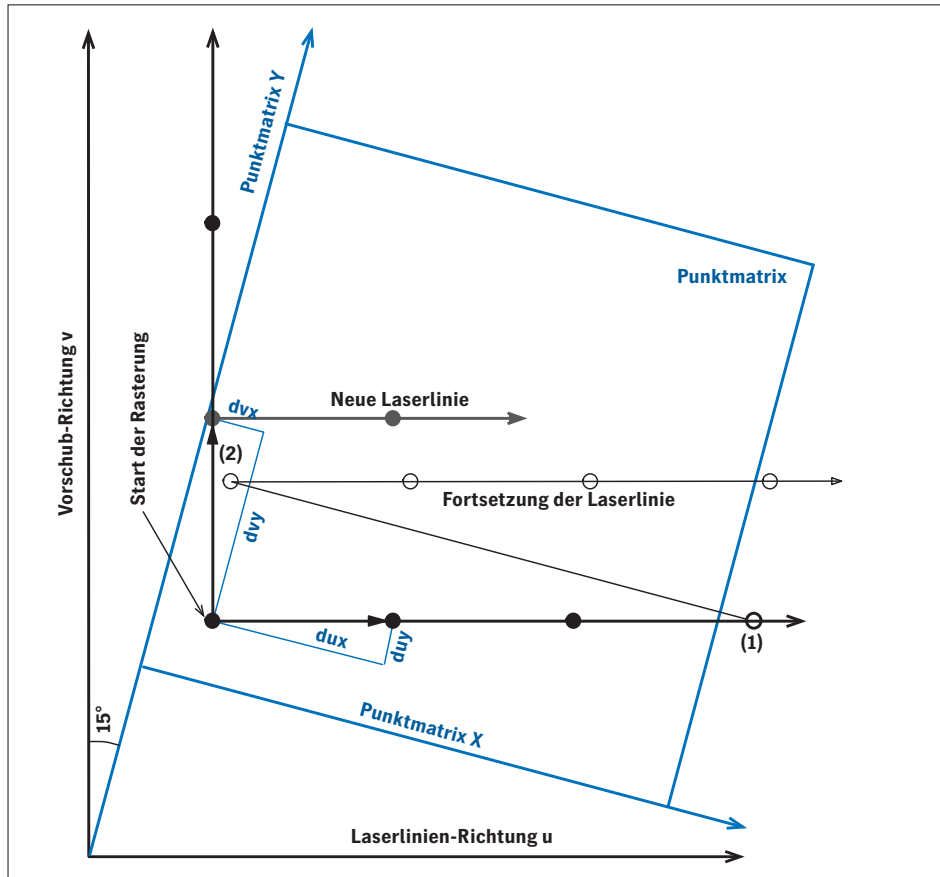


Abbildung 33: Schema der Koordinatentransformation im Rasterrechner. Nähere Erläuterung im Text.

d. h. des Rasterberges erreicht (siehe Abbildung 33: (1)), so wird einfach das überlaufende Bit abgeschnitten. Mit dem Rest der Adresse wird dann automatisch der neue Einsprungpunkt gewonnen (siehe Abbildung 33: (2)). Das lässt sich beliebig wiederholen. Nach Erreichen des Zeilenendes wird der Startpunkt der neuen Zeile durch Addieren der entsprechenden Adressschritte (siehe Abbildung 33: dv_x , dvy) auf den Startpunkt der vorherigen Zeile gewonnen.

Bei einem Durchlauf wird nicht jede Adresse der Schwellwert-Matrix angesprungen. In dem im Beispiel dargestellten Winkel von 15° ergeben sich bei jedem Durchlauf unterschiedliche Adressen durch die Berechnung. Bei Winkeln wie 0° und 45° werden in der Regel immer die gleichen Adressen angesprungen. Mit unterschiedlichen Adressen sind auch unterschiedliche Schwellwerte verknüpft. Auf diese Weise ergeben sich bei irrationalen Rastern für jeden individuellen Rasterpunkt unterschiedliche digitale Abbildungen bei gleichem Tonwert. Wegen der notwendigen Rechengenauigkeit und der Komplexität des Verfahrens in Kombination mit der erforderlichen Geschwindigkeit ist eine Implementierung nur mit spezieller Hardware möglich. Realisiert wurde dies mit dem sogenannten Raster-

rechner. Er berechnet „on-the-fly“¹⁷ die Koordinaten im Rasterberg. Mit der IS-Technologie wird eine Genauigkeit der Rasterfeinheit von $\pm 0,000000015$ und ein maximaler Winkelfehler von $\pm 0,0000012^\circ$ erzielt. Oder anders ausgedrückt: Bei einer Belichterauflösung von 1000 l/cm (2540 dpi) würde eine systematische Positionsabweichung von nur einem Belichterpixel erst bei Offset-Platten von $80 \text{ m} \times 80 \text{ m}$ auftreten.

Die Fehler der Superzellenverfahren bei der Annäherung an die konventionellen Raster sind um mehrere Zehnerpotenzen größer.

Eine Implementierung dieses Verfahrens in Software wäre auch mit heutigen Rechnern zu langsam.

3.5.2 Die moderne IS-Implementierung in Software

Die Softwarelösung für irrationale Raster, im Folgenden auch kurz ‚Soft IS‘ genannt, ist eine Entwicklung in der langen Liste der technischen Innovationen von Heidelberg.

Diese Entwicklung folgte dem allgemeinen Trend, ‚Spezial-Hardware‘ durch Software zu ersetzen. Für den Anwender hat das den großen Vorteil, dass die Kosten für eine spezielle Rasterhardware eingespart werden können.

Außerdem steigt die Leistung mit jeder neuen Rechnergeneration und hat die Leistungsfähigkeit der Rasterhardware längst weit übertroffen. So wurde bereits mit einem 500 MHz-PC etwa die gleiche Rasterleistung wie mit dem Delta® Tower erreicht.

Der Algorithmus der klassischen (hardwaremäßigen) IS-Implementierung ist komplex und erfordert eine Vielzahl von Rechenoperationen pro Belichterpixel. Rationale Raster hingegen folgen einem sehr einfachen Algorithmus und lassen sich daher deutlich schneller verarbeiten. Selbst modernste Rechner können diesen prinzipiellen Geschwindigkeitsunterschied nicht wettmachen.

Die schnelle Verarbeitung rationaler Raster ist auf die Verwendung der vorberechneten Rasterkacheln zurückzuführen. Diese enthalten den gewünsch-

ten Raster bereits in der entsprechenden Rasterfeinheit und -winkelung.

Die komplexen Adressberechnungen, die bei dem hardwaremäßigen IS-Verfahren notwendig sind, entfallen.

Für die Realisierung von Soft IS galt es, die Vorteile beider Verfahren, die hohe Genauigkeit der IS-Technologie einerseits und die schnelle Verarbeitung der rationalen Raster andererseits, zu vereinen.

Zur Erreichung der Geschwindigkeitsvorteile basiert Soft IS in wesentlichen Zügen auf dem zuvor beschriebenen HQS-Verfahren. Der geforderte irrationale Raster wird zunächst durch eine (rationale) Rasterkachel angenähert. Sodann wird eine Fehlerbetrachtung vorgenommen, deren Ziel es ist, zu bestimmen, nach wievielen Pixeln auf einer Belichterlinie die Abweichung zwischen gegebenem rationalen Raster und gefordertem irrationalen Raster einen vordefinierten Grenzwert überschreitet. Diese Anzahl von Belichterpixeln können in der HQS-typischen hohen Geschwindigkeit gerastert werden. Dann werden Korrekturmaßnahmen ausgeführt und die Rasterung anschließend in der hohen Geschwindigkeit wieder aufgenommen. In der Summe wird eine mit dem Hardware-Verfahren vergleichbare Präzision, besser als ein Device Pixel, erreicht.

Die Korrekturmaßnahmen an sich sind

deutlich komplexer als die hardwaremäßige IS-Rasterung. Da sie allerdings nur sehr selten ausgeführt werden müssen, fallen sie nicht ins Gewicht. Das Verfahren läßt sich von daher am ehesten mit einem Beispiel erklären: Stellen Sie sich vor, Sie haben normales Millimeterpapier, benötigen aber eins mit einer Kästchengröße von 1,005 mm. Für die ersten Kästchen ist die Abweichung sicherlich vernachlässigbar, aber nach 200 Kästchen beträgt der Fehler bereits ein ganzes Kästchen. Eine einfache Korrekturmaßnahme wäre, alle 200 Kästchen ein Kästchen doppelt so groß zu machen. Dann würde die Anzahl der Kästchen wieder stimmen und der Fehler wäre kompensiert. Die doppelt breiten Kästchen würden allerdings sehr störend auffallen. Man könnte allerdings auch z. B. nach 10 Kästchen je ein Kästchen einfügen, das statt 1 mm 1,05 mm breit ist. Dann wäre diese Korrekturmaßnahmen nicht mehr erkennbar. Sehr ähnlich arbeiten auch die Korrekturmaßnahmen von Soft IS. Einige entscheidende Änderungen beseitigen somit die Einschränkungen von HQS und erlauben die volle Kompatibilität zu den Rasterwinkeln und -feinheiten der IS-Hardware-Rasterung. Auch qualitativ hat Soft IS längst neue Maßstäbe gesetzt: Die einzelnen Farbauszüge wirken wesentlich glatter. Durch weitere Verbesserungen werden

inzwischen deutlich höhere Rasterfeinheiten erreicht.

Das Soft IS-Verfahren spricht für sich selbst, es liefert bestmögliche Qualität bei minimalem Aufwand.

3.6 Tonwertstufen und Kalibrierung

Man kann sich leicht überlegen, dass viele Belichterpixel pro Rasterpunkt von Vorteil sind. Ein Beispiel: Wird bei einer Belichterauflösung von 1000 l/cm (2540 dpi) ein 120er Raster (300 lpi) belichtet, so wird ein Rasterpunkt aus 8 x 8 Pixeln aufgebaut. Mit so einem Rasterpunkt lassen sich nur $8 \times 8 + 1 = 65$ verschiedene Tonwertstufen darstellen. Das ist viel zu wenig, um einen Verlauf von 0 % bis 100 % Flächendeckung glatt darzustellen. Insbesondere im dunklen Bereich sind dann deutliche Abrisse¹⁸ sichtbar. Wegen der hohen Empfindlichkeit des menschlichen Auges im dunklen Bereich braucht man für die glatte Darstellung eines Verlaufes etwa 1000

Tonwertstufen, jedenfalls wenn er aus regelmäßigen Flächen aufgebaut ist. Auf dieses Thema wird unter Tipps und Tricks (siehe Kapitel 8) noch eingegangen.

Um trotzdem eine möglichst hohe Zahl von Tonwertstufen zu erreichen, wird eine spezielle Multidot-Technik eingesetzt. Bereits bei der alten Hardware-IS-Rasterung wurde der Schwellwert-Speicher nicht nur mit einem Berg geladen, sondern mit mehreren Bergen. Die einzelnen Berge dieser Gebirge sind geringfügig unterschiedlich. Dadurch wird erreicht, dass benachbarte Rasterpunkte auch leicht unterschiedlich sind. Der Unterschied ist so gering und kleinräumig, dass er vom Auge nicht aufgelöst wird. Wahrgenommen wird nur

der mittlere Tonwert benachbarter Rasterpunkte.

Mit der HQS- und Soft-IS Rasterung wurde die Multidot-Technik noch weiter verfeinert.

Durch gezielten Einsatz dieser Technik kann in allen Implementierungen sichergestellt werden, dass immer mehr als 1000 Tonwertstufen verfügbar sind. Bedingt durch die Verarbeitung der Daten in einem PDF- oder PostScript-Interpreter, sind davon meist nur 256 Tonwertstufen nutzbar (8 Bit). Es gibt nur eine Ausnahme (Smooth Shading), die in Kapitel 8.2 beschrieben ist. Trotz dieser Einschränkungen bringt ein Vorrat von deutlich mehr als 256 Tonwertstufen in der Rasterung erhebliche Qualitätsvorteile in Smooth-

Shading-Verläufen bei der Linearisierung und Kalibrierung (siehe Kapitel 6.6 und 7.3).

Bei der Standard-Implementierung in PostScript und PDF erfolgt die Abbildung bei Linearisierung und Kalibrierung von 8 Bit auf 8 Bit, d.h. es werden 256 Eingangstonwerte auf 256 Ausgangstonwerte abgebildet. Dabei werden des Öfteren mehrere Eingangsstufen auf eine Ausgangsstufe abgebildet. Es gehen folglich Stufen verloren, wodurch z. B. in Verläufen Abrisse entstehen (siehe Kapitel 8.2).

Um das zu vermeiden, braucht man ausgangsseitig eine höhere Stufenzahl, z. B. 12 Bit. Erfolgt die Abbildung in der Kalibrierung von 8 Bit auf 12 Bit, so werden praktisch immer alle Eingangsstufen auf unterschiedliche Ausgangsstufen abgebildet. Durch die höhere Auflösung im ‚Rasterberg‘ werden alle Ausgangsstufen dann noch differenziert wiedergegeben, so dass immer alle 256 Tonwertstufen von PostScript/PDF zur Verfügung stehen. Die Tonwertskala wird somit deutlich glatter.

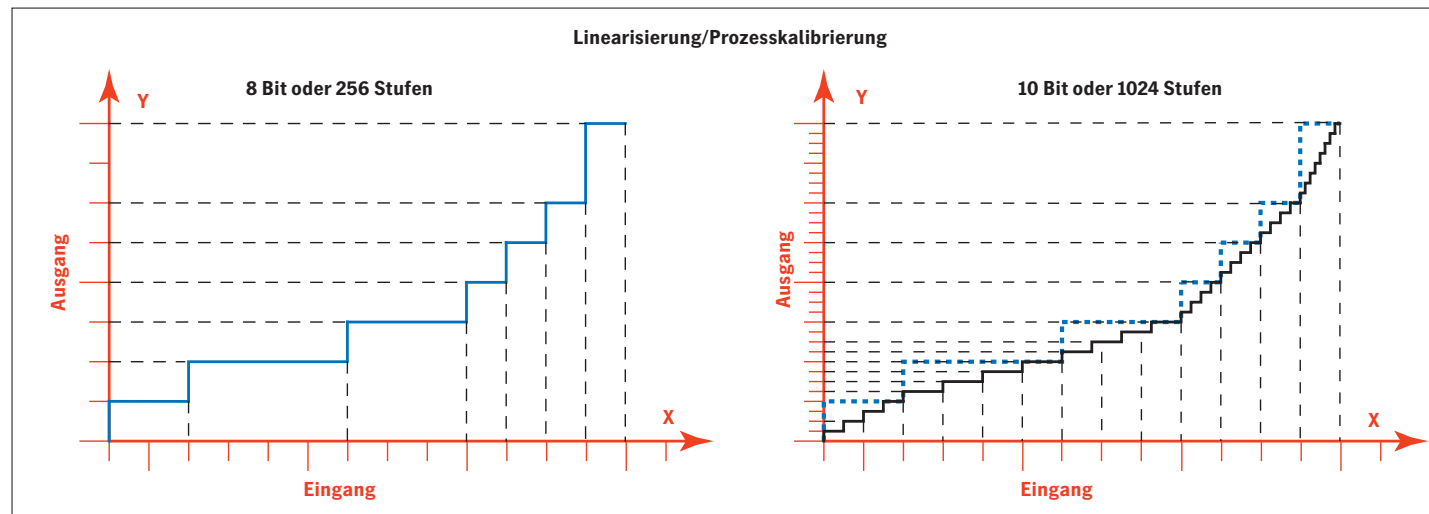


Abbildung 34: Der Vergleich der Kalibrierung mit 8-Bit und 10-Bit-Auflösung. Eine 12-Bit-Darstellung lässt sich auf Grund ihrer Feinheit visuell nicht darstellen.

4 Rastersysteme und Rasterpunkte

Dieses Kapitel ist eher als Nachschlagewerk über die angebotenen Rastersysteme und Punktformen gedacht. Es wird nicht vorausgesetzt, dass die vorherigen Kapitel gelesen wurden. Deshalb sind die Beschreibungen in sich vollständig. Die dadurch entstehenden Wiederholungen werden bewußt in Kauf genommen.

4.1 Rastersysteme

4.1.1 AM-Rastersysteme

In der Farbproduktion kommt es darauf an, optimale Zusammendruckeigenschaften zu erreichen. Farbdruck ist mehr als der Druck von vier Einzel-farben mit unterschiedlichen Rastern. Es gibt nur wenige Kombinationen aus Rasterwinkeln und -feinheiten, die gute Zusammendruckeigenschaften garantieren. Deshalb ist es nötig, genau diese Kombinationen zu treffen.

Dafür wird der Begriff ‚Rastersystem‘ benutzt.

Zu einem AM-Rastersystem gehören mindestens vier Raster. Die Winkel sind meist unterschiedlich. Die dazugehörigen Rasterfeinheiten können unterschiedlich sein. Sie stehen in einer festen Relation zueinander und sind so gewählt, dass das Moiré im Zusammendruck minimiert ist.

Für jedes Rastersystem stehen meist mehrere optimal abgestimmte Punktformen zur Auswahl.

Innerhalb jedes Rastersystems stehen verschiedene Rasterfeinheiten zur Verfügung. Der in Bedienoberflächen angezeigte Wert ist als Nominalwert zu verstehen. Die tatsächlichen Rasterfeinheiten weichen meist geringfügig ab. Für die Heidelberg-Rasterung mit Ausnahme von HQS gilt: Unabhängig von der absoluten Rasterfeinheit ist das Verhältnis der zusammengehörenden Rasterfeinheiten der verschiedenen Farbauszüge konstant. Das bedeutet, dass die Zusammendruckeigenschaften nicht von der Rasterfeinheit, sondern nur vom System abhängen.

Im Gegensatz hierzu stehen Rasterverfahren anderer Anbieter, die die konventionellen irrationalen Rasterwinkel mit rationalen Winkeln annähern. Dadurch werden die Zusammendruckeigenschaften von der ausgewählten Rasterfeinheit abhängig. Manche RIPs bieten dem Benutzer die Möglichkeit, beliebige Rasterwinkel oder Rasterfeinheiten einzugeben, die dann mehr oder weniger genau angenähert werden (siehe Kapitel 2.1.1.3. Genauigkeitsanforderungen und

Kapitel 3.1. Einzellen-Rasterung). Wie schon erwähnt, garantieren nur bestimmte Kombinationen gute Resultate im Zusammendruck. Wenn ein Benutzer nicht ganz genau weiß, was er tut und wie sich sein RIP verhält, werden keine guten Ergebnisse herauskommen. Aus dem bisher Gesagten wird verständlich, dass die Eingabe beliebiger Rasterwinkel und -feinheiten wenig sinnvoll ist.

Mit der Einstellung ‚Document Controlled Screening‘ kann die Heidelberg Rasterung ausgeschaltet und die Adobe interne, frei parametrierbare Rasterung aktiviert werden. Über diesen Weg ist auch bei RIPs von Heidelberg die Verwendung beliebiger Rasterwinkel und -feinheiten möglich. Dabei gelten auch die eben genannten Risiken und Nebenwirkungen (siehe auch Kapitel 5.4.4).

4.1.2 FM-Rastersysteme

Auch bei FM-Rastern braucht man Rastersysteme. Die Einzelauszüge haben grundsätzlich gleiche Charakteristika. Zur Vermeidung von Farbdrift sind die Muster jedoch unterschiedlich. Unterschiedliche FM-Rastersysteme sind durch den strukturellen Aufbau und die kleinsten Punktgrößen gekennzeichnet.

4.1.3 Zählweise der Rasterwinkel

In den vorangegangenen Kapiteln wurde über Rasterwinkel gesprochen, ohne dass gesagt wurde, wie diese zu messen sind. Unter den dort besprochenen Aspekten war die absolute Lage der Winkel auch unerheblich.

Wichtig für das Zusammendruckverhalten ist nur die relative Lage zueinander. Aus dieser Erkenntnis heraus gab es in der Vergangenheit keine einheitliche Implementierung.

Die Nulllage ist, in Anlehnung an die ältere DIN 16547, in den meisten Fällen 12 Uhr (Kompass Nord) und die Zählrichtung im Uhrzeigersinn. In Abhängigkeit vom Ausgabegerät konnte die Zählung der Winkel auch entgegengesetzt sein.

Mit der Entwicklung von elektronischen Raster-Proof-Geräten entstand eine neue Situation. Um einen verbindlichen Proof mit exakt dem gleichen Raster zu erhalten, müssen sich Plattenbelichter einerseits und Proofgerät andererseits gleich verhalten.

In neueren Heidelberg Produkten werden deshalb die Rasterwinkel unabhängig vom Ausgabegerät in einer standardisierten Form implementiert. Dies erfolgt nach der älteren DIN 16547. Bezogen auf

die lesbare Seite ist die Nulllage die 12 Uhr Position und die Winkel werden im Uhrzeigersinn gezählt. Mit dieser Eigenschaft spielt es z. B. keine Rolle, ob eine Seite um 90° oder 180° gedreht auf einen Bogen montiert wird. Der Raster dreht sich mit. Diese Betrachtungen beziehen sich dabei immer auf den fertigen Druck. Es muss im Einzelfall geklärt werden, ob das System bereits dem Standard folgt oder ob ein gerätespezifisches Verhalten vorliegt.

Auf die Implementierung nach der aktuellen DIN-ISO 12647-1 wurde aus Kompatibilitätsgründen verzichtet. In der neueren Fassung werden die Winkel wie in der Mathematik gezählt. Die Nulllage ist die Waagerechte und die Zählrichtung ist gegen den Uhrzeigersinn.

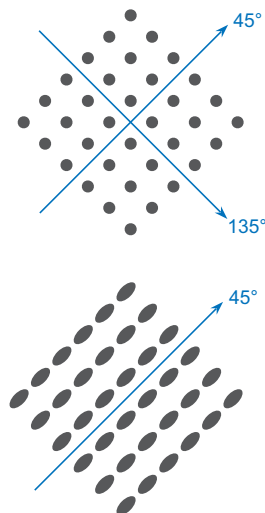
Die oben beschriebenen Regeln gelten nicht, wenn die Heidelberg-Raster deaktiviert sind, d. h. die Einstellung Document Controlled Screening wurde aktiviert. Bei der praktischen Bestimmung der Rasterwinkel eines Druckes entstehen folgende Schwierigkeiten:

- Die Mehrdeutigkeit der Rasterwinkel: Bei runden oder quadratischen Punkten sind z. B. die Winkel 45° und 135° nicht zu unterscheiden. Wegen der Symmetrieeigenschaften gibt es keine eindeutigen Winkel, sondern immer zwei gleichwertige Winkel, die um 90° versetzt sind.

Günstiger ist es bei elliptischen Punktformen oder Linienrastern. Hier lassen sich die Winkel zwischen 45° und 135° unterscheiden. Es gibt eindeutige Winkel, die in Richtung des ersten Punktschlusses¹⁹ bzw. in Richtung der Linie gemessen werden.

- Die Nulllage und die Winkelzählrichtung können unbekannt sein.
- Die Mehrdeutigkeit von Rasterzählern. Mit manchen Rasterzählern lassen sich auch Rasterwinkel bestimmen. Dabei kann man jedoch nicht zwischen Winkeln wie 45° und 135° unterscheiden, auch wenn ein Rasterzähler mit einem größeren Messbereich von 180° den Anschein

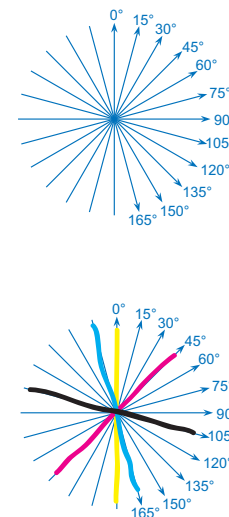
Abbildung 35: Mehrdeutigkeit der Rasterwinkel bei runden Rasterpunkten und Eindeutigkeit bei elliptischen Punkten.



erweckt. Eine eindeutige Winkelbestimmung ist nur mit einer Lupe oder einem Mikroskop möglich.

Als hilfreich hat sich ein kleiner Winkelstern erwiesen, in den die Winkellagen von Hand eingetragen werden. Man versucht zunächst, die Winkellage von Gelb zu bestimmen, obwohl das wegen des geringen Kontrastes der Farbe manchmal schwierig ist. Damit hat man den Bezugswinkel für die anderen Rasterwinkel gefunden. Man trägt diese Winkel von Hand in den Stern ein und erhält somit einen Überblick über die Winkellagen. Damit lässt sich dann auch die Nulllage und die Winkelzählrichtung ableiten.

Abbildung 36: Rasterstern ohne und mit eingezeichnetem Rasterwinkel.



Die nachfolgenden Rastersysteme sind für elliptische Punkte optimiert, indem die dominierenden Farben einen Winkelabstand von 60° zueinander haben.

Die Rastersysteme werden geordnet nach den in Kapitel 2 beschriebenen Rasterverfahren. Im Anschluss an die jeweiligen Rastersysteme werden die dazu passenden Punktformen behandelt.

4.1.4 Druckbeispiele

Bedingt durch die prinzipiell unterschiedlichen Zusammendruckeigenschaften von konventionellen Rastern (Rosettenbildung) und frequenzmodulierten Rastern kann es zu geringfügig unterschiedlichen Farbeindrücken im Zusammendruck kommen.

Dies ist trotz der Kalibriermöglichkeit bei der Plattenausgabe nicht zu vermeiden. Eine weitere Optimierung des Druckresultats in allen Tonwertbereichen wäre nur durch Color Management auf der Basis von ICC-Profilen möglich. Darauf wurde bei der Produktion dieses Fachbuchs bewusst verzichtet.

4.2 Irrational Screening (IS)

Die IS-Rastersysteme sind konventionelle Rastersysteme mit einem Winkelabstand von 60° zwischen den stark zeichnenden Farben Cyan, Magenta und Schwarz. Der Winkelabstand von 60° (statt 30°) bewirkt bessere Zusammendruckeigenschaften bei dem standardmäßig verwendeten elliptischen Punkt. Die IS-Rastersysteme sind keine Näherungen, sondern exakt die konventionellen Raster mit der höchsten Qualität. Dies ist mit keinem anderen Verfahren erreichbar.

4.2.1 IS Classic

Das Rastersystem IS Classic ist das klassische, konventionelle Offset-Rastersystem.

Die Winkellage des Rastersystems IS Classic ist aus dem nebenstehenden Diagramm ersichtlich: Wie man in der folgenden Tabelle der relativen Rasterfeinheiten sehen kann, ist der Gelbauszug unter 0° etwas feiner als die übrigen Raster. Dadurch wird ein bei konventionellen Rastern mögliches Gelb-Moiré reduziert (siehe Kapitel 2.1.1 Konventionelle Raster).

Die Winkelzuordnung mit Magenta auf 45° ist für die Reproduktion von Hauttönen optimiert. Für andere Motive ist u.U. ein Winkeltausch von Magenta mit Cyan oder Schwarz sinnvoll. Zur Veranschaulichung ist ein Druckmuster beigelegt.

Rastersystem IS Classic		
Farbe	Rasterwinkel	Relative Rasterfeinheit
Cyan	165,0°	1,000
Magenta	45,0°	1,000
Yellow	0,0°	1,061
Black	105,0	1,000

Tabelle 3: Eigenschaften des Rastersystems IS Classic.

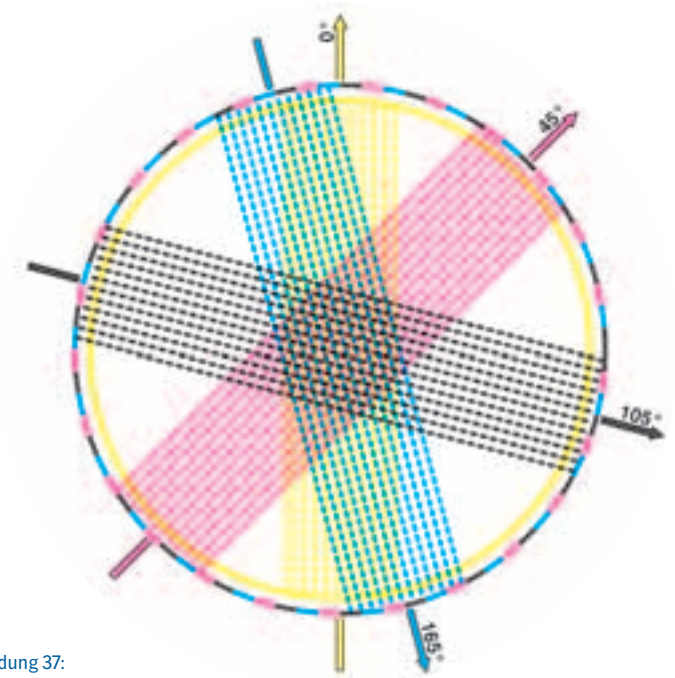
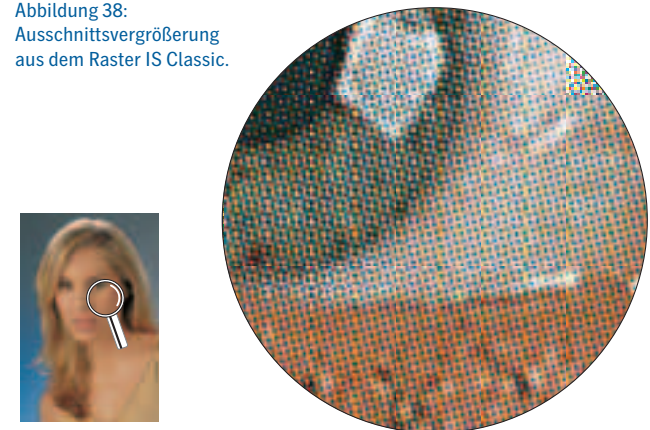


Abbildung 37: Relative Rasterweiten und Winkellagen des Rastersystems IS Classic.

Abbildung 38: Ausschnittsvergrößerung aus dem Raster IS Classic.



4.2.2 IS Y fine

Das Rastersystem IS Y fine ist eine Weiterentwicklung des klassischen, konventionellen Rastersystems IS Classic. Gelb wird mit deutlich höherer Rasterfeinheit generiert, um das Gelb-Moiré der konventionellen Raster zu vermeiden. Ein eventueller Winkeltausch in Abhängigkeit von den Farben des Motivs ist nicht mehr erforderlich.

Ein weiterer Vorteil ist, dass Schwarz auf 45° liegt. Hierdurch wird zum einen einer sogenannten ‚Sägezahnbildung‘ an horizontalen und vertikalen Kanten vorgebeugt, zum anderen ist dadurch dieses Rastersystem ohne einen weiteren Winkeltausch auch für den Schwarz-Weiß-Druck geeignet.

Wie aus der folgenden Tabelle der relativen Rasterfeinheiten ersichtlich ist, ist der Gelbauszug unter 0° um den Faktor 1,414 feiner als die übrigen Raster. Wegen der großen Abweichung der Rasterfeinheit von Gelb ist allein schon aus Gründen der Rasterung eine farbabhängige Kalibrierung erforderlich. Zur Veranschaulichung ist ein Druckmuster beigelegt.

Rastersystem IS Y fine		
Farbe	Rasterwinkel	Relative Rasterfeinheit
Cyan	105,0°	1,000
Magenta	165,0°	1,000
Yellow	0,0°	1,414
Black	45,0°	1,000

Tabelle 4: Eigenschaften des Rastersystems IS Y fine.

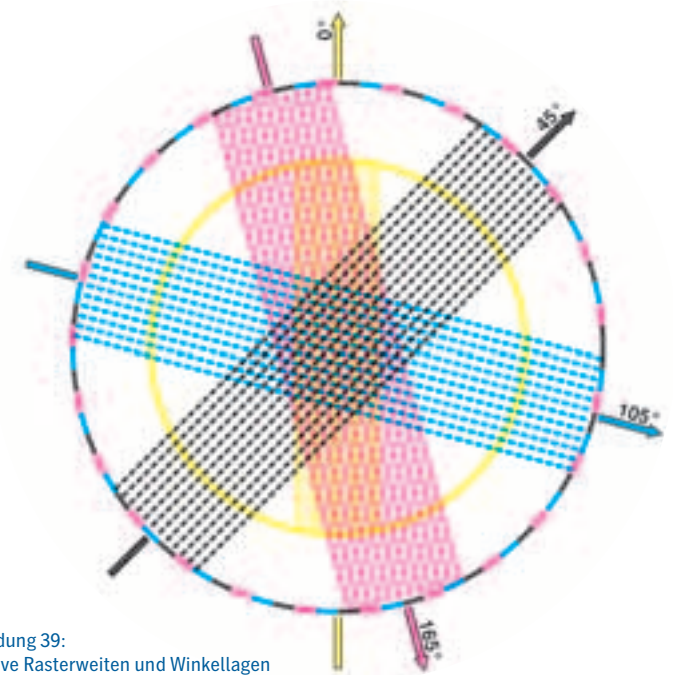


Abbildung 39: Relative Rasterweiten und Winkellagen des Rastersystems IS Y fine.

Abbildung 40: Ausschnittsvergrößerung aus dem Raster IS Y fine.



4.2.3 IS Y60°

Das Rastersystem IS Y60° ist ein konventionelles Rastersystem, bei dem Gelb auf 60° gelegt wurde. Alle Farben haben exakt die gleiche Rasterfeinheit. Dieses Rastersystem ist besser als das Rastersystem IS Classic für Flexo- und Siebdruck geeignet. Da es keinen 0°-Winkel enthält, werden Moirés zwischen dem Raster und dem Sieb bzw. der Rasterwalze, die die Flexodruckform einfärbt, minimiert. Ein weiterer Vorteil ist, dass Schwarz auf 45° liegt, wie es für den einfarbigen Druck am günstigsten ist. Manche Kunden versprechen sich Vorteile im Druck, z. B. beim Schieben und Doublieren²⁰, indem sie den 0°-Winkel vermeiden und deshalb dieses Rastersystem nutzen. Für die Sichtbarkeit des Rasters wird die Vermeidung des

0°-Winkels für Gelb keine Rolle spielen, da Gelb ohnehin schwach zeichnet. Die Zuordnung der Farben zu den Rasterwinkeln und die relativen Rasterfeinheiten sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich. Die Winkelzuordnung ist für die Reproduktion von Hauttönen optimiert. Für andere Motive ist u. U. ein Winkeltausch von Magenta mit Cyan oder Schwarz sinnvoll.

Rastersystem IS Y60°		
Farbe	Rasterwinkel	Relative Rasterfeinheit
Cyan	165,0°	1,000
Magenta	105,0°	1,000
Yellow	60,0°	1,000
Black	45,0°	1,000

Tabelle 5: Eigenschaften des Rastersystems IS Y60°.

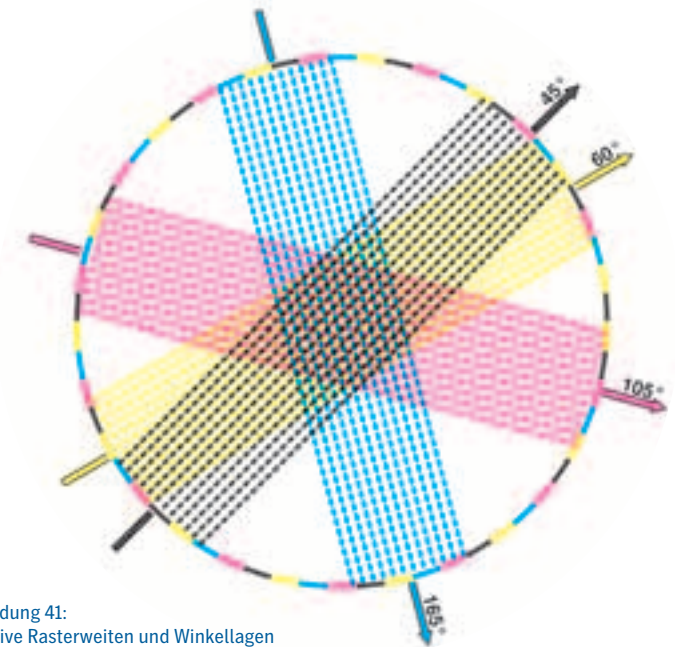


Abbildung 41: Relative Rasterweiten und Winkellagen des Rastersystems IS Y60°.

Abbildung 42: Ausschnittsvergrößerung aus dem Raster IS Y60°.



4.2.4 IS Y30°

Das Rastersystem IS Y30° ist ein konventionelles Rastersystem, bei dem Gelb auf 30° gelegt wurde. Alle Farben haben exakt die gleiche Rasterfeinheit. Es ist das Pendant zu Rastersystem IS Y60°. Es ist besser als das Rastersystem IS Classic für Flexo- und Siebdruck geeignet. Da dieses Rastersystem keinen 0°-Winkel enthält, werden Moirés zwischen dem Raster und dem Sieb bzw. der Rasterwalze, die die Flexodruckform einfärbt, minimiert. Ein weiterer Vorteil ist, dass Schwarz auf 45° liegt, wie es für den einfarbigen Druck am günstigsten ist. Manche Kunden versprechen sich Vorteile im Druck, z. B. beim Schieben und Doublieren²⁰, indem sie den 0°-Winkel vermeiden und deshalb dieses Rastersystem nutzen. Für die Sichtbarkeit des Rasters wird die Vermeidung des 0°-Winkels für Gelb keine Rolle spielen, da Gelb ohnehin schwach zeichnet.

Die Zuordnung der Farben zu den Rasterwinkeln und die relativen Rasterfeinheiten sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich. Die Winkelzuordnung ist für die Reproduktion von Hauttönen optimiert. Für andere Motive ist unter Umständen ein Winkeltausch von Magenta mit Cyan oder Schwarz sinnvoll.

Rastersystem IS Y30°		
Farbe	Rasterwinkel	Relative Rasterfeinheit
Cyan	105,0°	1,000
Magenta	165,0°	1,000
Yellow	30,0°	1,000
Black	45,0°	1,000

Tabelle 6: Eigenschaften des Rastersystems IS Y30°.

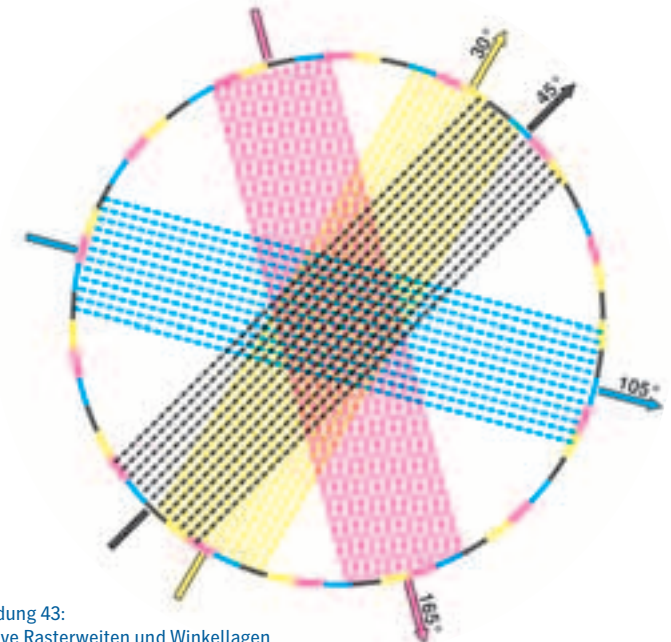
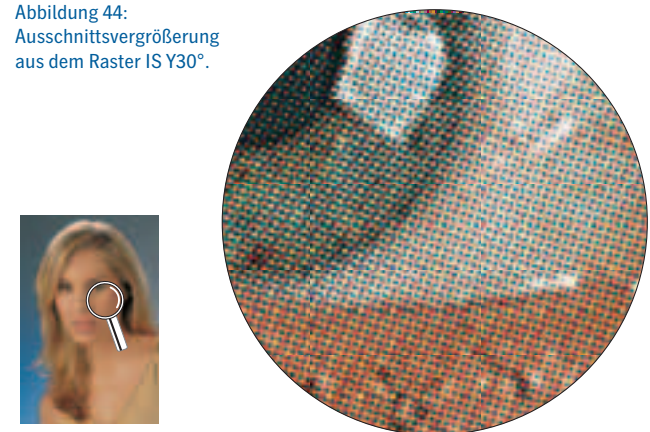


Abbildung 43: Relative Rasterweiten und Winkellagen des Rastersystems IS Y30°.

Abbildung 44: Ausschnittsvergrößerung aus dem Raster IS Y30°.



4.2.5 IS CMYK+7,5°

Das Rastersystem IS CMYK+7,5° ist ein konventionelles Rastersystem, das um 7,5° gedreht wurde. Alle Farben haben exakt die gleiche Rasterfeinheit. Dieses Rastersystem ist hervorragend für den konventionellen Offsetdruck geeignet. Es hat die besten Zusammen-druckeigenschaften aller konventionel- len Rastersysteme. Es wurde ursprünglich für den Sieb- und Flexodruck entwickelt. Durch die Drehung um 7,5° werden Moirés zwischen dem Raster und dem Sieb bzw. der Rasterwalze, die die Flexodruckform einfärbt, minimiert. Aus dem gleichen Grund ist es für die Offset-Tiefdruck-Konversion (O-T-Konversion)²¹ besonders gut geeignet. Die Zuordnung der Farben zu den Rasterwinkeln und die relativen Rasterfeinheiten sind aus der folgenden Tabelle und Grafik ersichtlich.

Die Winkelzuordnung ist für die Reproduktion von Hauttönen optimiert. Für andere Motive ist unter Umständen ein Winkeltausch von Cyan mit Magenta oder Schwarz sinnvoll. Zur Veranschaulichung ist ein Druck- muster beigelegt

Rastersystem IS CMYK+7,5°		
Farbe	Raster- winkel	Relative Rasterfeinheit
Cyan	172,5°	1,000
Magenta	52,5°	1,000
Yellow	7,5°	1,000
Black	112,5°	1,000

Tabelle 7: Eigenschaften des Rastersystems IS CMYK+7,5°.

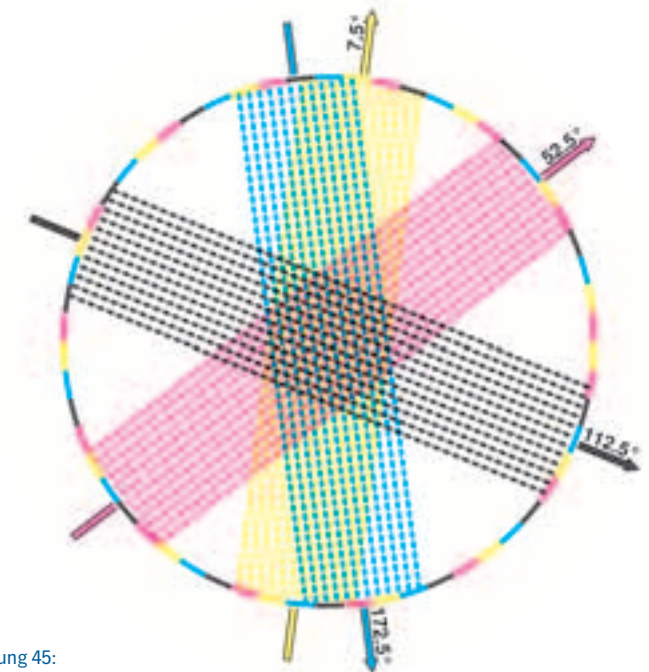
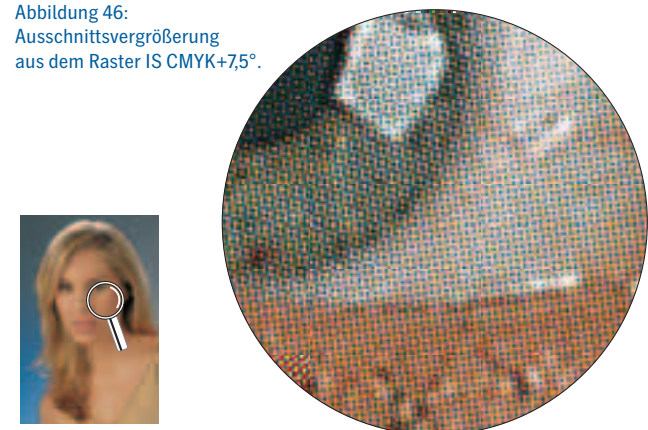


Abbildung 45: Relative Rasterweiten und Winkellagen des Rastersystems IS CMYK+7,5°.

Abbildung 46: Ausschnittsvergrößerung aus dem Raster IS CMYK+7,5°.



4.3 RT-Raster

Das Kennzeichen dieser Rastersysteme ist, dass alle Winkel einen rationalen Tangens haben. Die relativen Rasterfeinheiten der einzelnen Farbauszüge unterscheiden sich bei diesen Rastersystemen zum Teil deutlich. Die RT-Raster wurden für die ersten elektronisch rasternden Scanner/Recorder entwickelt. Trotzdem sind die ‚alten‘ RT-Raster keineswegs überflüssig. Wegen ihrer spezifischen Eigenschaften werden sie nach wie vor benutzt.

4.3.1 RT Classic

Als Beispiel für rationale Raster wurde der Aufbau bereits im Kapitel Rastertechnologien beschrieben (Kapitel 3.2). Im Zusammendruck bildet sich nicht die bekannte Offset-Rosettenstruktur aus, sondern eher eine schwache quadratische Struktur. Diese schwache, gleichmäßige Struktur wirkt optisch glatter als die Offset-Rosette. Ein weiterer Vorteil ist, dass Schwarz auf 45° liegt, wie es für den einfarbigen Druck am günstigsten ist. Die Zuordnung der Farben zu den Rasterwinkeln und die relativen Rasterfeinheiten sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

Rastersystem RT Classic		
Farbe	Rasterwinkel	Relative Rasterfeinheit
Cyan	161,6°	1,118
Magenta	108,4°	1,118
Yellow	0,0°	1,061
Black	45,0°	1,000

Tabelle 8: Eigenschaften des Rastersystems RT Classic.

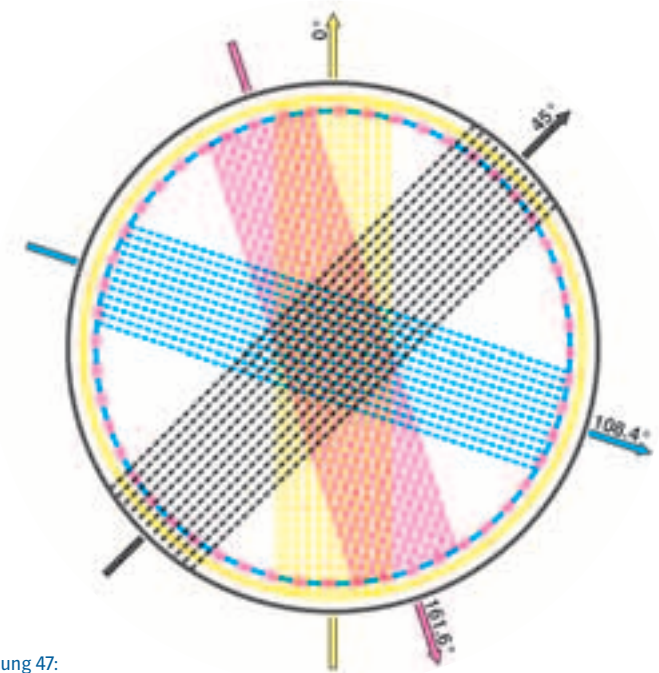
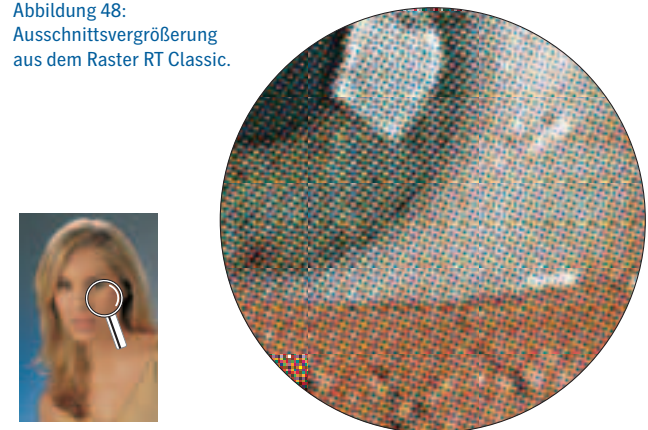


Abbildung 47: Relative Rasterweiten und Winkellagen des Rastersystems RT Classic.

Abbildung 48: Ausschnittsvergrößerung aus dem Raster RT Classic.



4.3.2 RT Y45° K fine

Das rationale Rastersystem RT Y45° K fine ist eine Weiterentwicklung des Rastersystems RT Classic. Hier liegen Gelb und Schwarz auf 45°. Die Rasterfeinheit von Schwarz ist um den Faktor 1,5 höher als die von Gelb.

Das Ergebnis ist ein Zusammendruck, der deutlich glatter ist als bei den konventionellen Rastern.

Die Zuordnung der Farben zu den Rasterwinkeln und die relativen Rasterfeinheiten sind aus der folgenden Grafik und Tabelle ersichtlich.

Dieses Rastersystem ist für alle Farbkombinationen hervorragend geeignet, so dass sich ein eventueller Winkeltausch in Abhängigkeit vom Motiv erübrigt.

Wegen der großen Abweichung der Rasterfeinheit von Schwarz ist allein schon aus Gründen der Rasterung eine farbabhängige Kalibrierung erforderlich.

Zur Veranschaulichung ist ein Druckmuster beigelegt.

Rastersystem RT Y45° K fine		
Farbe	Rasterwinkel	Relative Rasterfeinheit
Cyan	161,6°	1,118
Magenta	108,4°	1,118
Yellow	45,0°	1,000
Black	45,0°	1,500

Tabelle 9: Eigenschaften des Rastersystems RT Y45° K fine.

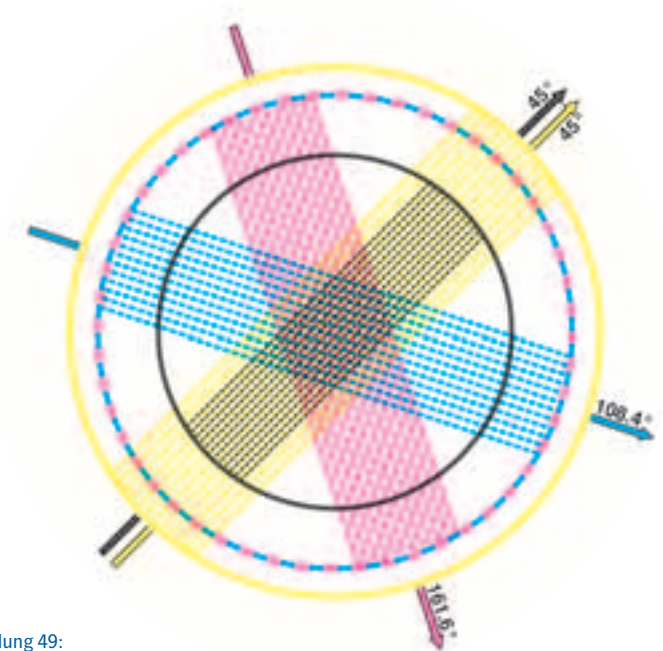
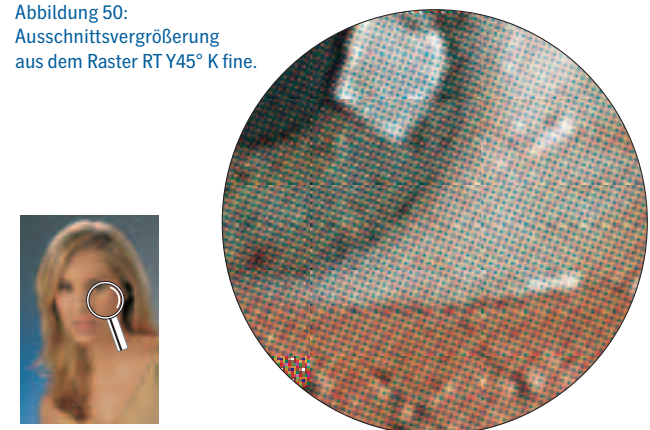


Abbildung 49: Relative Rasterweiten und Winkellagen des Rastersystems RT Y45° K fine.

Abbildung 50: Ausschnittsvergrößerung aus dem Raster RT Y45° K fine.



4.4 HQS-Raster

HQS ist die Kurzform für High Quality Screening. Es ist eine rationale Rastertechnologie, die sehr gute Annäherungen an irrationale Winkel erlaubt. Auch die gewünschten Rasterfeinheiten werden sehr gut angenähert. Die Genauigkeit der Annäherung variiert auch von Raster zu Raster. Durch diese Abweichungen werden die Zusammendruckeigenschaften beeinflusst.

Für alle IS-Rastersysteme gibt es ein Pendant in HQS. Mit der vollständigen Implementierung der IS-Rastersysteme in Software sind die HQS-Rastersysteme an sich überflüssig geworden. Aus Kompatibilitätsgründen stehen sie weiterhin zur Verfügung.

4.5 Rasterpunktformen

Für verschiedene Zwecke gibt es verschiedene Rasterpunktformen, deren Anwendung im Folgenden beschrieben wird.

Alle Rasterpunkte sind optimiert. Die Rasterpunkte werden sozusagen nach Designregeln aufgebaut. Es wird damit immer Spitzenqualität erzielt.

Für sehr hohe Rasterfeinheiten geht die spezifische Form zunehmend verloren, da die Größe der Rasterzelle nur noch wenige Möglichkeiten zur Gestaltung lässt.

Rasterpunkte sollten mit einer kurzen Randlinie und damit möglichst kompakt aufgebaut sein. Der Grund dafür ist, dass die Punktzunahme im Druck mit der Länge der Randlinie wächst.

Bei der Plattenherstellung ist es vorteilhaft, die Punkte möglichst randscharf zu bebildern, da sie so besser reproduzierbar sind und sich besser drucken lassen.

Die im Folgenden behandelten Rasterpunktformen sind für alle vorher vorgestellten Rastersysteme verwendbar.

4.5.1 Elliptischer Punkt

Die Punktform ‚Smooth Elliptical‘ ist der empfohlene Rasterpunkt für den Offsetdruck.

Dieser Punkt beginnt im Lichterbereich als nahezu kreisrunder Punkt, wird dann zunehmend elliptisch, im Bereich des ersten Punktschlusses¹⁹ bei 44 % wird er etwa rautenförmig. Nach dem zweiten Punktschluss bei 61 % werden zunächst rautenförmige, dann elliptische und in der Bildtiefe wieder kreisrunde Löcher erzeugt.

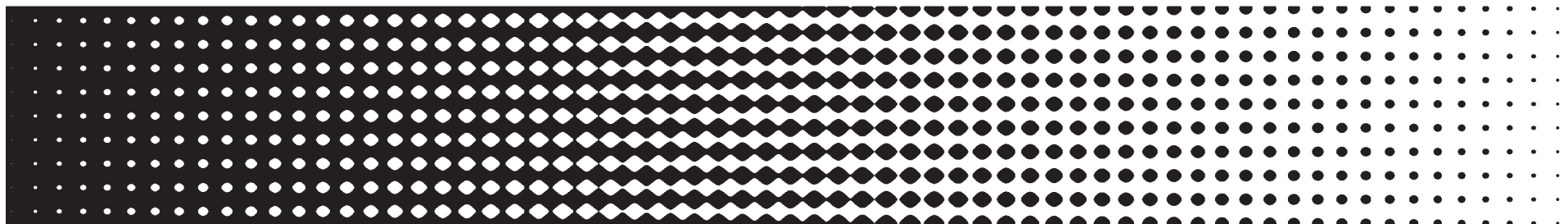
Sobald sich benachbarte Rasterpunkte gerade berühren, entsteht im Druck eine Farbbrücke, die zu einem Tonwertsprung führt. Beim elliptischen Punkt wird der Punktschluss auf zwei Bereiche aufgeteilt. Dadurch wird der Effekt des

Tonwertsprungs abgemildert und besser durch eine Kalibrierung (siehe Kapitel 7.3 Prozesskalibrierung) steuerbar.

Dies ist die ideale Punktform für den Offsetdruck.

Auch für den Siebdruck, Hochdruck und die Offset-Tiefdruck-Konversion wird der elliptische Punkt empfohlen.

Abbildung 51: Punktform: Smooth Elliptical (vergrößert).



4.5.2 Rund-quadratischer Punkt

Die Punktform ‚Round-Square‘ ist die klassische, vom anfangs erwähnten Glasgravurraster abgeleitete Punktform für den Offsetdruck. In PostScript wird diese Punktform auch als euklidischer²² Punkt bezeichnet. Dieser Punkt beginnt im Lichterbereich als nahezu kreisrunder Punkt, wird dann zum Punktschluss hin zunehmend quadratisch und zur Bildtiefe werden runde Löcher generiert. Die Punktschlüsse liegen bei 50 % und sind leicht gegeneinander versetzt, so dass der Tonwertsprung etwas gestreckt wird und damit über eine Kalibrierung besser steuerbar ist.

Diese Punktform wurde gerne für technische Motive (z. B. Stahl, Porzellan) eingesetzt, wobei der im Druck entstehende Tonwertsprung zur Steigerung des Kontrastes im Mittelton genutzt wurde. Es ist jedoch sinnvoller, den Kontrast durch Änderung der Gradationskurve²³ im Bildbearbeitungssystem einzustellen und mit dem elliptischen Punkt zu belichten. Zum Teil wird dieser Punkt noch in eingefahrenen Prozessen eingesetzt. Die Druckereien scheuen den organisatorischen Aufwand einer Umstellung der Produktion (Änderung der Prozesskalibrierung, Qualitätskontrolle etc.).

4.5.3 Runder Punkt

Die Punktform ‚Round‘ ist für den Flexodruck entwickelt worden. Dieser durchgehend runde Punkt hat den Punktschluss bei 78 HaB %. Nach dem Punktschluss bleiben kissenförmige Löcher. Der Flexodruck als Hochdruckverfahren mit elastischen Druckformen, die die Rasterpunkte ‚breitquetschen‘, führt zu einer deutlich größeren Punktzunahme im Druck als im Offsetdruck üblich. Der Punktschluss liegt bei diesem Punkt in einem Bereich, in dem ohnehin die Rasterpunkte bereits zugelaufen sind. Durch den späten Punktschluss wird der

dabei sonst entstehende Tonwertsprung vermieden. Der Flexodruck wird überwiegend für den Druck von Verpackungen, Plastiktüten, Etiketten etc. eingesetzt.

Abbildung 52: Punktform: Round-Square (vergrößert).

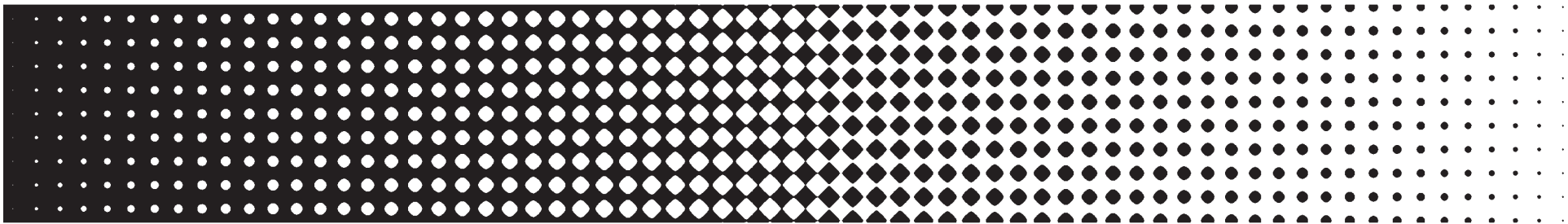
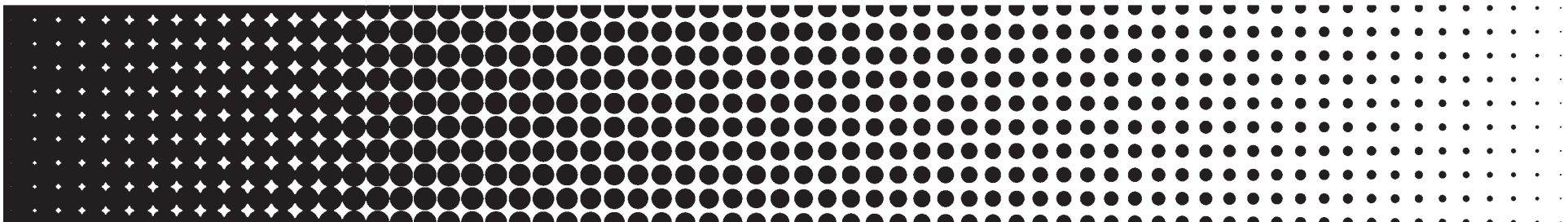


Abbildung 53: Punktform: Round (vergrößert).



4.6 Frequenzmodulierte Raster

Die Heidelberg Raster Prinect Stochastic Screening und die älteren Raster Satin Screening und Diamond Screening gehören zur Gruppe der frequenzmodulierten Raster (FM-Raster).

Prinect Stochastic Screening ist die neueste Entwicklung aus dem Hause Heidelberg. Es ist ein FM-Raster der zweiten Generation und löst die älteren Raster Diamond Screening und Satin Screening ab.

Folgende Eigenschaften haben alle FM-Raster:

Mit zunehmendem Tonwert wird die Zahl der gesetzten Punkte und damit die Frequenz des Rasters größer. Bei weiter wachsendem Tonwert berühren sich die Punkte und wachsen zusammen. In der Bildtiefe bleiben dann noch einzelne Lücken übrig.

Größe, Verteilung und Form der Punkte bestimmen die Art des frequenzmodulierten Rasters. Sie unterscheiden sich deutlich für die verschiedenen Raster. Mit FM-Rastern entsteht nicht die übliche, oft störende Offset-Rosette, sondern ein Ergebnis, das am ehesten mit einem Farbfoto vergleichbar ist.

Zur Demonstration der hervorragenden Detailauflösung wurde das gleiche Bild sowohl mit dem Rastersystem IS Classic als auch mit Prinect Stochastic Screening gedruckt. Eine Ausschnittsvergrößerung ist auf dieser Seite dargestellt.

Hier zeigt sich ein weiterer wichtiger Vorteil von FM-Rastern: Zwischen den feinen, regelmäßigen Textilstrukturen und dem unregelmäßigen Druckraster können keine Moirés auftreten.

FM-Raster lassen sich besonders vorteilhaft für anspruchsvolle Reproduktionen mit Feindetails, z. B. Gitter von Lautsprechern, feinen Textil- oder Holzmaserungen und hochaufgelösten Satellitenaufnahmen etc., anwenden.

Bei dieser Gelegenheit noch eine Randbemerkung: Moirés zwischen der Vorlage und dem Pixelraster einer Digitalkamera bzw. dem Abtastraster des Scanners können nachträglich mit keinem Verfahren beseitigt werden.

Hier hilft nur, die Vorlage mit feinerer Auflösung neu zu digitalisieren.

Im Gegensatz zu konventionellen Rastern sind FM-Raster unempfindlich gegen Farbverschiebungen durch Passerschwankungen⁶. Zur Bewahrung

der exzellenten Detailschärfe sollte trotzdem der Passer sorgfältig eingehalten werden. Kleine Passerfehler machen sich zunächst nur als Unschärfe und bei größeren Fehlern als farbige Säume bemerkbar.

Bei FM-Rastern ist die Punktform ein integraler Bestandteil des jeweiligen Rasters. Anders als bei AM-Rastern gibt es keine Wahl zwischen z. B. elliptischen und runden Punkten.



Abbildung 54: Ausschnittsvergrößerung aus dem AM-Raster (IS Classic).

Abbildung 55: Ausschnittsvergrößerung aus dem FM-Raster (Prinect Stochastic II fine).



4.6.1 Prinect Stochastic Screening

Prinect Stochastic Screening ist eine Nachfolgeentwicklung des weiter unten beschriebenen Rasters Satin Screening. Es wurden nicht nur die Algorithmen zur Punktverteilung noch weiter verbessert, sondern auch die individuellen Eigenschaften der CTP-Geräte berücksichtigt. Prinect Stochastic Screening verstärkt noch die Vorteile von Satin Screening.

Im Vergleich zeigen sich die Vorteile:

- Die Stabilität im Druck konnte verbessert werden.
- Die Glätte im Ausdruck wurde verbessert.
- Mögliche Wiederholstrukturen wurden minimiert.
- Die minimale Punktgröße ist einstellbar und damit sind diese FM-Raster ähnlich skalierbar wie Prinect Hybrid Screening und entsprechend gut an die jeweiligen Druckbedingungen anzupassen.

Die Prinect Stochastic Screening-Rastersysteme sind unter verschiedenen Gesichtspunkten skalierbar:

- Durch die Auswahl des Rastersystems ist der generelle Charakter der Raster bestimmt.
- Die Größe der kleinsten Punkte ist in mehreren Stufen einstellbar, ohne dass dadurch die Mitteltöne beeinflusst werden. Dadurch lässt sich der kleinste Punkt an die Druckbedingungen anpassen.
- Eine Vergrößerung der so eingestellten Raster kann dann noch durch eine Verdoppelung oder Verdreifachung der einzelnen Pixel und damit der gesamten Struktur erreicht werden.

Die letzten beiden Möglichkeiten werden an der Bedienoberfläche durch die Auswahl der Punktgröße eingestellt.

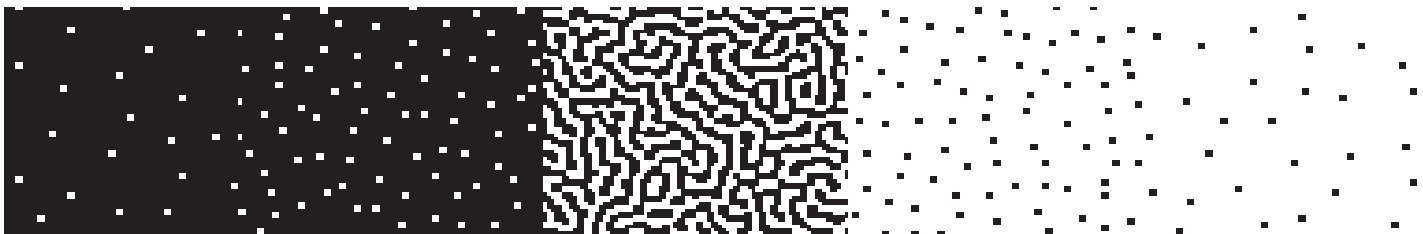
Im Gegensatz zu früheren FM-Implementierungen erreicht Prinect Stochastic Screening auch in Flächen eine mit konventionellen Rastern vergleichbare Glätte.

Prinect Stochastic Screening sorgt für einen nahezu fotorealistischen Druck und eine exzellente Detailschärfe. Es entsteht ein Aussehen, das mit einem Farbfoto vergleichbar ist.

Bei Prinect Stochastic Screening ist die Tonwertzunahme im Druck noch etwas größer als bei den konventionellen Rastern. Deshalb wird eine Prozesskalibrierung empfohlen.

Generell gilt, dass die Druckbedingungen sorgfältig überwacht und konstant gehalten werden sollten.

Abbildung 56: Raster Prinect Stochastic Screening. Der Stufenkeil enthält Flächen mit 2%, 5%, 50%, 95% und 98%. Die kleinsten Rasterpunkte sind genau 2x 2 Belichterpixel groß und die Mitteltöne sind stärker geclustert (vergrößert).



4.6.1.1 Prinect Stochastic Screening II fine

Prinect Stochastic Screening II fine ist eine Weiterentwicklung des Rastersystems Prinect Stochastic fine. Die Innovation besteht in einer Skalierbarkeit der kleinsten Punkte in den Lichtern und Tiefen. Wird die minimale Punktgröße von 2x2 Belichterpixeln gewählt, so sind beide Raster identisch. Bei 2540 dpi (1000 l/cm) entspricht das einer Punktgröße von 20 µ. Der Raster Prinect Stochastic Screening fine bleibt aus Kompatibilitätsgründen zunächst verfügbar. Es wird jedoch empfohlen, bei passender Gelegenheit auf Prinect Stochastic Screening II fine umzustellen.

Der Rasterpunkt beginnt im Lichtertonbereich mit kleinen Punkten definierter Größe. Im Mittelton wachsen sie dann zu feinen ‚wurmartigen‘ Strukturen zusammen. In der Tiefe werden dann wieder kleine Löcher definierter Größe generiert.

Die minimale Punkt- bzw. Lochgröße ist z.B. auf 2x2 Belichterpixel oder 2x3 Belichterpixel einstellbar, was auf der Bedienoberfläche bei 2540 dpi (1000 l/cm) als 20 µ oder 24 µ dargestellt wird.

Durch die definierte und skalierbare Größe der Punkte im Lichter- und Tiefenbereich lassen sich auch diese Bereiche stabil drucken. Die Skalierbarkeit erlaubt eine bessere Anpassung an verschiedene Bedruckstoffe. Im Mitteltonbereich ist die Struktur so gewählt, dass sich auch dieser Bereich besonders glatt und stabil drucken lässt. Er ist unabhängig von der Wahl der kleinsten Punkte.

Prinect Stochastic Screening II fine ist besonders für den Kunst- und hochwertigen Akzidenzdruck geeignet. Mit größeren Punktgrößen ist der Raster auch für den Flexo-Druck und besonders für den Siebdruck geeignet, da es

kein Moiré mit dem Sieb geben kann. In dieser Anwendung überschneidet es sich teilweise mit dem nachfolgend beschriebenen Rastersystem Prinect Stochastic Screening II medium. Zur Veranschaulichung ist ein Druckmuster beigelegt.

Abbildung 57: Prinect Stochastic II fine mit der Punktgröße 20 µ (vergrößert).

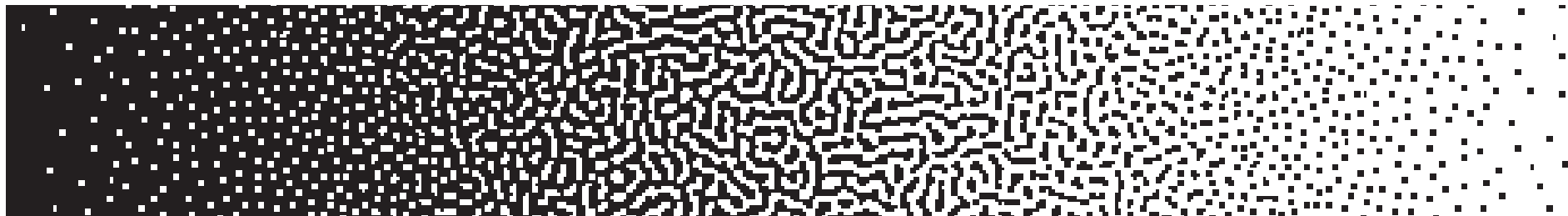


Abbildung 58: Ausschnittsvergrößerung aus dem Raster Prinect Stochastic Screening II fine.



4.6.1.2 Prinect Stochastic Screening II medium

Prinect Stochastic Screening II medium ist eine Weiterentwicklung des Raster-systems Prinect Stochastic medium. Die Innovation besteht in einer Skalier-barkeit der kleinsten Punkte in den Lichtern und Tiefen. Wird die maximale Punktgröße von 3x3 Belichterpixeln gewählt, so sind beide Raster identisch. Bei 2540 dpi (1000 l/cm) entspricht das einer Punktgröße von 30 μ . Der Raster Prinect Stochastic Screening medium bleibt aus Kompatibilitätsgründen zunächst verfügbar. Es wird jedoch em-pfohlen, bei passender Gelegenheit auf Prinect Stochastic Screening II medium umzustellen. Der Rasterpunkt beginnt im Lichterton-bereich mit kleinen Punkten definier-ter Größe. Im Mittelton wachsen sie dann zu ‚wurmartigen‘ Strukturen zu-

sammen. In der Tiefe werden dann wieder kleine Löcher definierter Größe generiert. Die minimale Punkt- bzw. Lochgröße ist z.B. auf 2x3 Belichterpixel oder 3x3 Belichterpixel einstellbar, was auf der Bedienoberfläche bei 2540 dpi (1000 l/cm) als 24 μ oder 30 μ dargestellt wird. Durch die definierte und skalierbare Größe der Punkte im Lichter- und Tiefenbereich lassen sich auch diese Bereiche stabil drucken. Die Skalierbar-keit erlaubt eine bessere Anpassung an verschiedene Bedruckstoffe. Im Mitteltonbereich ist die Struktur so gewählt, dass der Druck sichtbar glatter ist als mit Satin medium. Dieser Bereich ist unabhängig von der Wahl der kleinsten Punkte und lässt sich auch be-sonders stabil drucken. Im Vergleich zu Prinect Stochastic II fine sind in jedem Fall die Strukturen in

den Mitteltönen gröber. Deswegen ist Prinect Stochastic Screening II medium besonders für Zeitungsdruck und Arbeiten auf ungestrichenem²⁴ Papier geeignet. Es ist auch für den Flexo- und besonders für den Siebdruck geeignet, da es kein Moiré mit dem Sieb geben kann. Die Anwendungen von Prinect Stochastic Screening II fine und medium überlap-pen sich teilweise. Zur Veranschaulichung ist ein Druck-muster beigelegt.

Abbildung 60: Ausschnittsvergrößerung aus dem Raster Prinect Stochastic Screening II medium.

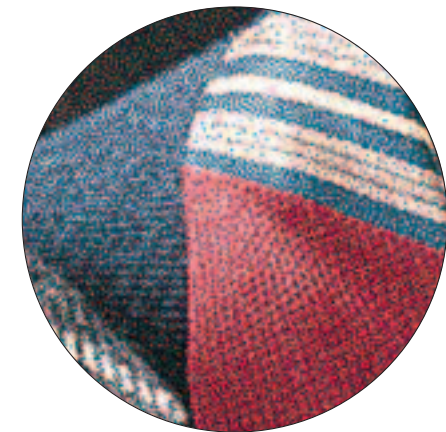
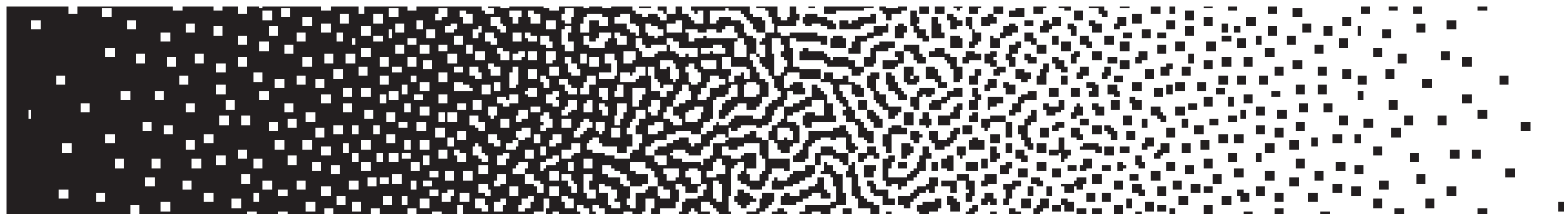


Abbildung 59: Prinect Stochastic II medium mit 30 μ minimaler Punktgröße (vergrößert).



4.7 Prinect Hybrid-Screening

Prinect Hybrid Screening ist eine konsequente Weiterentwicklung der Heidelberg IS Technologie. Es ist die ideale Verbindung konventioneller und frequenzmodulierter Raster. Es vereint Vorteile beider Verfahren.

Im Lichtbereich hat Prinect Hybrid Screening quasi zufällig verteilte Rasterpunkte definierter Größe, die zwischen 4 und 9 Belichterpixeln einstellbar sind.

Mit zunehmendem Tonwert werden weitere Punkte so gesetzt, dass in den Mitteltönen daraus ein konventioneller, amplitudenmodulierter Raster

wird. In der Bildtiefe werden dann wieder quasi zufällig verteilte Lücken definierter Größe gelassen.

Mit diesem Raster lassen sich extrem hohe Rasterfeinheiten drucken, ohne dass die Lichter wegbrechen oder die Tiefen zulaufen. Gerade bei Feinrastern gab es bisher ein recht starkes Wegbrechen in den Lichtern.

Mit den überwiegend verwendeten thermischen Druckplatten lassen sich 20 µ große Punkte noch sicher drucken. Kleinere Punkte sind oft instabil. Beim 120er Raster (300 lpi) liegt die kritische 20 µ-Schwelle bei 5% Flächendeckung, beim 160er Raster (400 lpi) erstreckt

sich der kritische Bereich bis 10%.

(siehe auch Kapitel 2.3 Prinect Hybrid Screening und Kapitel 7.4 Auswahl der Rasterfeinheiten). Bei anderen Druckprozessen kann die kritische Schwelle auch höher liegen, wodurch der kritische Bereich sich noch deutlich vergrößern kann.

Der bei hohen Rasterfeinheiten stärkere Punktzuwachs im Mittelton läßt sich mit einer Prozesskalibrierung gut beherrschen (siehe auch Kapitel 6.6/7.3 Linearisierung/Prozesskalibrierung). Daher ermöglicht es Prinect Hybrid Screening, extreme Feinraster sicher zu drucken. Bei diesen Rasterfeinheiten

wird eine hervorragende Glätte des Ausdrucks erreicht und die Offset-Rosette ist auch nicht mehr sichtbar.

Die beigelegten Druckmuster demonstrieren die hervorragende Detailschärfe von Prinect Hybrid Screening im Vergleich zu einem konventionellen Raster.

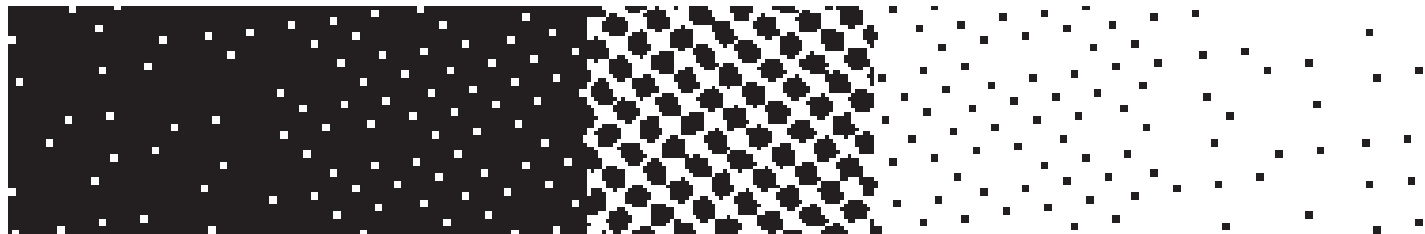


Abbildung 61: Prinect Hybrid Screening mit Punktform: Smooth Elliptical (120l/cm/300 dpi) (vergrößert). Der Stufenkeil enthält Flächen mit 2%, 5%, 50%, 95% und 98%. Die kleinsten Rasterpunkte sind genau 2 Pixel groß und quasi zufällig verteilt.

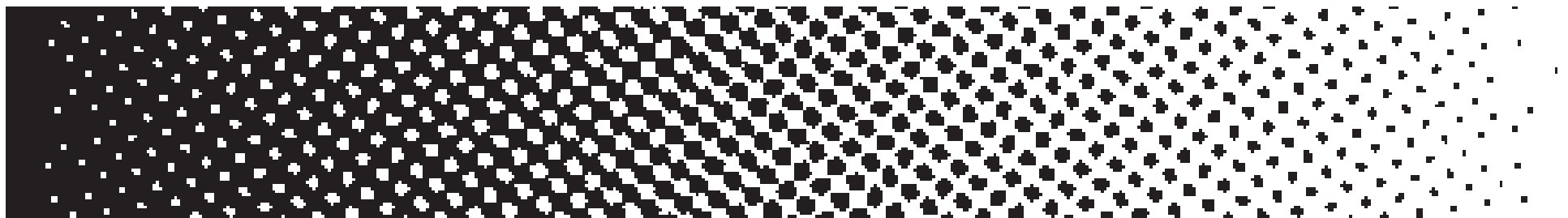


Abbildung 62: Prinect Hybrid Screening (120 l/cm/ 300 dpi) minimale Punktgröße 20µ (vergrößert).

Ein weiterer Vorteil von Prinect Hybrid Screening ist seine Skalierbarkeit. Sowohl die Rasterfeinheit als auch die minimale Punktgröße lassen sich an die jeweiligen Druckbedingungen anpassen. Die Winkelzuordnung für Prinect Hybrid Screening ist aus folgender Tabelle ersichtlich. Es ist 7,5° vorgewinkelt. Der Winkel für Schwarz liegt nahe den bevorzugten 45°, so dass sich rechtwinklige Kanten besonders gut darstellen lassen. Der Winkelabstand zwischen Magenta und Gelb von 45° ist für die Reproduktion von Hauttönen optimiert. Für andere Motive ist u. U. ein Winkeltausch von Magenta mit Cyan oder Schwarz sinnvoll.

Durch die Vorwinkelung werden auch noch Moirés zwischen Vorlage und Raster minimiert. Moirés zwischen Vorlage und Raster lassen sich anders als beim Prinect Stochastic Screening zwar nicht ganz vermeiden, sie treten allerdings durch die üblicherweise hohe Rasterfeinheit sehr selten auf.

Prinect Hybrid Screening lässt sich besonders vorteilhaft für hochwertigen Akzidenz- und Kunstdruck einsetzen. Es lässt sich auch noch einfach und unkompliziert verarbeiten. Es ist das fast ideale Rasterverfahren für den Offsetdruck. Zur Veranschaulichung ist ein Druckmuster beigelegt.

Abbildung 63: Flächen mit 5% und 2% in Prinect Hybrid Screening mit Punktform: Smooth Elliptical (120 l/cm/300 dpi) und den minimalen Punktgrößen von 20 µ, 22 µ, 24 µ, 26 µ, 28 µ und 30 µ.

Raster Prinect Hybrid Screening		
Farbe	Rasterwinkel	Relative Rasterfeinheit
Cyan	112,5°	1,000
Magenta	172,5°	1,000
Yellow	37,5°	1,061
Black	52,5°	1,000

Tabelle 10: Eigenschaften des Rastersystems Prinect Hybrid Screening.

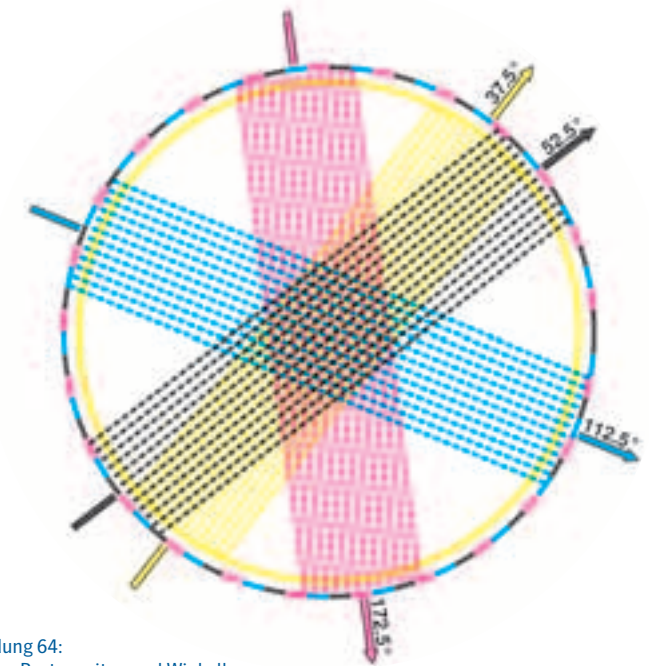


Abbildung 64: Relative Rasterweiten und Winkellagen des Rastersystems Prinect Hybrid Screening.

Abbildung 65: Ausschnittsvergrößerung aus dem Raster Prinect Hybrid Screening.



4.8 Megadot-Raster

Der Megadot-Raster ist ein spezieller AM-Raster, der nicht mit den bisher beschriebenen Rastern vergleichbar ist. Er ist überwiegend ein Linienraster, wobei für Schwarz ein Feinraster mit einem invertierten runden Punkt eingesetzt wird.

Die Megadot-Raster erzeugen keine Offset-Rosette. Es gibt einen, im Vergleich mit konventionellen Rastern, sehr glatten Zusammendruck. Wenn eine der Druckfarben Cyan oder Magenta dominieren, kann der Linienraster deutlicher sichtbar sein als ein Punktaster. Sinnvoll einsetzbar ist der Megadot-Raster für Akzidenz- und Kunstdruck, wobei die Glätte des Ausdrucks auch schon bei relativ niedrigen und damit leichter zu druckenden Rasterfeinheiten erreicht wird.

Die verwendeten Linienraster haben eine etwas größere Punktzunahme im Druck als die konventionellen Raster. Der Feinraster für Schwarz hat, wie beim Rastersystem RT Y45° K fine, eine

entsprechend große Punktzunahme. Dies sollte bei der Kalibrierung berücksichtigt werden (siehe auch Kapitel 6.6/7.3 Linearisierung/Prozesskalibrierung). Moirés zwischen Vorlage und Raster lassen sich anders als beim Prinect Stochastic Screening allerdings nicht vermeiden.

4.8.1 Megadot CM 0°

Die Farben Cyan und Magenta liegen bei diesem Raster auf 0° und 90°. Gelb liegt auf 45° und Schwarz wird als Feinraster ebenfalls unter 45° erzeugt. Dieses Rastersystem zeichnet sich durch einen besonders glatten Zusammendruck aus.

4.8.2 Megadot CM 45°

Der Megadot CM 45°-Raster ist eine Variante des oben beschriebenen Megadot-Rasters. Er ist ebenfalls im Wesentlichen ein Linienraster, wobei die stark zeichnenden Farben Cyan und Magenta auf 45° und 135° gelegt wurden. Da das menschliche Auge

waagerechte und senkrechte Linien stärker wahrnimmt als schräge, ist der Raster im Einzelauszug weniger sichtbar. Gelb liegt auf 0°. Für Schwarz wird ein Feinraster unter 45° verwendet. Der Zusammendruck ist allerdings nicht ganz so glatt wie beim Megadot CM 0° Raster.

4.8.3 Punktformen für Megadot

Für die Megadot-Rastersysteme gibt es die beiden Punktformen Megadot und Megadot Flexo. Der Megadot-Punkt beginnt im Lichtbereich als kleiner runder Punkt, wird dann zu einer lang gestreckten Ellipse und weiter linienförmig gestreckt. In der Tiefe entwickeln sich dann wieder kleine runde Löcher. Dieser Punkt wurde hauptsächlich für den Offsetdruck entwickelt, ist aber auch für andere Verfahren gut geeignet. Der Megadot-Flexo-Punkt ist ein invertierter Megadot-Punkt. Er beginnt im Lichtbereich als kleiner runder Punkt, wird dann zu einer lang gestreckten

inversen Ellipse gestreckt. Das heißt, er wird ein Linienpunkt mit seitlichen Stützen. In der Tiefe entwickeln sich dann wieder kleine runde Löcher. Diese Punktform ist für den Flexodruck entwickelt worden.

Abbildung 66: Punktform Megadot für die Farben Cyan, Magenta und Gelb (vergrößert).



4.8.4 Megadot Plus

Megadot Plus ist eine Weiterentwicklung der Megadot-Raster, die die Vorteile noch verstärkt.

Die Rastermaschen haben im Gegensatz zu allen anderen amplitudenmodulierten Rasterverfahren nicht die Form eines Quadrates, sondern die Form eines Parallelogrammes. Die linienförmigen Rasterpunkte wachsen entlang der längeren Seite der Parallelogramme. In der folgenden Grafik sind Beispiele für ein Megadot Plus Raster für Lichter, Mittelöne und Tiefen dargestellt. Die Zuordnung der Farben zu den Rasterwinkeln und die relativen Rasterfeinheiten sind aus nebenstehender Tabelle ersichtlich.

Im Zusammendruck wirkt der Megadot Plus-Raster etwa 50% feiner als ein konventioneller Raster und noch etwa 20% feiner als der bisherige Megadot-Raster. Ein Beispiel: Ein Megadot Plus Raster mit 40 l/cm (100 lpi) erscheint etwa so fein wie ein konventioneller Raster mit 60 l/cm (150 lpi), ein 60er Megadot Plus-Raster etwa so fein wie ein 70er Megadot-Raster. Selbstverständlich gelten alle im vorherigen Abschnitt gemachten positiven Aussagen über ältere Megadot-Raster auch oder verstärkt für Megadot Plus. Es gibt auch nicht die üblichen Offset-Rosetten. Durch die feine Linienstruktur ist der Punktzuwachs im Druck größer als bei den konventionellen Rastern. Deshalb wird eine Prozesskalibrierung empfohlen.

Rastersystem Megadot Plus		
Farbe	Rasterwinkel	Relative Rasterfeinheit
Cyan	90°	1,000
Magenta	0,0°	1,000
Yellow	45°	0,943
Black	135°	0,943

Tabelle 11: Eigenschaften des Rastersystems Megadot Plus.

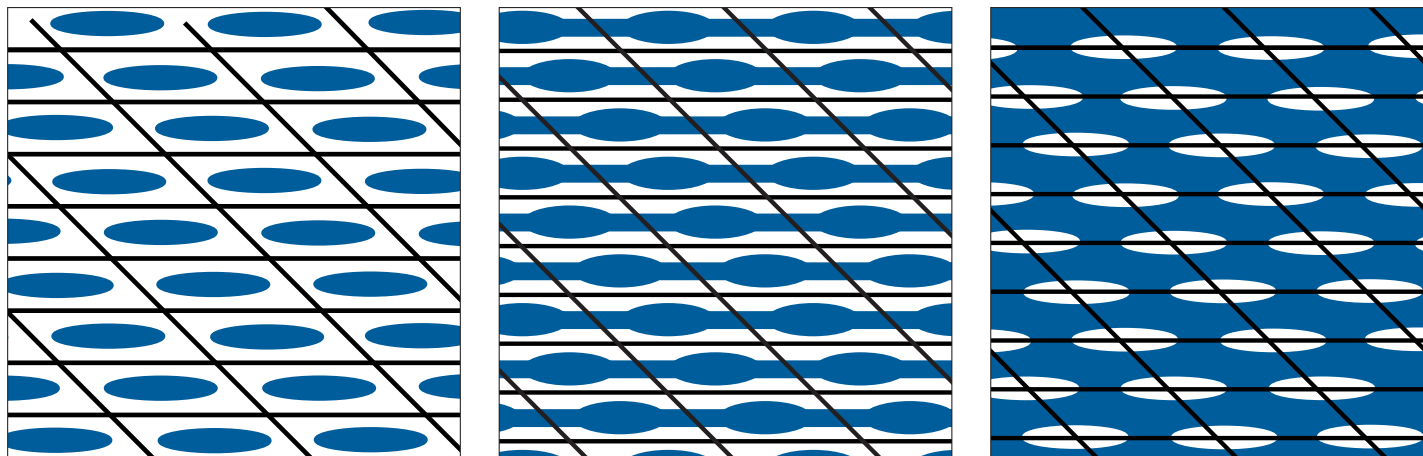


Abbildung 67: Aufbau der Megadot Plus-Rasterpunkte im Lichterton, Mittelton und in der Tiefe.

4.9 Technologisch überholte Raster

Die im Folgenden beschriebenen Raster wurden aus dem Verkaufsprogramm genommen und durch Neuentwicklungen ersetzt. Aus Kompatibilitätsgründen werden sie weiterhin ausgeliefert und deshalb auch in diesem Buch erwähnt.

Die allgemeinen Aussagen über frequenzmodulierte Raster am Anfang des Kapitels 4.6 gelten auch hier.

4.9.1 Diamond Screening

Diamond Screening wurde zunächst durch Satin Screening und dann durch Prinect Stochastic Screening ersetzt. Diamond Screening ist ein FM-Raster der ersten Generation. Es ist besonders feinräumig aus minimal 2x2 Belichterpixel großen Clustern aufgebaut, die quasi zufällig angeordnet sind. Eine rein zufällige Anordnung der Punkte würde Bilder sehr unruhig aussehen lassen. Des Weiteren wurde darauf geachtet, dass Wiederholstrukturen vermieden werden.

Die im Vergleich zu den neueren FM-Rastern längere Randlinie der Rasterpunkte bei Diamond Screening bedingt eine deutlich größere Punktzunahme im Druck. Deshalb wird eine Prozesskalibrierung empfohlen. Für diesen Raster gilt, dass die Druckbedingungen ganz besonders sorgfältig überwacht und konstant gehalten werden sollten.

4.9.2 Satin Screening

Satin Screening wurde durch die Nachfolgeentwicklung Prinect Stochastic Screening ersetzt.

Satin Screening ist ein FM-Raster der zweiten Generation mit eher ‚wurmartiger‘ Struktur. Es unterscheidet sich grundlegend von dem vorher vorgestellten Diamond Screening. Insbesondere die Algorithmen zur Generierung der Raster sind so deutlich weiterentwickelt worden, dass sowohl die Glätte im Ausdruck sichtlich verbessert ist, als auch eine gröbere Clusterung erreicht wird. Durch die gröbere Clusterung ist die Punktzunahme im Druck geringer und damit die Weiterverarbeitung einfacher als bei Diamond Screening.

Bei Satin Screening ist die Tonwertzunahme im Druck größer als bei den konventionellen Rastern. Deshalb wird eine Prozesskalibrierung empfohlen. Dieser Raster verhält sich in der Produktion stabiler als Diamond Screening.

Die Druckbedingungen müssen trotzdem sehr sorgfältig überwacht und konstant gehalten werden.

Abbildung 68: Diamond Screening (vergrößert).



4.9.2.1 Satin fine

Dieser Raster beginnt im Lichtertonbereich mit kleinen, meist 2x2 Belichterpixel großen Punkten, die dann im Mittelton zu feinen ‚wurmartigen‘ Strukturen zusammenwachsen und in der Tiefe werden dann wieder kleine Löcher generiert.

Dieser feinere Raster ist für den Kunst- und hochwertigen Akzidenzdruck geeignet.

Der Raster Satin fine ist auch für den Flexo-Druck und für den Siebdruck geeignet, da es kein Moiré mit dem Sieb geben kann.

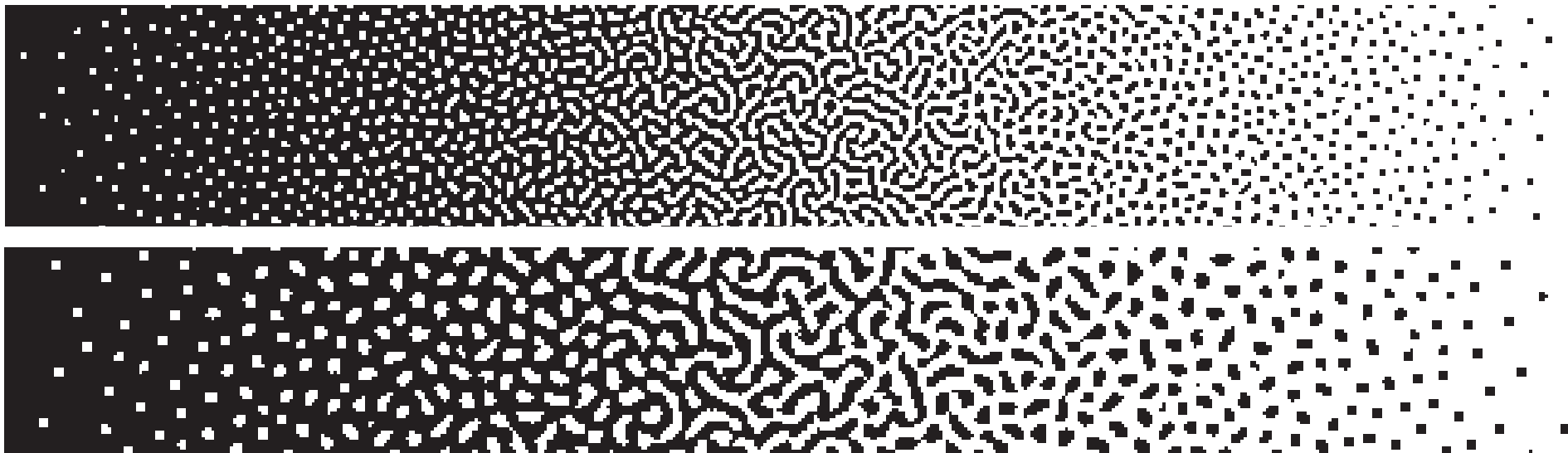
4.9.2.2 Satin medium

Der Rasterpunkt beginnt im Lichtertonbereich mit kleinen meist 3x3 Belichterpixel großen Punkten, die dann im Mittelton zu größeren ‚wurmartigen‘ Strukturen zusammenwachsen und in der Tiefe werden dann wieder kleine Löcher generiert.

Dieser Rasterpunkt ist für Zeitungsdruck und Arbeiten auf ungestrichenem Papier geeignet.

Der Raster Satin medium ist auch für den Flexo-Druck und besonders für den Siebdruck geeignet, da es kein Moiré mit dem Sieb geben kann. Die Anwendungen der Satin-Punktformen ‚fine‘ und ‚medium‘ überlappen sich teilweise.

Abbildung 69: Vergrößerte Verläufe mit den Rastern Satin fine (oben) und Satin medium (unten, vergrößert).



5 Rastereinstellungen im PostScript-Workflow

In den vorangegangenen Kapiteln sind die Unterschiede zwischen den PostScript-Rastern, die von Adobe im Interpreter implementiert wurden und den Heidelberg Rastern aufgezeigt worden. Hier geht es darum, wie Raster im Workflow der Druckvorstufe genutzt werden können. Jeder Workflow beruht auf dem Zusammenspiel einer Reihe von Software-Komponenten. Unter dem Aspekt Rasterung beginnt der Workflow in einer der gängigen Applikationen zur Seitengestaltung wie QuarkXPress® oder InDesign® und endet im RIP. Grundlage für den Datenaustausch sind standardisierte Datenformate, deren Spezifikationen u.a. auch die Möglichkeiten zur Steuerung der Rasterung im RIP festlegen. Nachfolgend werden die Möglichkeiten der Seitenbeschreibungssprachen PostScript und PDF (Portable Document Format) sowie des Job Definition Formates (JDF) erläutert. Dabei werden zunächst die wesentlichen Aspekte der Rasterung in den jeweiligen Standards aufgezeigt. Anschließend wird erläutert, wie die erweiterten Möglichkeiten der Heidelberg-Rasterung in diesem Szenario genutzt werden können.

Diese Informationen sollen helfen, eine Lösung zu finden, wenn einmal ein Raster nicht wie erwartet belichtet wird. Auch wenn sich in der Druckvorstufe zunehmend Workflows mit PDF und JDF durchsetzen, wird empfohlen, die folgenden Abschnitte über PostScript nicht zu überspringen. Hier werden einige grundlegende Zusammenhänge erläutert, die auch für die anderen Workflows relevant sind.

Abb. 70: Beispiel für den ‚setscreen‘ Operator in PostScript

150 45 {spotfunction} setscreen

Funktion zur Beschreibung der Punktform

Rasterwinkel

Rasterfeinheit in lines per inch

5.1. Die Rasterung im PostScript Workflow

PostScript ist eine Seitenbeschreibungssprache mit Programmierfähigkeiten. Man kann grafische Beschreibungen erstellen, die vollständig unabhängig vom Ausgabegerät sind. In der Druckvorstufe sind aber gerätespezifische Ergänzungen notwendig, die die Wiederverwendbarkeit und den Austausch von PostScript Dateien einschränken. Die Rasterung fällt in diese Rubrik.

5.1.1 Entwicklungsgeschichte der PostScript-Rasterung

Als in den 80er Jahren die ersten PostScript-RIPs entwickelt wurden, war die Entwicklung der Rastertechnologie schon so weit fortgeschritten, dass konventionelle Raster mit Hilfe von Superzellen sehr genau angenähert werden konnten und mit entsprechender Hardware-Unterstützung sogar irrationale Raster möglich waren. Trotzdem erfolgte die Implementierung im PostScript-Interpreter nur als Einzellenrasterung. Damit gab es nur sehr eingeschränkte Möglichkeiten, Raster zu generieren. Zwar konnten Punktform, Rasterweiten und Rasterwinkel im ‚setscreen‘ Operator sehr genau parametrisiert werden, die Implementierung führte aber zu gravierenden Einschränkungen:

- Die tatsächlich erreichbaren Winkel und Weiten ließen eine Farbproduktion nur in sehr eingeschränkter Qualität zu. Nur eine kleine Zahl von RT-Raster-Kombinationen war möglich.
- In Abhängigkeit von Rasterfeinheit, Auflösung und Kalibrierung standen oft deutlich weniger als 256 Tonwertstufen zur Verfügung. In der Folge zeigten sich besonders bei Verläufen

deutliche Abrisse. Diese Situation führte dazu, dass Linotype und Hell als Lizenznehmer der Adobe RIP-Technologie ihre eigenen Rastertechnologien in den Adobe PostScript Level-1-Interpreter integrierten. Diese Entwicklungen sind die Basis für die heutigen Rasterlösungen von Heidelberg.

Neben der eigentlichen Rasterimplementierung war und ist die Parametrierung der Raster ein wichtiger Aspekt.

In vielen Workflows sind im PostScript-Code nur unzureichende oder sogar widersprüchliche Angaben über den gewünschten Raster enthalten.

Trotzdem wird vom RIP am Ende der Druckvorstufe erwartet, dass er trotz fehlender Informationen ein vernünftiges Ergebnis produziert.

Mit PostScript Level 2 und PostScript 3 erfolgten jeweils auch Verbesserungen der Rasterung – und zwar sowohl hinsichtlich der Standard-Implementierung durch Adobe als auch hinsichtlich der Parametriermöglichkeiten. Teil von PostScript Level 2 mit weiteren Verbesserungen in PostScript 3 ist die Superzellen-Technologie ‚Accurate Screening‘, die hinsichtlich Rasterwinkel und Rasterfeinheit den Möglichkeiten von HQS entspricht. Beim Aufbau der Superzellen und somit bei der Glätte und Strukturfreiheit bietet HQS aber immer noch deutliche Vorteile. Auch beim aktuellen Stand der Technik in

PostScript 3 sind beliebige Rasterwinkel und Rasterfeinheiten nicht möglich.

Es können aber Annäherungen erreicht werden, die akzeptable Ergebnisse liefern. Die echten ‚irrationalen Winkel‘ der IS-Technologie sind in der Original-Adobe-Implementierung aber nach wie vor nicht verfügbar.

5.1.2 Rasterparametrierung in PostScript

In der PostScript-Spezifikation sind verschiedene Rastertypen beschrieben, die ‚Halftone Types‘ genannt werden. Sie können in zwei Klassen eingeteilt werden.

Zum einen gibt es die klassischen ‚Halftone Types‘, bei denen Rasterweite, Rasterwinkel und Punktform als mathematische Beschreibungen angegeben sind. Nachfolgend werden diese als ‚Set-screen-Raster‘ bezeichnet. Während des RIP-Prozesses werden diese Beschreibungen in Schwellwertgebirge umgerechnet.

Zum anderen gibt es Rastertypen, die direkt als Schwellwertgebirge geliefert werden. Rasterwinkel, Rasterfeinheit und Punktform sind implizit durch die Abmaße und den Inhalt eines oder zweier Schwellwertgebirge bestimmt. Auch FM-Raster ohne Winkel und Feinheit können so kodiert werden. Nachfolgend werden diese als ‚Threshold-Raster‘ bezeichnet. Threshold ist die

englische Bezeichnung für Schwellwert. Für beide Klassen gibt es Varianten, die für einen monochromen (separierten) bzw. einen farbigen (composite²⁵) Workflow vorgesehen sind. Die Setscreen-Raster können auf zwei verschiedene Weisen parametrierbar werden: Zum einen gibt es den ‚setscreen‘ Operator bzw. den ‚setcolorscreen‘ Operator für composite PostScript. Zum anderen besteht die Möglichkeit, ein Halftone Dictionary zu benutzen. Die Alternativen sind nahezu gleichwertig. Halftone Dictionaries haben den Vorteil, dass sie auch spezielle Zusatzinformationen aufnehmen können (siehe Kapitel 5.4.4, ‚objektspezifische Raster‘). Threshold-Raster können nur über Halftone Dictionaries beschrieben werden. Details zu den Halftone Dictionaries und ‚Halftone Types‘ können in der ‚PostScript Language Reference‘ (ISBN 0-201-37922-8) nachgelesen werden.

Gemäß PostScript-Spezifikation sind Raster gerätespezifische Eigenschaften. Man darf also nicht davon ausgehen, dass alle in der PostScript-Spezifikation beschriebenen Rastermöglichkeiten auch in einem RIP verfügbar sind. Die Rasterparametrierungen, die ein RIP tatsächlich unterstützt, sind in der Produktdokumentation beschrieben. Auch die Bedienkonsolen zeigen natürlich die entsprechenden Informationen.

Die modernen Heidelberg RIPs mit Software-Rasterung unterstützen neben den Heidelberg Rastersystemen auch die PostScript ‚Halftone Types‘. Ältere RIPs mit Hardware-Rasterung sind in dieser Beziehung weniger flexibel und stellen hierfür nur eine eingeschränkte Unterstützung zur Verfügung.

5.1.3 Rasterparametrierungen in Printer-Treibern und Applikationen

Aus der Sicht einer Applikation ist ein Film- oder Plattenbelichter nur ein Gerät unter vielen, das unterstützt wird. Um sich nicht mit den Geräteeigenschaften beschäftigen zu müssen, überlassen viele Applikationen die Erzeugung des PostScript-Codes einem Treiber (LaserWriter, Adobe PS). Aber auch dieser kann nicht alle Geräte kennen. Woher soll der Treiber wissen, ob Parametrierungen für Raster enthalten sein müssen und welche Raster unterstützt werden? Weiterhin sind Rasterparameter in der PostScript-Definition für eine Eingabe durch einen Anwender nur bedingt oder gar nicht geeignet. Bei Setscreen-Rastern könnten zwei der drei Parameter (Rasterweite und Rasterwinkel) direkt aus einer Benutzereingabe übernommen werden. Hinter dem dritten, der Punktform, steckt aber immer ein mehr oder weniger langes PostScript-Programm. Einfache Bezeichnungen für Punktformen wie ‚elliptisch‘ oder ‚rund‘ müssen also in irgendeiner Form in PostScript-Code umgesetzt werden. Bei Threshold-Rastern sind direkte Bezüge zwischen der Codierung auf PostScript-Ebene und der für einen Anwender verständlichen Beschreibung überhaupt nicht mehr vorhanden. Eine Umsetzung von der Benutzerebene auf die Parameter-ebene ist unerlässlich.

Zur Lösung derartiger Probleme dienen die PostScript Printer Description (PPDs) Files. Diese enthalten die Information über ein Ausgabegerät, die der Treiber benötigt, um korrektes und vollständiges PostScript zu erzeugen. Sofern das PPD Alternativen enthält, z. B. unterschiedliche Papierformate, Auflösungen oder auch Raster, stellt der Treiber für die Auswahl eine vergleichsweise unkomfortable Bedienoberfläche zur Verfügung. Bedauerlicherweise hat der PPD-Standard gerade im Bereich der Rasterung Schwächen (siehe Kapitel 5.1.4).

Die eingeschränkten Möglichkeiten der Treiber und der PPDs können durch sogenannte Treiber-Plug-Ins²⁶ verbessert werden. Heidelberg hat dazu zeitweise das Produkt ‚Jobstream‘ angeboten. Über dieses Plug-In ist eine vollständige Parametrierung der Heidelberg-Raster mit dem gleichen Komfort wie am RIP selbst möglich. Inzwischen hat sich aber ein Workflow mit Jobtickets durchgesetzt, der in Kapitel 5.5 beschrieben wird.

Einige professionelle Prepress-Applikationen haben eine integrierte Unterstützung der Rasterparametrierung. Wenn die Applikationen ohne Unterstützung des Treibers selbst PostScript erzeugen, müssen sie sich auch mit dem Thema der Rasterparametrierung auseinandersetzen. Meistens wird dafür ähnlich wie

im Treiber eine PPD-basierte Auswahl angeboten. Es gibt aber auch die Möglichkeit, für jede Farbe den Winkel und die Rasterweite einzugeben und Punktformen auszuwählen. Wie diese Werte dann bei der Ausgabe umgesetzt werden, hängt vom jeweiligen Produkt ab. Eine vollständig integrierte Unterstützung für applikationseigene Raster über die beschriebenen Möglichkeiten gibt es nur in Applikationen für Spezialanwendungen (z. B. Sicherheitsdruck).

5.1.4 Rasterparameter in PPDs

PPD ist die Abkürzung für PostScript Printer Description. PPD-Files sind formalisierte Textdateien entsprechend der PPD-Spezifikation von Adobe. Sie sind nicht Bestandteil der PostScript-Spezifikation.

PPD-Files, kurz auch nur PPDs genannt, enthalten die spezifischen Informationen, die bei der PostScript-Generierung für ein bestimmtes Ausgabegerät, z. B. einen CtP-Belichter, benötigt werden. Es beschreibt einerseits die Eigenschaften eines Gerätes oder einer Gerätefamilie und andererseits die Art und Weise, wie diese per PostScript zu aktivieren sind. Ein unter Verwendung eines PPDs erzeugter PostScript-Job ist in der Regel nicht mehr geräteunabhängig. Bei Ausgabe dieses Jobs auf einem anderen Gerät kann es zu Fehlern kommen. PPDs werden vom Hersteller des Ausgabegerätes erstellt und üblicherweise frei verfügbar gemacht. Teilweise werden sie mit den Betriebssystemen verteilt. Adobe stellt die PPDs der mit Adobe PostScript-Interpretern ausgestatteten Ausgabesysteme im Internet zur Verfügung. Die aktuelleren Versionen sind jedoch meist beim Hersteller selbst zu finden.

PPDs werden oft als Druckertreiber bezeichnet. Genau genommen ist das nicht richtig, denn Treiber und Applikationen holen sich aus den PPDs nur

Informationen darüber, welche spezifischen Möglichkeiten ein PostScript-Ausgabegerät hat und wie bestimmte Funktionen zu aktivieren sind.

Sie generieren selbst aber keinen Code, was ja die ureigenste Aufgabe eines Treibers ist. Druckertreiber sind z. B. der LaserWriter von Apple® oder Adobe PS für den Macintosh® und die verschiedenen Versionen von Windows. In einem PPD gibt es feste Parameter und Parameterlisten. Die festen Parameter enthalten z. B. die unterstützte PostScript-Version, den Namen des Herstellers und das Gerätemodell. Parameterlisten ermöglichen eine Auswahl unter verschiedenen Alternativen. Das beste Beispiel dafür ist die Liste der Ausgabeformate. Dem Benutzer werden verschiedene Standardformate und, wenn sinnvoll, ein frei definierbares Format angeboten.

Für die vollständige Beschreibung der Heidelberg Raster fehlt in der Spezifikation der PPDs die Unterstützung für das Konzept der Rastersysteme. Die vielfachen Abhängigkeiten zwischen Rastersystem, Rasterweiten, Auflösungen und Punktformen lassen sich nicht darstellen. Teilweise fehlen auch die Regeln, wie Einträge auf einer Bedienoberfläche darzustellen sind. Dies hat dazu geführt, dass bestimmte Einträge von manchen Applikationen in sehr verwirrender Weise erscheinen.

Die eingeschränkten Möglichkeiten der PPDs erlauben es also Applikationen und Treibern nicht, eine vollständige jobspezifische Rasterparametrierung der Ausgabestrecke durchzuführen. Heidelberg hat deshalb ein ergänzendes Konzept entwickelt, das in Kapitel 5.2 erläutert wird. Als Teil davon sind die PPDs hinsichtlich der Rasterung sehr einfach gehalten. Sie enthalten nicht die Winkel der Rastersysteme, sondern immer nur die Standardwinkel 15°, 75°, 0° und 45° für CMYK. Dazu kommt eine Liste der gängigsten Rasterweiten für die meistverwendete Auflösung eines Belichters. Die Auflösung selbst ist im PPD nicht selektierbar. Die Darstellung der Abhängigkeit zwischen Rasterfeinheiten und Auflösungen ist mit PPDs nicht praktikabel.

5.1.5 Zusammenfassung der Schwächen des Standard-PostScript-Workflows

Insgesamt wird die Unterstützung der Rasterung aus den Applikationen, den Treibern und den PPDs den Anforderungen nicht gerecht. Die Anbieter von Prepress-Applikationen haben dafür jeweils ihre guten Gründe, deren entscheidender die Vielzahl von verschiedenen Geräten ist. Für den Anwender ergeben sich daraus aber eine Reihe von Nachteilen. Die wichtigsten sind in der nachfolgenden Auswahl zusammengefasst:

- Die freie Eingabe von Rasterparametrierungen muss mit hoher Genauigkeit erfolgen. Die Eingabe von langen Zahlen mit vielen Stellen für jede einzelne Farbe birgt ein hohes Fehlerisiko. Tippfehler können teure Folgen haben.
- Die freie Eingabe von Rasterparametrierungen kann zu unliebsamen Überraschungen im Zusammendruck führen. Unkenntnis der Rastertechnik sowie unbekanntes Rundungsverhalten im RIP führen zu schlechten Zusammendruckergebnissen.
- PPDs haben nicht das Potential, die komplexen Möglichkeiten und Abhängigkeiten für die Rasterung in einem Prepress-Workflow zu beschreiben.
- Für einen Applikationshersteller ist es praktisch nicht möglich, für die

verschiedensten Geräte am Markt optimale Raster anzubieten. Ein nicht optimaler Raster birgt aber immer die Gefahr von Artefakten in sich. Die Verwendung von Rastern aus einer Applikation sollte deshalb auf einfache Schmuckraster mit grober Auflösung beschränkt bleiben. Raster sind geräteabhängig und Heidelberg als Gerätehersteller steckt sehr viel Aufwand in die Optimierung von Rastersystemen und Punktformen, um so seinen Kunden eine höchste Ausgabequalität anbieten zu können.

- In vielen Betrieben gibt es eine Trennung zwischen Redaktion bzw. Kreation und Produktion. Die Qualitätsverantwortung und damit auch das Thema Raster liegen üblicherweise bei der Produktion. Es ist deshalb wünschenswert, dass die Produktion die volle Kontrolle über die Raster hat, ohne die Redaktion einbeziehen zu müssen.

Aus Gründen der Qualität und der Sicherheit im Workflow gilt die Empfehlung, nur mit Heidelberg Rastern zu arbeiten und diese unter Verwendung der richtigen PPDs zu parametrieren. Bei Verwendung von falschen PPDs kann es im Extremfall dazu kommen, dass ein PostScript-Job überhaupt keine Rasterparameter enthält. Wenn dieser Job dann auch noch separiert ist, wird eine Ausgabe mit farbtauglichen

Rastern manchmal unmöglich (siehe Kapitel 5.2.1.1 Rasterwinkel als Alias für die Farbe und 5.2.1.2 Die Filterung von Kommentaren).

5.2 Das Heidelberg Konzept zur Rasterparametrierung im PostScript-Workflow

Die zahlreichen oben beschriebenen Einschränkungen in allen beteiligten Komponenten führten zur Entwicklung eines Heidelberg Konzeptes zur Parametrierung von Rastern. Es setzt nur minimale, dem Standard entsprechende Rasterparametrierungen voraus und erlaubt trotzdem die flexible Nutzung der Heidelberg Rasterung. Für den Anwender hat dieses Konzept folgende Vorteile:

- Heidelberg Rastersysteme können trotz Beschränkung auf den Standard-PostScript-Sprachumfang genutzt werden. Jede PostScript-Datei, die minimale Anforderungen hinsichtlich der Rasterparameter erfüllt, kann mit Heidelberg Rastern belichtet werden. Selbst PostScript, das dem Standard nicht entspricht, kann meist verarbeitet werden.
- Der Benutzer kann über die Bedienoberfläche des Ausgabesystems Parametersätze aus Listen selektieren. Durch das Konzept der Rastersysteme müssen keine Zahlen für einzelne Farbauszüge eingegeben

werden. Ein spezifisches Raster-Know-how ist nicht erforderlich. Es besteht so gut wie keine Gefahr, durch Tippfehler ein falsches Zusammendruckergebnis zu verursachen.

- Der Anwender kann für seinen Betrieb entscheiden, ob er Raster direkt beim Druckauftrag in der Applikation bzw. im Treiber oder im RIP parametriert. Sowohl die Entkopplung als auch die Integration von Redaktion und Produktion sind möglich.

Um einen PostScript-Job mit Heidelberg Rastern belichten zu können, muss ein RIP über folgende Informationen verfügen:

- Farbauszug
- Rastersystem
- Punktform
- Rasterweite
- Belichterauflösung

In den nachfolgenden Abschnitten wird erläutert, wie der RIP zu diesen Informationen kommt. Der Sonderfall der Parametrierung über Jobstream bildet den Abschluß.

5.2.1 Ermittlung der Farben

Die Zuweisung der Winkel eines Raster-systems zu den Separationen eines PostScript-Jobs erfolgt über die Farbe. Damit die Farbe einer Separation ermittelt werden kann, muss ein Post-Script-Job bestimmte Minimalanfor-derungen erfüllen. Dabei gibt es Unter-schiede zwischen ‚composite‘ und sepa-riertem PostScript.

Im Falle von ‚composite‘ gibt es keine Minimalforderungen. Die Information über die Farbe der Auszüge entsteht automatisch bei der Separation im RIP. Bei separiertem PostScript sieht es anders aus. Im eigentlichen PostScript-Code ist die Farbinformation nicht enthalten. Der RIP sieht einen Farbaus-zug in einem separierten Job wie eine Schwarzweiß-Seite und könnte ohne zusätzliche Information keine Zuord-nung zu einem Winkel des Rastersys-tems herstellen. Die notwendigen Zusatzinformationen können auf zwei Arten gewonnen werden:

- Verwendung des Rasterwinkels als Alias für die Farbe.
- Auswertung von Farbkomentaren aus den PostScript-Daten.

5.2.1.1 Rasterwinkel als Alias für die Farbe

Im Rahmen der Heidelberg-Rasterung werden die Winkel aus dem PostScript-Code in besonderer Weise ausgewertet. Fest definierte Winkelwerte dienen als Alias für die Farbe eines Auszugs und nicht als Parameter für die Rasterung. Über den Zwischenschritt der Farbe erfolgt die Zuordnung eines Winkels aus dem Rastersystem. Im nebenstehenden Diagramm ist dargestellt, welche Winkelbereiche im Postscript auf welche Farben abgebildet werden. Damit dieser Mechanismus richtig funktioniert, müssen im PostScript-Code natürlich die Winkelwerte enthalten sein, die durch das Heidelberg PPD definiert sind. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt darin, dass sich der Anwender beim Drucken aus der Applikation keine Gedanken über die Rasterung machen muss, er kann immer mit denselben Werten arbeiten. Der erzeugte PostScript-Code kann später mit einem beliebigen Rastersystem ausgegeben werden. Deshalb enthalten Heidelberg-PPDs bewusst nur die Winkel 0°, 15°, 45° und 75°, obwohl es kein Rastersystem gibt, das genau diese Winkelkombinationen enthält. Die Zuordnung der Winkel im PostScript-Code zu den Winkeln des Rastersystems erfolgt durch ein Filter-programm²⁷ im RIP unter Berücksichti-gung des ausgewählten Rastersystems.

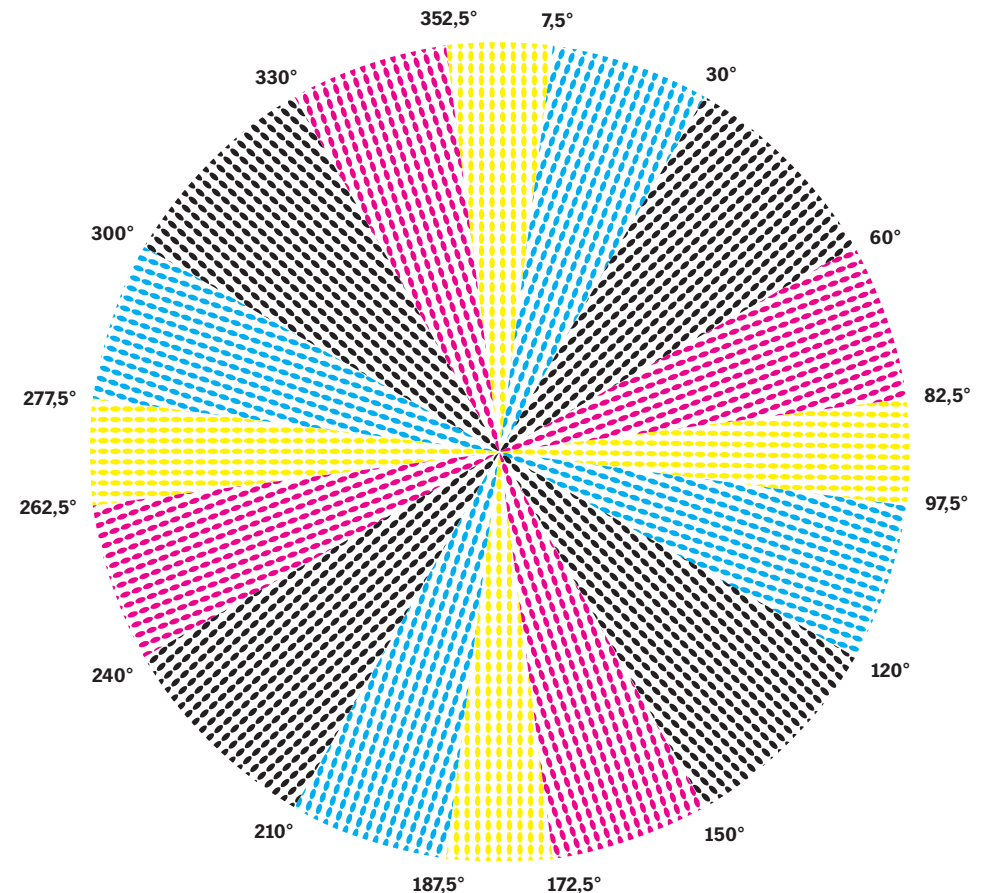


Abbildung 71: Winkelbereiche der einzelnen Farbauszüge.

5.2.1.2 Die Filterung von Kommentaren

Neben der oben beschriebenen Auswertung der Setscreen-PostScript-Befehle gibt es für den Fall von separiertem Post-Script eine zweite Möglichkeit zur Steuerung der Heidelberg Rasterung: die Auswertung von PostScript-Kommen-taren.

Adobe hat als Ergänzung zur eigent-lichen PostScript-Spezifikation soge-nannte ‚Document Structuring Conven-tions‘ definiert, die man kurz auch als DSC-Kommentare bezeichnet. Dies ist nicht zu verwechseln mit dem DCS-Datenformat²⁸!

Die Kommentare sind zwar im Sinne der PostScript-Spezifikation kein obligatorischer Bestandteil von PostScript-Jobs, in der Praxis sind sie jedoch relativ zuverlässig vorhanden. Für bestimmte Funktionen sind sie sogar unerlässlich (z. B. OPI). Die DSC-Spec erlaubt auch firmenspezifische Kommentare – eine Möglichkeit, die vielfach genutzt wird.

Für die Rasterung werden bestimmte Farbkommentare ausgewertet – auch firmenspezifische. Mit der Kenntnis der Farbe kann einem Farbauszug eindeutig ein Winkel des aktiven Rastersystems zugeordnet werden.

Das nachfolgende Beispiel zeigt exemplarisch die DSC-Kommentare in einem PostScript-Job. Der eigentliche PostScript-Code ist in den mit ... markierten Zeilen enthalten.

Abbildung 72: Beispiel für die DSC-Kommentare in einem PostScript-Job. Der eigentliche PostScript-Code ist in den mit ... markierten Zeilen enthalten.

```

%!PS-Adobe-3.0
%%Title: ...
%%Creator: PScript5.dll Version
5.2.2
%%CreationDate: ...
%%For: ...
%%BoundingBox: (atend)
%%Pages: (atend)
%%Orientation: Portrait
%%PageOrder: Special
%%DocumentNeededResources:
(atend)
%%DocumentSuppliedResources:
(atend)
%%DocumentData: Clean7Bit
%%TargetDevice: ...
%%LanguageLevel: 3
%%EndComments
%-----
%%BeginDefaults
%%PageBoundingBox: 0 0 595
842
%%ViewingOrientation: 1 0 0 1
%%EndDefaults
%-----
%%BeginProlog
%%BeginResource: ...
...
%%EndResource
...
%%EndProlog
%-----
%%BeginSetup
...
%%EndSetup

```

```

%%Page: 1 1
%%PageBoundingBox: 0 0 595 842
%%EndPageComments
%-----
%%BeginPageSetup
...
%%EndPageSetup
%-----
%%BeginDocument: ...
%!PS-Adobe-3.0
%%Title: ...
%%Version: 1 4
%%Creator: ...
%%CreationDate: ...
%%For: ...
%%DocumentData: Clean7Bit
%%LanguageLevel: 3
%%BoundingBox: 0 0 612 792
%%HiResBoundingBox: 0.0 0.0
612.0 792.0
%%Pages: (atend)
%%DocumentProcessColors:
(atend)
%%DocumentCustomColors:
%%+ (PANTONE 2603 C)
%%CMYKCustomColor:
%%+ 0.690 1.0 0.0 0.0196 (PAN-
TONE 2603 C)
%%DocumentSuppliedResources:
%%+ procset ...
%%EndComments
%-----
%%BeginDefaults
...
%%EndDefaults

```

```

%%PlateColor: Cyan
...
%%BeginDocument:...
...
%%EndDocument
...
%%PageTrailer
%=====
%%Page: 2 2
...
%%PlateColor: Magenta
...
%%EndDocument
...
%%PageTrailer
%=====
%%Page: 3 3
...
%%BeginDocument:...
...
%%PlateColor: Yellow
...
%%EndDocument
...
%%PageTrailer
%=====
%%Page: 4 4
...
%%BeginDocument:...
...
%%PlateColor: Black
...
%%EndDocument
...

```

5.2.2 Zuordnung von Farben zu Winkeln

In der Definition jedes Rastersystems ist festgelegt, welcher Winkel zu welcher Farbe gehört. Dies ist als Default zu verstehen. Durch einen entsprechenden Dialog in der Bedienoberfläche der RIPs können Farbauszügen auch andere als die im Default definierten Winkel zugeordnet werden. Dabei lassen sich aber immer nur die vier im Rastersystem vorhandenen Winkel benutzen.

Auch für Sonderfarben stehen nur diese Winkel zur Verfügung. Mit Hilfe der ‚Kommentarfilterung‘ (siehe Kapitel 5.2.1.2 Die Filterung von Kommentaren) kann jeder Sonderfarbe individuell einer der vier Winkel zugeordnet werden.

Im Falle der PostScript-Filterung bei separierter Ausgabe funktioniert die kontrollierte Zuordnung von Farben und Winkeln nur, wenn im Job die in den PPDs definierte Farb-/Winkel-Zuordnung auch enthalten ist. Andernfalls wird ein unbeabsichtigter Winkeltausch die Folge sein.

5.3 Auswahl von Rasterparametern in Heidelberg Produkten

Die Auswahl der Parameter für die Heidelberg Raster erfolgt über spezielle Bedienoberflächen. Die wesentlichsten Einstellelemente finden sich in ähnlicher Form in allen RIP-Produkten von Heidelberg wieder. Das grafische Design und auch das eine oder andere Detail mögen unterschiedlich sein. Alle Parameter brauchen nur ausgewählt zu werden. Die Eingabe von Zahlen ist nicht nötig.

Zwischen den verschiedenen Rasterparametern gibt es zahlreiche Abhängigkeiten. Wenn ein Parameter verändert wird, können sich die Auswahlmöglichkeiten eines anderen Parameters verändern. Diese Wechselwirkungen sind in den Bedienoberflächen berücksichtigt. Angezeigt werden nur verfügbare Kombinationen. Wegen der Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Parametern sollte die Auswahl in der durch die Bedienoberfläche vorgegebenen Reihenfolge von oben nach unten und von links nach rechts geschehen. In jedem Fall sollte zuerst das Rastersystem ausgewählt werden.

5.3.1 Auswahl von Rastersystemen

Alle in einem RIP verfügbaren Rastersysteme können in Listenform auf der Bedienoberfläche eingesehen werden (Pop-up-Menü). Eines dieser Systeme kann selektiert werden. Die Benutzung von mehreren Heidelberg Systemen innerhalb eines Jobs ist im Rahmen des PostScript-Workflows nicht vorgesehen. Die Möglichkeit besteht jedoch im Rahmen der objektspezifischen Rasterung (siehe Kapitel 5.4.4 Objektspezifische Rasterung).

Ein spezieller Eintrag in der Liste deaktiviert die Heidelberg Rasterung und aktiviert stattdessen die PostScript-Rasterung. Der Name dieses Eintrages kann je nach Produkt unterschiedlich sein. Neue Produkte verwenden die Bezeichnung ‚Document controlled screening‘. Wenn es aktiv ist, gibt es in allen RIPs zumindest eine Unterstützung der PostScript-Rasterung in der Set-screen-Parametrierung. Die erzeugten Raster beruhen dann auf der original Adobe-Rasterimplementierung oder bei Hardware-RIPs auf einer dazu kompatiblen Implementierung durch Heidelberg. In den neueren Software-RIPs wird teilweise auch die PostScript-‚Threshold‘-Parametrierung unterstützt. Welche Rastersysteme in einem bestimmten Produkt zur Verfügung stehen, hängt von drei Faktoren ab:

1. vom Produkt selbst
2. vom Ausgabegerät
3. von der Verfügbarkeit einer Option.

Beim ersten Punkt kommt es im Wesentlichen darauf an, ob es sich um einen RIP mit Hardware- oder Software-Rasterung handelt. Fast alle Delta-Technology²⁹-Produkte haben eine Hardware-Rasterung. Es ist technisch nicht möglich, einen IS-Raster auf einer HQS-Hardware zu erzeugen und umgekehrt.

Das Ausgabegerät beeinflusst die Rasterung hauptsächlich durch die verfügbaren Auflösungen. Hiervon hängen die realen erzeugten Rasterfrequenzen ab. Andere, meist konstruktionsbedingte, Eigenschaften können zur Folge haben, dass bestimmte Rasterfeinheiten nur bei bestimmten Auflösungen zur Verfügung stehen.

Der dritte Punkt bezieht sich auf Raster, die nicht zum Standardlieferumfang gehören, aber separat erworben werden können. Beispiele hierfür sind Prinect Hybrid Screening und Prinect Stochastic Screening.

Die Namen der Rastersysteme sind in Englisch und teilweise als Warenzeichen registriert. Deshalb werden sie nicht an die Sprache der Bedienoberfläche angepasst.

5.3.2 Auswahl von Rasterpunkten

Zu fast allen Rastersystemen gibt es eine Auswahl von Punktformen. Der im Dialog selektierte Punkt eines Heidelberg Rasters wird nicht durch die Punktform im PostScript-Job verändert.

5.3.3 Auswahl von Auflösung und Rasterweiten

Zwischen Auflösung und Rasterweite gibt es einen engen Zusammenhang (siehe dazu auch Kapitel 6.4 und 7.4). Nicht jede Rasterweite steht bei jeder Auflösung zur Verfügung. Die Dialoge zur Auswahl beider Parameter stellen sicher, dass nur verfügbare Kombinationen selektierbar sind. Abhängigkeiten gibt es auch vom Raster-system. Auch diese spiegeln sich automatisch in den wählbaren Werten wider. Die Auswahl der Rasterfeinheit erfolgt über den ‚nominalen‘ Wert. Zwischen dem nominalen Wert und den tatsächlichen Rasterweiten gibt es in der Regel geringfügige Unterschiede. Dies lässt sich aber nicht vermeiden, wenn man trotz der in vielen Rastersystemen vorhandenen unterschiedlichen Rasterfeinheiten in den Auszügen (siehe Kapitel 4.1.1 AM-Rastersysteme) den Komfort haben möchte, nur einen Wert für alle Auszüge anzugeben. Ein zweiter Grund für die Unterschiede ist, dass die qualitätsbedingten Zusammenhänge zwischen Auflösung und Rasterweite

meist zu ‚krummen‘ Zahlen für die reale Rasterfeinheit führen, die für Bedienoberflächen denkbar ungeeignet sind. Die realen Werte sind im Handbuch ‚Rasterfrequenzen‘ dokumentiert. In kritischen Fällen sollte sich der Anwender über die zur Verfügung stehenden Werte informieren, um unliebsame Überraschungen zu vermeiden. Die auf der Bedienoberfläche eingestellte Rasterfeinheit kann ‚fest‘ oder ‚überschreibbar‘ eingestellt werden. Je nach Einstellung wird die Rasterweite aus der Setscreen-Parametrierung in den Job übernommen oder ignoriert. Die Werte aus dem Job werden auf den nächsten im Rastersystem verfügbaren Wert gerundet. In diesem Fall müssen alle Farbauszüge denselben Wert enthalten. Da dieser manchmal aus Benutzereingaben resultiert, ist eine entsprechende Sorgfalt nötig, denn bei Unterschieden würde der RIP unter Umständen unterschiedlich runden.

5.3.4 Jobstream

Jobstream ist ein Printer-Treiber-Plugin und wurde für das Produkt Delta Technology entwickelt. Es ermöglicht die vollständige Parametrierung eines Heidelberg Rasters durch proprietäre Erweiterungen im PostScript. Dadurch kann direkt bei der Generierung von PostScript ein Code erzeugt werden, der keine weiteren Parametrierungen erforderlich macht. Eine vergleichbare Funktionalität wird heute durch den JDF-Jobticket-Workflow erreicht. Deshalb wird Jobstream nicht mehr weiterentwickelt.

5.4 Die Rasterung im PDF-Workflow

5.4.1 Entwicklungsgeschichte von PDF

Das Portable Document Format PDF ist eine Seitenbeschreibungssprache. Seit der zweiten Hälfte der 90er Jahre wird PDF alternativ zu PostScript durch die Druckvorstufe unterstützt. Nach anfänglich zögerlicher Akzeptanz durch die Anwender setzt sich PDF zunehmend durch und wird PostScript in diesem Bereich mittelfristig ablösen. Wie PostScript wurde auch PDF durch die Firma Adobe definiert. Die Verwandtschaft beider Formate ist unübersehbar. Sie lassen sich ineinander umrechnen. Zur Umwandlung von PostScript in PDF dient die Adobe-Software ‚Distiller‘ oder der ‚Normalizer‘. Zur Umwandlung von PDF in PostScript

dient die PDF-Library. Normalizer und PDF-Library sind nicht frei am Markt erhältlich. Sie stehen OEM-Kunden von Adobe zur Integration in ihre Systeme zur Verfügung.

Seit der ersten Spezifikation in der Mitte der 90er Jahre haben sich die Möglichkeiten von PDF rasant weiterentwickelt. Mit jeder Version der Applikation ‚Acrobat‘ wurde eine neue Version der PDF-Spezifikation mit neuen Funktionen veröffentlicht, die oftmals aber nicht für die Verwendung in der Druckvorstufe sinnvoll sind. Für die Verwendung in der Druckvorstufe wurden verschiedene Untermengen von PDF als PDF/X und PDF/A international standardisiert.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit hier eine Liste von wichtigen Unterschieden zu PostScript:

- höhere Zuverlässigkeit durch fehlende Programmierfähigkeit
- Geräteunabhängigkeit
- Einbindung aller Ressourcen (z. B. Schriften)
- Zugriffsmöglichkeit auf einzelne Seiten eines Dokument.

5.4.2 Rasterparametrierung in PDF

Analysiert man die Rastermöglichkeiten in PDF, stellt man sehr schnell die Verwandtschaft zu PostScript fest. Die Halftone Dictionaries aus PostScript finden sich in nahezu unveränderter Form wieder. Damit sind auch alle im Kapitel ‚PostScript-Rasterung‘ beschriebenen Möglichkeiten für PDF vorhanden.

5.4.3 Rasterparametrierungen für PDF in Printer-Treibern und Applikationen

PDF Dateien entstehen entweder durch den Umweg über PostScript und anschließende Umwandlung nach PDF oder direkt aus Applikationen.

Beim Weg über PostScript gelten alle Ausführungen aus den vorangegangenen Kapiteln. Durch die Beteiligung von PostScript-Treiber und PPD entsteht geräteabhängiges PostScript und daraus geräteabhängiges PDF. Diese Abhängigkeit steht in einem gewissen Widerspruch zu einem der Grundgedanken von PDF, wird aber durch die Heidelberg PPDs minimiert.

Wenn PDF direkt aus Applikationen geschrieben wird, besteht in der Regel keine Möglichkeit, gerätespezifische Parametrierungen vorzunehmen. Diese Information muss dann spätestens bei der Ausgabe durch den RIP hinzugefügt werden.

5.4.4 Objektspezifische Rasterung

Mit Hilfe der Rasterparametrierung in PostScript und PDF kann prinzipiell jedes grafische Objekt mit einem eigenen Raster versehen werden (z. B. Bilder, Texte, Grafiken). Um dies auch tatsächlich zu tun, bedarf es einer entsprechenden Unterstützung durch Applikationen, von denen es aber nur sehr wenige gibt. Die Rasterparametrierungen können dann auch nur im Rahmen der PostScript/PDF-Möglichkeiten erfolgen. Die Auswahl von Heidelberg Rastersystemen ist nicht möglich.

Aus diesem Grunde hat Heidelberg ein Acrobat Plug-In entwickelt, mit dessen Hilfe den grafischen Objekten eines PDF unterschiedliche Heidelberg Raster zugewiesen werden können. Dies erfolgt durch einen speziellen Eintrag im Halftone Dictionary, der von Adobe extra für derartige Zwecke geschaffen wurde. Die Inhalte des Eintrags sind herstellerspezifisch. Die Umsetzung der Parametrierung erfolgt durch den Heidelberg-RIP, wenn er dafür aktiviert wurde.

Ein typischer Anwenderwunsch für objektspezifische Raster ist, Bilder mit FM- und alle anderen Objekte mit AM-Rastern zu kombinieren. Derartige Kombinationen sind möglicherweise problematisch im Druck, da AM- und FM-Raster unterschiedlich auf Über- bzw. Unterfärbung³⁰ reagieren.

5.5 Die Rasterung im JDF-Workflow

5.5.1 Die Entstehungsgeschichte von JDF

In den vorangegangenen Abschnitten ist mehrfach das Thema Geräteunabhängigkeit angesprochen worden. Die Vorteile dieser Eigenschaft hinsichtlich Austausch und Wiederverwendung von Dokumenten ist unmittelbar einleuchtend und wird in modernen Workflows angestrebt. Wie aber parametriert man gerätespezifische Eigenschaften, wenn die eigentliche Seitenbeschreibung diese nicht mehr enthalten soll?

Als Antwort auf diese Frage hat Adobe das Portable Job Ticket Format ‚PJTF‘ erfunden. Dies ist ein spezielles PDF Datenformat, das zur Beschreibung eines Auftrages für den RIP dient. Es enthält alle Informationen für die Ausgabe, z. B. Rasterparameter, Kalibrierinformation, Layout. Da die Spezifikation aber nicht umfassend genug ist, um alle Fälle abzudecken, entstanden bei allen Herstellern proprietäre Erweiterungen, die nicht austauschbar sind. Die Einschränkungen im PJTF führten zu einer herstellerübergreifenden Initiative zur Definition eines Standardformates für die Herstellung von Druckprodukten. Es entstand das Job Definition Format JDF. Anders als PostScript und PDF werden die Inhalte von JDF und die Software zur Unterstützung nicht von einer einzelnen Firma,

sondern von einem Gremium entwickelt (CIP4). So entstand eine Spezifikation, die praktisch alle denkbaren Varianten von Workflows abdeckt und von der Kalkulation bis zum Finishing reicht. Die Komplexität ist einerseits sehr groß, andererseits optional, so dass die angestrebte Austauschbarkeit von Daten nicht mehr sichergestellt ist. Deshalb wurden für einzelne Workflow-schritte Untermengen als Mindeststandard für den Datenaustausch definiert. Dieser Mindeststandard wird durch die ‚Interoperability Conformance Specifications‘ (ICS) definiert.

5.5.2 Rasterparametrierung im JDF-Workflow

Die Möglichkeiten zur Rasterparametrierung im JDF sind im Vergleich zu PostScript oder PDF relativ umfangreich. Nachfolgend werden nur die Prinzipien und die wichtigsten Details erläutert. Welche Möglichkeiten in einem bestimmten Produkt vorhanden sind, muss der jeweiligen Dokumentation entnommen werden.

JDF ist ein hierarchisches Format, das jedoch auch Netzwerke von Arbeitsschritten beschreiben kann. Ein Job wird somit sowohl produktbezogen als auch nach Arbeitsschritten strukturiert.

- Die oberste Ebene ist der Job.
- Der Job besteht aus Bögen.
- Der Bogen hat eine Vorder- und Rückseite.
- Jede Vorder- und Rückseite besteht aus ‚Placed Objects‘ (z. B. Seiten oder Druckmarken).

Zunächst kann im JDF aus Kundensicht beziehungsweise aus Sicht der Kalkulation eine grobe Vorgabe für die Rasterung gemacht werden. Hierbei werden typischerweise die Art des Rasters (AM, FM oder Hybrid) und die Rasterfrequenz angegeben. Eine Aufteilung nach Objektart ist nicht vorgesehen.

In der Beschreibung des technischen Rasterprozesses („Screening“) können in jeder Ebene Raster parametriert werden. Es kann nur eine Parametrierung auf oberster Ebene vorhanden sein, es können aber auch davon abweichende Parametrierungen auf niedrigeren Ebenen vorhanden sein. In diesem Fall kommt immer die Parametrierung der niedrigsten Ebene zur Anwendung.

Innerhalb der Rasterparametrierung kann die Gültigkeit auf grafische Elemente bestimmten Typs eingeschränkt werden. Dabei kann zwischen den Typen Bild, Text, Vektorgrafik (Zeichnung) oder Verlauf unterschieden werden. Diese Einschränkung kann auf allen Ebenen erfolgen. Es ist somit vergleichsweise einfach, alle Bilder eines Jobs mit einem abweichenden Raster auszugeben.

Komplizierter wird es, wenn nur die Bilder bestimmter Seiten einen abweichenden Raster bekommen sollen, da dann für diese Seiten ein entsprechender Eintrag im JDF vorhanden sein muss. Wenn im Extremfall nur ein Bild von mehreren auf einer bestimmten Seite abweichend ausgegeben werden soll, ist dies mit JDF alleine nicht mehr möglich. Das JDF enthält dann nur die Anweisung für das betroffene ‚Placed Object‘, die Rasterung des PDF auszuwerten.

Bei Heidelberg kommt in diesem Fall entweder die oben beschriebene objektspezifische Rasterung oder die Standard PDF-Rasterung zum Tragen. Eine automatische Zuweisung von Rastern zu einem JDF-Job ist möglich, wenn alle grafischen Typen eines Jobs gleich gerastert werden sollen. Wenn es Ausnahmen gibt, muss der entsprechende Job interaktiv bearbeitet werden, je nach Situation im JDF oder im PDF. Im Extremfall bietet die objektspezifische Rasterung im PDF die höchste Flexibilität. Sie erlaubt den Eingriff für einzelne Objekte. Wenn dies für alle Objekte eines Jobs erfolgt, kann man auf diese Weise die gleichen Effekte wie mit JDF erzielen.

5.6 Zusammenfassung

Die vielfältigen Möglichkeiten der Rasterparametrierungen in der Kombination von JDF und PDF decken nicht nur die alltäglichen Anforderungen sondern auch viele Spezialfälle ab. Da die Mehrzahl der Anwendungen jedoch die Spezialfälle nicht benötigt, werden sie von vielen RIP-Produkten nicht oder nur teilweise unterstützt. Dahinter steckt die Überlegung, dass mit der Komplexität der Parametrierung auch die Komplexität der Bedienoberfläche und die Anforderungen an das Know-how des Bedieners steigen. Die Bedienoberfläche für der Rasterparametrierung in einem RIP-Produkt und damit auch die Möglichkeiten für eine spezielle Parametrierung werden daher immer auf den vorgesehenen Einsatz zugeschnitten sein.

Auch mit JDF und PDF bleiben Rastergeräte- und herstellerabhängig. Die Austauschbarkeit von JDF-Dateien und auch von PDF-Daten mit Object Screening zwischen Produkten verschiedener Hersteller bleibt problematisch. Sicher vorhersagbare Rasterergebnisse auf einem Heidelberg RIP wird es nur dann geben, wenn auch die Rasterparametrierung mit einem Heidelberg Produkt erfolgt ist.

6 Laserbelichter

Die überwiegende Menge aller Druckvorlagen wird heute mit Plattenbelichtern (Computer to Plate³¹) erstellt.

In diesem Kapitel werden Aufbau und prinzipielle Eigenschaften verschiedener Typen von Belichtern beschrieben. Belichtereigenschaften beeinflussen die Möglichkeiten in der Rasterung.

Diese Zusammenhänge sollen hier aufgezeigt werden.

Für die Konstruktion von CtP-Belichtern haben sich zwei Prinzipien durchgesetzt:

- Außentrommelbelichter
- Innentrommelbelichter

Alle Laserbelichter funktionieren nach dem Prinzip, dass ein oder mehrere Laserstrahlen parallel zeilenweise Bildinformation auf fotosensitives Material ‚schreiben‘.

An den Stellen, an denen die Druckplatte belichtet werden soll, wird der Laserstrahl eingeschaltet, sonst bleibt er ausgeschaltet. Das Schalten des Laserstrahls erfolgt digital in einem festen Taktraster. Die einzelnen Laserpunkte, die geschaltet werden können, nennt man Pixel, abgeleitet von Picture Element. Jeder Rasterpunkt wird aus einer bestimmten Anzahl Belichterpixel

aufgebaut. Auf diese Weise wird ein Raster in die Pixelmatrix des Belichters hineinkonstruiert.

In der Praxis liegen sowohl der Abstand der Linien als auch der Pixeltakt typischerweise zwischen 7,5 und 20 μ . Im Gegensatz zum Elektronenstrahl in der Fernrohröhre können Laserstrahlen nicht durch elektromagnetische Felder abgelenkt werden. Licht kann über größere Strecken nur mechanisch abgelenkt werden. Dazu kommt, dass die Ablenkung in zwei Richtungen erfolgen muss: schnell in Richtung der Laserlinie und relativ langsam von Laserlinie zu Laserlinie.

In Publikationen werden statt ‚Laserlinie‘ oft auch die Begriffe Bildlinie, Scan oder Fast Scan benutzt. Die Richtung senkrecht dazu ist der Vorschub oder Slow Scan.

Die unterschiedlichen Belichtertypen unterscheiden sich hauptsächlich durch das Prinzip zur Erzeugung von Bildlinien und Vorschub.

6.1 Außentrommelbelichter

Außentrommelbelichter haben sich in der Reprobranche über Jahre für qualitativ hochwertige Filmarbeiten bewährt. Dieses Prinzip hat sich auch für die Belichtung von Druckplatten etabliert. Beim Außentrommelbelichter wird die zu belichtende Druckplatte außen auf eine Trommel aufgespannt. An der rotierenden Trommel entlang wird mit einem Laserkopf (siehe Abbildung 73) belichtet, der seinerseits durch eine Spindel sehr präzise an der Trommel entlang bewegt wird. Durch Rotation der Trommel werden die Bildlinien geschrieben. Die langsame Bewegung des Laserkopfes bewirkt den Vorschub. Wegen der relativ großen bewegten Massen und der Unwucht, die ein auf die Trommel gespanntes Material erzeugt, erfordert diese Konstruktionsart eine sehr stabile Bauweise. Aufwendig ist die Fixierung des Materials auf der Trommel. Damit die Fliehkräfte und die Unwucht nicht zu groß werden, sind nur vergleichsweise geringe Drehzahlen möglich. Um akzeptable Belichtungszeiten zu erreichen, wird deshalb mit mehreren Laserstrahlen gleichzeitig belichtet. Diese Strahlen können so angeordnet sein, dass gleichzeitig

unterschiedliche Bereiche auf der Trommel belichtet werden oder dass eine ‚Lichtharke‘ direkt nebeneinander liegende Bildlinien belichtet.

Das Prinzip der Lichtharke ist weit verbreitet. Zur Erzeugung der parallelen Laserstrahlen gibt es eine Reihe unterschiedlicher Konstruktionen. Gängig ist die Aufspaltung eines einzigen Laserstrahls in eine ‚Lichtharke‘ aus parallelen Lichtstrahlen, die einzeln moduliert werden. Dazu wurde ein akusto-optischer Modulator (AOM) benutzt. Laser, Strahlaufspaltung und AOM sind hier in einem sogenannten Laserkopf untergebracht.

Heutzutage wird eine Laserdiodenzeile eingesetzt oder eine Zeile aus Modulatoren, die durch Laserdioden beleuchtet werden. Diese Bauart erlaubt sehr kurze optische Wege. Es lassen sich besonders einfach hohe Lichtleistungen erzeugen. Damit lassen sich auch die von der Branche bevorzugten thermischen Druckplatten belichten.

Um die Belichtungsgeschwindigkeit weiter zu erhöhen, können auch mehrere Optikköpfe nebeneinander eine Druckplatte belichten.

Unabhängig von der Konstruktion des Laserkopfes gibt es zwei Eigenschaften, die Einfluss auf die Rasterqualität haben können:

1. Die einzelnen Strahlen einer Lichtharke müssen auf gleiche Lichtstärke abgeglichen sein.
2. Der Abstand zwischen ihnen muss exakt gleich sein.

Bei fehlerhaften Einstellungen bewirken beide Effekte periodische ‚Lichtstarkestreifen‘, die mit dem Raster interferieren können. Diese Interferenzen können durch die Rasterung berücksichtigt und minimiert werden (siehe Abschnitt 6.4 und 6.5).

Der Plattenbelichter Suprasetter® von Heidelberg ist ein Außentrommelbelichter mit einer Laserdiodenzeile.

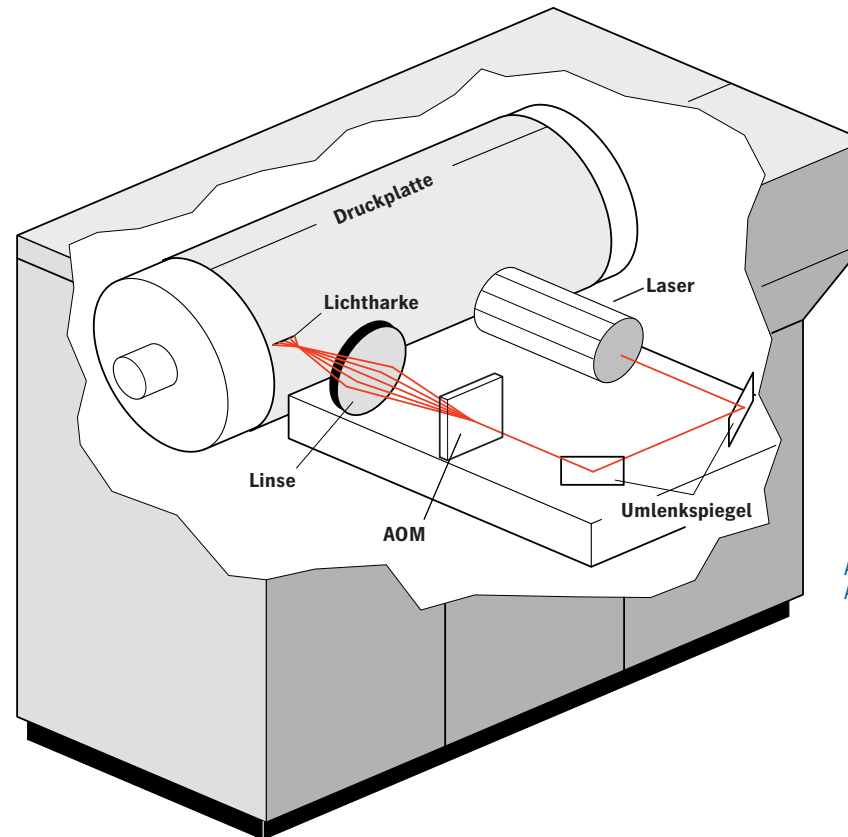


Abbildung 73: Schematische Darstellung eines Außentrommelbelichters mit AOM.

6.2 Innentrommelbelichter

Bei Innentrommelbelichtern wird das zu belichtende Material im Inneren eines teilweise offenen Hohlzylinders festgehalten. Der Laser und eine Ablenkeinheit werden exakt im Zentrum entlanggeführt. Durch ein schnell rotierendes Prisma wird der Laserstrahl abgelenkt und somit eine Bildlinie geschrieben. Sowohl die Bildlinien als auch der Vorschub erfolgen durch Bewegung im optischen System. Das Material wird während der Belichtung nicht bewegt.

Die rotierende Ablenkeinheit ist ein relativ kleines Teil und kann sehr schnell drehen. Deshalb kann schon mit einem einzigen Laserstrahl sehr schnell produziert werden. Die Optik ist insgesamt deutlich einfacher zu realisieren.

Die optischen Wege sind zwar deutlich länger als bei Außentrommelbelichtern, aber insgesamt ist der Aufwand zur Schwingungsdämpfung geringer, da die bewegte Masse deutlich kleiner ist. Dieser Belichtertyp erlaubt Spitzenqualität bei sehr hoher Geschwindigkeit und einem moderaten Preis.

Der Plattenbelichter Prosetter® von Heidelberg ist ein Innentrommelbelichter mit einem UV-Laser.

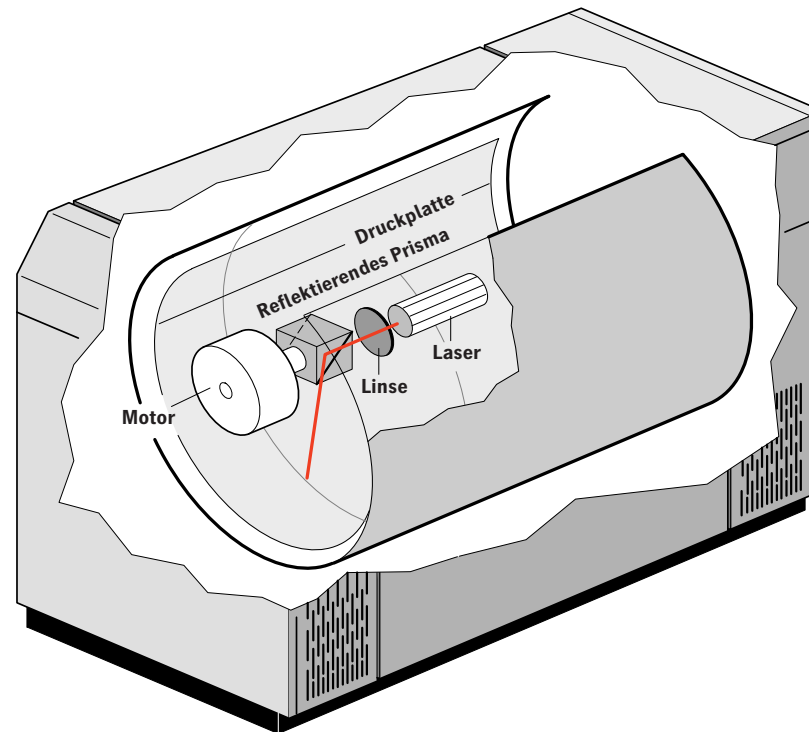


Abbildung 74: Schematische Darstellung eines Innentrommelbelichters.

6.3 Auflösung und Adressierbarkeit

Laserbelichter verfügen über eine mehr oder weniger große Anzahl von Auflösungen, die üblicherweise in Linien pro Zentimeter (l/cm) oder Dots per Inch (dpi) angegeben werden. Dieser Wert wird oftmals falsch interpretiert, da er nicht wirklich die Auflösung beschreibt, sondern nur den Abstand zweier Bildlinien. Der bessere Begriff hierfür ist Adressierbarkeit. Welche Auflösung ein Belichter hat, kann dem Wert für die Größe des Laserpunktes („spot size“) entnommen werden. Er sollte im Idealfall etwa 20 % größer sein als die jeweilige Adressierbarkeit. Dieser Wert ist der optimale Kompromiss zwischen einer gleichmäßigen Flächenschwärzung und höchster Auflösung. Beispiel: Ein Belichter mit 1000 l/cm (2540 dpi) Adressierbarkeit hat einen Laserlinienabstand von 10 μ . Der Laserpunkt sollte dabei 12 μ Durchmesser haben. Da auch die Intensität eines Laserstrahls zum Rand hin abnimmt, wird durch die nominale Überlappung von 2 μ eine gleichmäßige Schwärzung erreicht. Einzelne Laserlinien ohne Nachbarn werden ziemlich genau 10 μ breit sein. Dies stimmt natürlich nur, wenn die Intensität des Lasers für das verwendete Material richtig eingestellt ist.

6.4 Lichtharken und Rasterpunkte

Lichtharken sind ein typisches Merkmal von Außentrommelbelichtern. Übliche Zahlen für die Anzahl der Laserlinien sind 8 bis ca. 250. In der Wechselwirkung mit der Periode des Rasters können Interferenzen entstehen, die meist als Streifen in Richtung der Bildlinien wahrgenommen werden. Besonders anfällig hierfür sind Raster unter 0° und 45°. Aus diesem Grunde werden bei diesen Winkeln die Rasterpunkte vorzugsweise aus einem ganzzahligen Vielfachen der Lichtharke aufgebaut. Beispiel: Ein 60er Raster bei 1000 l/cm müsste aus 16,67 Laserlinien bestehen. Bei einem Belichter mit 8 Laserstrahlen wird er in Realität aus 16 Linien bestehen, was einen 62,5er Raster als Belichtungsergebnis ergibt. Die Regel der Ganzzahligkeit wird, wenn möglich, auch bei Innentrommelbelichtern mit nur einem Strahl eingehalten, da sonst schon im Raster störende Strukturen enthalten sein können. Daraus ergeben sich bestimmte Einschränkungen hinsichtlich der bei einer bestimmten Adressierbarkeit erreichbaren Rasterfeinheiten. Ebenso ergeben sich für die Farbproduktion bestimmte Vorzugskombinationen von 0°- und 45°-Winkeln. Es gibt kein Paar von gleichen 0°- und 45°-Rasterweiten, wo die Rastermaschen

beider Winkel aus einer ganzen Anzahl von Linien bestehen. Deshalb hat der 0°-Winkel oft eine abweichende Rasterfeinheit.

6.5 Belichtereinstellung

Zur Optimierung des optischen Systems, einschließlich der Minimierung der Lichtharkeneffekte, ist ein material- und entwicklerspezifisches Einmessen des Belichters unerlässlich. Je nach Belichtertyp müssen die vorgeschriebenen Prozeduren für Lichtwert, Fokus usw. sorgfältig durchgeführt und regelmäßig wiederholt werden. Ein schlecht eingemessener Belichter kann keine gute Qualität liefern. Das Gleiche gilt für eine schlecht gewartete Entwicklungsmaschine. Jede Druckplatte benötigt zur stabilen Bebilderung und zum Erreichen einer guten Standfestigkeit eine bestimmte Lichtmenge. Hierbei sollte man eventuelle Nichtlinearitäten in Kauf nehmen und durch eine Linearisierung kompensieren.

6.6 Linearisierung

Die auf der Platte tatsächlich erreichte Flächendeckung ist vom Belichter, vom Material und den Entwicklungsbedingungen abhängig. Druckplatten haben bei 50 % Solldichte typbedingt unterschiedlich große Abweichungen in der Flächendeckung. Bei korrekter Arbeits-

weise sollte auch diese Abweichung durch eine Linearisierung korrigiert werden.

Um zu linearisieren, ist es erforderlich, einen Stufenkeil³² mit den entsprechenden Tonwertstufen auszubelichten, zu entwickeln und auszumessen.

Diese Messwerte werden in eine Software-Applikation eingetragen (z. B. den Heidelberg Calibration Manager). Die Berechnung der Korrekturen übernimmt dann das Programm, so dass die Belichtungsergebnisse auf Anhieb stimmen.

Im Calibration Manager von Heidelberg werden die Daten in einer Datenbank gespeichert. Zusätzlich werden Informationen über den Gültigkeitsbereich von Linearisierungen vorgehalten, damit diese Arbeit nicht für jede Rasterkombination oder Rasterfeinheit neu durchgeführt werden muss.

Die Messung der Flächendeckung auf einer Platte ist eine technische Herausforderung, die von den erhältlichen Messgeräten zunehmend besser beherrscht wird (siehe auch Kapitel 7.1 Druckplatten). Eine Linearisierung von Druckplatten wird daher inzwischen empfohlen.

7 Raster im Druck

Die Rasterung ist in einen Gesamtprozess zur Herstellung einer Drucksache eingebunden. Es ist deshalb sinnvoll, sich auch mit dem Umfeld, insbesondere mit Druckprozessen, zu beschäftigen. Die Verarbeitungsschritte nach dem Erstellen der Druckplatten oder von Farbauszugsfilmen erfordern einiges, was bereits bei der Erstellung berücksichtigt werden muss. Bei der heute üblichen Direktbelichtung von Druckplatten entfallen einige Schritte. Dieses Thema ist ein weites Feld und es ist im Rahmen dieses Buches nicht möglich, alle Aspekte der Drucktechnik zu beleuchten. Auf die wichtigsten soll aber im Folgenden eingegangen werden.

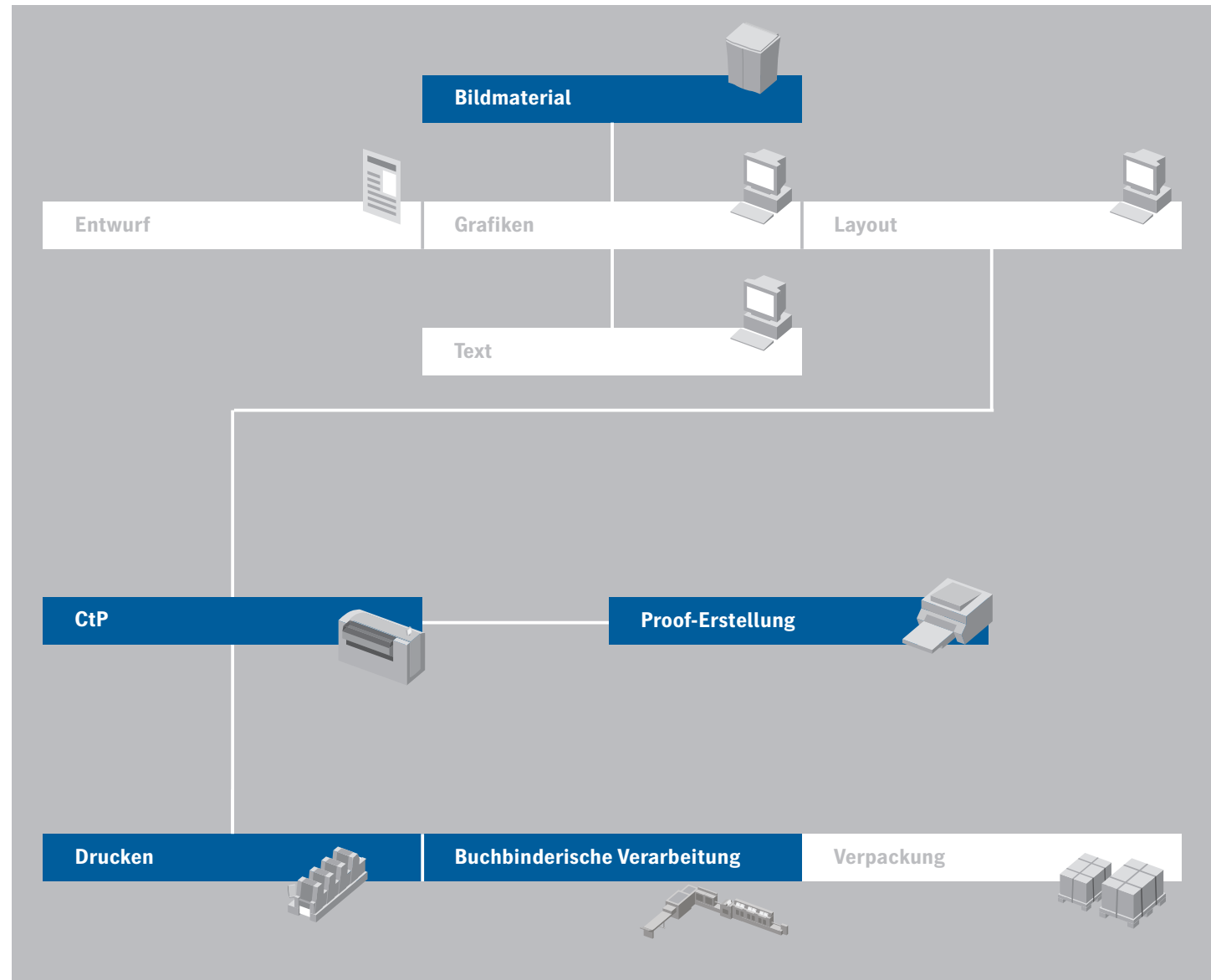


Abbildung 75: Produktionsprozess Druck.

7.1 Druckplatten

Eine Druckplatte besteht üblicherweise aus einem Aluminium-Träger mit einer lichtempfindlichen Kunststoffschicht. Die oleophile, also fettfreundliche, Kunststoffbeschichtung nimmt die ölhaltige Druckfarbe an, während der hydrophile, also wasserfreundliche, Träger aus Aluminium vor jedem Neudruck in der Druckmaschine gefeuchtet wird, so dass er keine Druckfarbe annehmen kann.

Es gibt diverse Möglichkeiten zur Bebilderung von Druckplatten. Zur Zeit sind zwei Verfahren am weitesten verbreitet: Die Belichtung mit violettem Licht bei ca. 400 nm und infrarotem Licht bei ca. 830 nm.

Für die Belichtung mit violettem Licht gibt es hochempfindliche Druckplatten auf Silberhalogenid-Basis. Diese Platten werden photochemisch entwickelt. Druckplatten auf Fotopolymer³³-Basis sind deutlich weniger empfindlich. Durch die Belichtung mit violettem Licht werden Monomerketten vernetzt, so dass die belichteten Teile den nachfolgenden Entwicklungsprozess überstehen. Die nicht belichteten Bereiche werden mit einer Lauge ausgewaschen. Die Belichtung von thermischen Druckplatten erfordert nochmals wesentlich höhere Energien. Die etwas missverständliche Bezeichnung von Druckplatten richtet sich nach

dem Filmtyp, für den sie bestimmt sind. Positiv-Druckplatten sind für Positiv-Filme und Negativ-Druckplatten für Negativ-Filme vorgesehen.

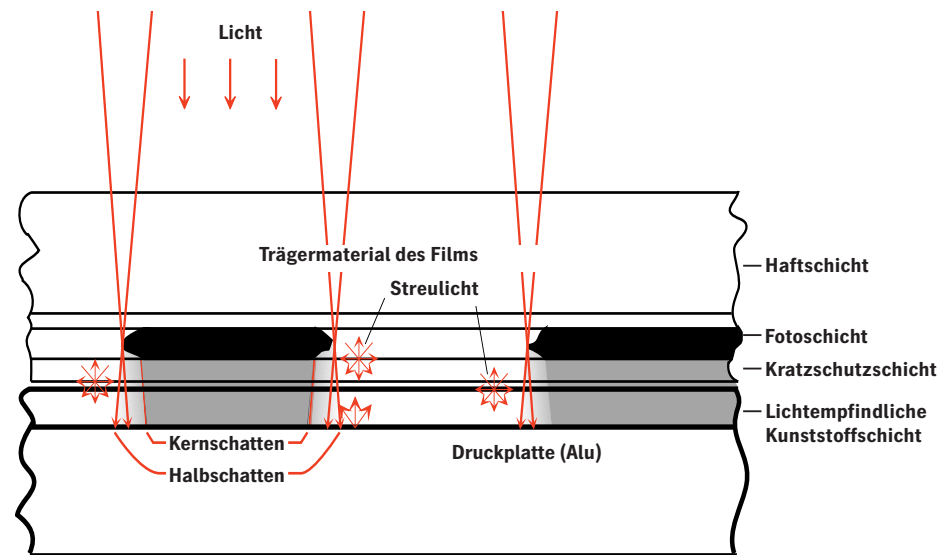
Bei Negativ-Druckplatten wird durch Hitze eine Primärvernetzung in der Polymerbeschichtung der Druckplatte erzeugt, die dann im Entwickler durch thermische Prozesse fixiert wird. Die unbelichteten Stellen lassen sich auswaschen. Es drucken also die belichteten Teile der Druckplatte.

Im Gegensatz dazu werden bei Positiv-Druckplatten chemische Bindungen der Beschichtung durch Hitze aufgebrochen. Die belichteten Teile werden im nachfolgenden Entwicklungsprozess

ausgewaschen. Es drucken also die unbelichteten Teile der Druckplatte.

Der Hauptvorteil thermischer Druckplatten ist ihre ‚digitale‘ Arbeitsweise. Nur wenn ein Hitzeschwellwert überschritten wird, entsteht ein Belichterpixel. Weitere Erhöhung der Energie vergrößert den Pixel praktisch nicht mehr. Die thermischen Platten haben eine extrem steile Gradation³⁴ und ermöglichen damit sehr prozessstabiles Arbeiten mit besonders scharfkantigen Rasterpunkten.

Abbildung 76: Überstrahlungseffekte bei der Plattenkopie.



7.1.1 Druckplattenbelichtung

Die Druckplattenbelichtung findet heute überwiegend auf CtP-Strecken³¹ statt. Um die Vorteile der CtP-Strecken zu zeigen, soll hier noch die Kopie auf eine Offsetplatte in einer CtF-Strecke betrachtet werden. Die Kopie der Filme auf die Druckplatte beeinflusst die Flächendeckung durch Überstrahlung oder Unterstrahlung. Bei manchen Filmen ist der Rand der Rasterpunkte nicht absolut scharf, es gibt eine Grauzone.

Selbst bei extrem steilen Filmen mit scharfem Rand gibt es Überstrahlungseffekte, da die Fotoschicht immer einen minimalen Abstand von der Platte hat und selbst ca. 1 μ dick ist. Staubkörner zwischen Film und Druckplatte bewirken lokal unterschiedliche Tonwerte, eine sogenannte Hohlkopie. Zusätzlich spielen noch Reflexionen an der Trägerplatte aus Metall und Streulicht eine Rolle. In der Regel versucht man die Schnittkanten der Filme wegzukopieren. Dazu nutzt man die beschriebenen Überstrahlungseffekte und eventuell noch eine Streufolie³⁵. Die Punkte werden meist spitzer³⁶ kopiert. Aus diesen kurzen Bemerkungen wird schon deutlich, warum heute der Prozessschritt Plattenkopie ausgelassen wird und die Vorteile von CtP-Strecken genutzt werden. Die Vorteile einer

CtP- Strecke kurz zusammengefasst:

- Extrem scharfer Punkt statt unscharfer analoger Kopie.
- Keine Mitbelichtung von Staub, Schnittkanten oder Hohlkopien.
- Keine manuelle Plattenkorrektur mehr.
- Einsparung von Film und Filmentwicklung.
- Hohe Registergenauigkeit.
- Größerer Tonwertumfang.

- Problemloser Einsatz von FM-Rastern.
- Digitale Voreinstellung der Druckmaschine, dadurch schnelleres Einrichten, schneller in Farbe und weniger Makulatur.
- Durchgängige Prozessautomatisierung in Vorstufe, Druck und Weiterverarbeitung. Dadurch deutlich höhere Auslastung der Druck- und Weiterverarbeitungsmaschinen.

7.2 Tonwertzunahme im Druck

Der wichtigste Effekt, der bei der Druckformherstellung berücksichtigt werden muss, ist die Punkt- oder Tonwertzunahme im Druck. Am Beispiel des Offsetdrucks soll dies erläutert werden. Auf den Plattenzylinder wird die Druckfarbe über ein Farbwerk und das mit Alkohol versetzte Wasser über ein Feuchtwerk aufgetragen. Von dort wird die Druckfarbe auf einen Gummibogen übertragen und dann erst auf den Bedruckstoff übertragen. Es ist leicht verständlich, dass die Druckpunkte

hierbei mehr oder auch weniger ‚breitgequetscht‘ werden können. Die dadurch entstehende Punktzunahme im Druck kann durch viele Faktoren wie Farbmenge, Farb-/Wasserbalance und Andruckkraft (Druckbeistellung) der Zylinder beeinflusst werden. Für einen stabilen Druck müssen also viele Faktoren präzise konstant gehalten werden.

Abbildung 77: Schema einer Offsetdruckmaschine.

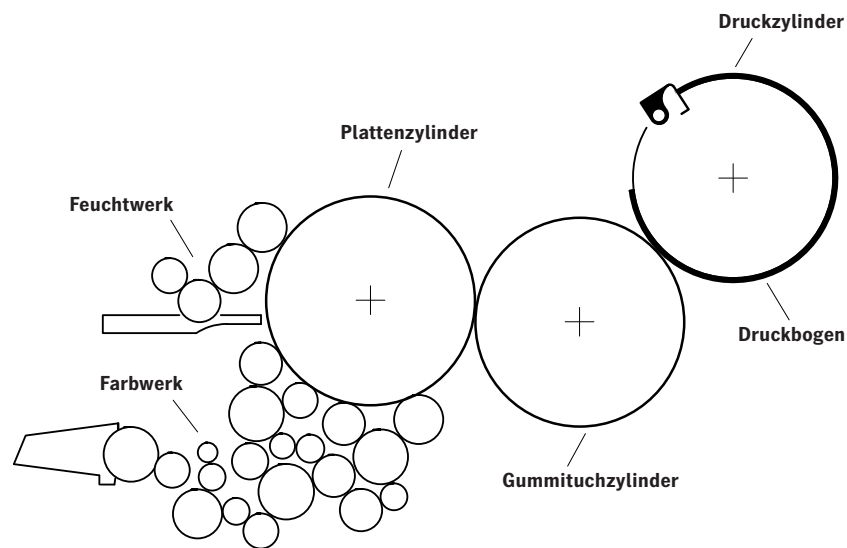
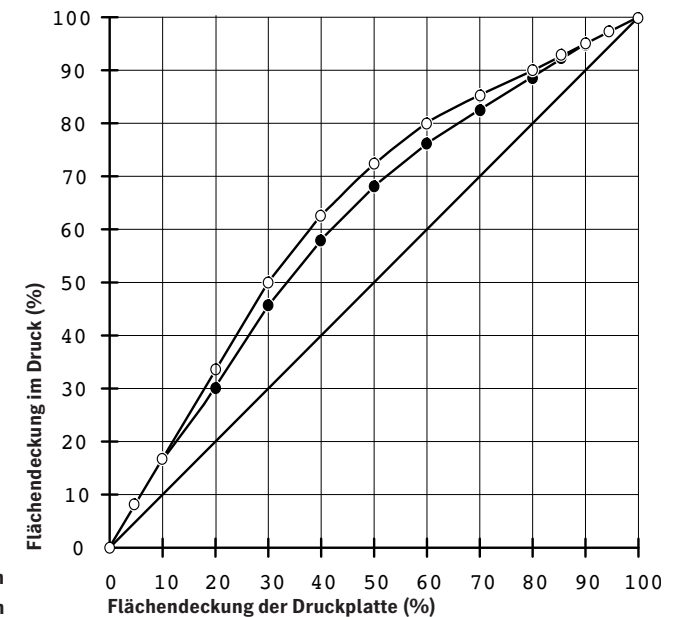


Abbildung 78: Beispiel für eine Druckkennlinie mit deutlicher Punktzunahme im Mittelton.



Der wesentliche Faktor für die Punktzunahme im Druck sind Lichtfangeffekte. Wie sich Lichtfangeffekte im Auflichtdensitometer auswirken, ist unter ‚Tipps und Tricks‘ im Abschnitt über Dichte beschrieben.

Trägt man in einem Diagramm die Flächendeckung, die sich im Druck ergibt, über der Flächendeckung der Druckplatte auf, so erhält man die Druckkennlinie. Sie weist eine deutliche Punktzunahme im Mittelton auf. Die Punktzunahme kann je nach Druckmaschine, Druckbedingungen, Papiersorte und Rasterfeinheit relativ große Unterschiede aufweisen. Wird einer dieser Faktoren geändert, so ist meist eine neue Prozesskalibrierung nötig.

Es ist heute üblich, Bilder medienneutral zu erzeugen, so dass sie sowohl für den Druck als auch für elektronische Medien geeignet sind. Lediglich bei älteren Bildern wurde bereits beim Scannen eine Standardpunktzunahme in der Farbgradation berücksichtigt. Über ICC-Profile werden die Daten dann für das Ausgabemedium vorbereitet.

Die Anpassung an die aktuelle Druckkennlinie erfolgt dann im Rahmen der elektronischen Rasterung. Dazu muss vorher eine Prozesskalibrierung durchgeführt werden.

7.3 Prozesskalibrierung

Die Prozesskalibrierung ist ein Mittel zur Kontrolle der Tonwertzunahme eines Druckprozesses. Sie ist eng mit dem Thema Standardisierung verknüpft. Die Standardisierung von Druckprozessen umfasst neben der Tonwertzunahme viele weitere Aspekte wie beispielsweise die Beschaffenheit von Bedruckstoffen und Druckfarben, die Volltonfärbung, ICC-Profile und die Druckmaschine selbst. Zwar schränkt die Standardisierung die Gestaltungsfreiheit des Druckers ein, führt aber sehr viel schneller zu guten Ergebnissen und damit zu weniger Makulatur. Die Standardisierung bewirkt in Verbindung mit der automatischen Einstellung der Druckmaschine einen deutlichen Produktivitätszuwachs.

Die Prozesskalibrierung soll die Tonwertzunahme eines Druckprozesses an einen vorgegebenen Prozessstandard angleichen. Die Tonwertzunahme hängt u.a. von der Druckmaschine, dem verwendeten Bedruckstoff, den Druckfarben, der Volltonfärbung und insbesondere dem gewählten Raster und der Rasterfeinheit ab.

Wichtigste Voraussetzung für die Durchführung der Kalibrierung ist ein stabiler Druckprozess, insbesondere die Einhaltung einer korrekten Färbung. Die Prozesskalibrierung wird mit Hilfe eines speziellen Kalibriertools durchge-

führt. Eine Testseite wird mit dem zu kalibrierenden Raster unkalibriert belichtet. Wesentliches Element der Testseite sind Stufenkeile mit Tonwerten zwischen 0 % und 100 %. Anschließend wird die Seite auf dem jeweiligen Bedruckstoff angedruckt und densitometrisch ausgemessen.

Die Messwerte und die Soll-Werte eines Prozessstandards werden über einen Dialog in das Kalibriertool eingegeben, das daraus die Kalibrierkurven für die elektronische Rasterung berechnet. Die so ermittelten Kalibrierkurven werden in einer Datenbank gespeichert und können für die nachfolgende Produktion aktiviert werden. Zusätzlich werden Informationen über den Gültigkeitsbereich von Kalibrierungen vorgehalten, so dass der aufwändige Kalibrierprozess nicht für jede Rasterkombination neu durchgeführt werden muss.

Die durch dieses Vorgehen ermittelten Kalibrierkurven sind in der Regel so gut, dass die Druckergebnisse auf Anhieb im Toleranzbereich liegen. Auch wenn nachträglich noch Geschmackskorrekturen angebracht werden sollten, das heißt in der Druckmaschine noch ‚lithografiert‘ wird, liegt man nach einer guten Prozesskalibrierung in der Mitte des Einstellbereiches und gewinnt damit erst die nötige Gestaltungsfreiheit.

Die Prozesskalibrierung ist meist farbabhängig. Die Ursachen dafür sind hauptsächlich rheologische³⁷ Unterschiede der Farben oder unterschiedliche Einstellungen der Farbwerke einer Druckmaschine.

Selbst wenn die Eigenschaften aller Farben gleich sind, ist bei einigen Rastersystemen die Kalibrierung farbabhängig. Dies gilt für die Rastersysteme IS Y fine, RT Y45° K fine und Megadot wegen der stark unterschiedlichen Rasterfeinheiten in den Farbauszügen.

7.4 Auswahl der Rasterfeinheiten

Die Rasterfeinheit sollte sich nach der Empfindlichkeit des menschlichen Auges richten. Bei einem 60er Raster sind die einzelnen Rasterpunkte noch gerade eben unterscheidbar, es ist die Sichtbarkeitsgrenze. Für einfarbige Abbildungen ist eine Reproduktion mit 60 l/cm (150 lpi) ausreichend. Die konventionellen Raster bilden im Zusammendruck eine größere Rosette, wobei die Sichtbarkeit der Rosette vom Farbton abhängig ist. Nach FOGRA-Untersuchungen entspricht die Sichtbarkeit der Rosette etwa der Sichtbarkeit eines Rasters mit knapp 1,5facher Periode, das heißt, die Rosette wäre sogar noch beim 80er Raster sichtbar. Hochwertige Kunstdrucke sollten daher mindestens im 80er Raster gedruckt werden. Für die Auswahl der Rasterfeinheit sind jedoch Gesichtspunkte des Drucks oft wichtiger. Entscheidend dafür ist der kleinste druckbare Punkt bzw. die kleinste noch druckbare Lücke zwischen den Punkten. Wegen der hohen Empfindlichkeit des menschlichen Auges im dunklen Bereich ist es nötig, möglichst kleine Lücken zu drucken. Bei tiefen Tönen wirken sich Verluste von 1,0 % schon in der Tiefenzeichnung aus. Von besonderem Interesse sind aber auch die Lichter, weil es zahlreiche

kritische Motive in diesem Tonwertbereich gibt. In der folgenden Tabelle ist die Flächendeckung aufgelistet, die sich bei bestimmten minimalen Punktgrößen für verschiedene Rasterfeinheiten ergibt. Meist wird mit relativ groben Rastern gedruckt, weil sie leichter zu verarbeiten sind. Welche Punktgröße noch druckbar ist, hängt von vielen Faktoren, insbesondere vom Papier ab. Die Erfahrung mit FM-Rastern hat gezeigt, dass sich Punkte mit 20µ Durchmesser noch stabil drucken lassen, bei kleineren Punkten wird es schwierig. Hier zeigt sich ein Dilemma des konventionellen Drucks: Bei höherer Rasterfeinheit werden die Rasterpunkte in den Lichtern so klein, dass sie teilweise wegbrechen und zu einem Tonwertbereich mit instabilem Druckverhalten führen. Analog dazu verhält es sich mit den Löchern in den Tiefen. Somit geht Lichter- und Tiefenzeichnung verloren. Die Lösung für dieses Problem ist Prinect Hybrid Screening oder Prinect Stochastic Screening, die stabil druckbare minimale Punktgrößen in den Lichtern bzw. Löcher in den Tiefen haben (siehe Kapitel 4).

Für den Zeitungsdruck hat sich eine Rasterfeinheit um 40 l/cm (100 lpi) eingebürgert. In Europa wurden Magazine und Kataloge standardmäßig im 60er Raster gedruckt (150 lpi). Inzwischen hat sich weitgehend der 70er Raster durchgesetzt (175 lpi), wie es in Südostasien bereits länger Standard ist. Für Kunstdruck auf gestrichenem²⁴ Papier ist der 80er oder ein feinerer Raster empfehlenswert.

Tabelle 12: Kleinster druckbarer Punkt und maximale Flächendeckung.

Kleinster druckbarer Punkt							
Rasterfeinheit		Durchm. Stabiler Druck		Durchm. Stabiler Druck		Durchm. Stabiler Druck	
l/cm	lpi	µ	%	µ	%	µ	%
40	100	10	0,1	20	0,5	30	1,1
60	150	10	0,3	20	0,6	30	2,5
80	200	10	0,5	20	2,0	30	4,5
120	300	10	1,1	20	4,5	30	10,2
160	400	10	2,0	20	8,0	30	18,1

7.5 Proofs

Der Prüfdruck oder kurz ‚Proof‘ soll das spätere Druckergebnis so gut wie möglich vorhersagen. Es gibt unterschiedliche Ansprüche an einen Proof und folglich kann das gewählte Verfahren zur Herstellung des Proofs verschieden sein.

Der einfachste Anspruch an den Proof ist, dass er auf dem Bild genau den Inhalt der Daten zeigt. Dabei wird nicht die höchste Farbtreue erwartet, oft wird ein Ausdruck auch nur in schwarz-weiß angefertigt. Man spricht hier von einem ‚Content Proof‘. Allerdings wird auch für diesen einfachen Proof ein gewisses Maß an Genauigkeit gefordert. Die Objekte auf der Seite müssen richtig dargestellt sein und Text und Grafik müssen genau so wiedergegeben werden wie später im Druck. Diese Art von Proofs wird meistens auf schnellen Laserdruckern oder mit einfachen Desktop-Tintenstrahldruckern erstellt. Der nächsthöhere Anspruch an den Proof ist die richtige Farbwiedergabe. Der Proof soll die Farbe möglichst genau so zeigen wie später im Druck. Oft wird die Druckmaschine nach dem Farbeindruck des Proofs eingestellt, denn der Proof ist das Medium, das der Kunde gesehen hat und zu dem er seine Freigabe erteilt hat. Man spricht hier vom ‚Farbproof‘, und weil er oft die Grundlage für das OK des Kunden ist,

auch vom ‚Kontraktproof‘. Diese Art von Proof ist meistens gemeint, wenn man allgemein von ‚Proof‘ spricht. In der Regel werden solche Proofs heute mit Inkjet-Druckern erstellt. Diese Drucker verwenden oft mehr als vier Farben, um auch feine Farbnuancierungen darstellen zu können. Eine weitere Variante ist der ‚Bogenproof‘. Hierzu werden großformatige Inkjet-Drucker verwendet, die ganze Druckbögen mit allen Kontrollelementen und möglichst korrekter Farbe ausgeben. Die Herausforderung beim Farbproof ist, mit den Tinten des Druckers und dem gänzlich anderen Druckverfahren dennoch den Farbeindruck des Offset-Druckverfahrens wiedergeben zu können. Mit den heute verfügbaren Methoden des Farbmanagements (ICC-Profile, Kalibrierungen) gelingt das erstaunlich gut und so hat sich dieses Verfahren allgemein durchgesetzt. Der höchste Anspruch an einen Proof ist aber, dass er neben der Farbe auch noch den Raster richtig wiedergibt, mehr noch, dass er möglichst genau das im Druck verwendete Rastersystem verwendet. Diese sogenannten Raster-Proofs sind mit den vorher erwähnten Inkjet-Systemen nicht zu erreichen. Zwar gibt es inzwischen auch Ansätze, den autotypischen Raster des Drucks mit Inkjet-Druckern wiederzugeben.

Bis zu einem gewissen Grad können in der Tat damit Moiré-Effekte, z.B. zwischen Bildinhalt und Druckraster, vor dem Druck erkannt werden. Der aufwendigste Raster-Proof ist der Andruck. Damit ist eine exakte Wiedergabe des benutzten Rasters möglich. Zusätzlich können das gleiche Papier und die gleichen Farben wie beim Fortdruck verwendet werden. Der Andruck sollte, jedenfalls wenn er standardisiert durchgeführt wird, farbverbindliche und reproduzierbare Ergebnisse liefern. Er bietet außerdem die Möglichkeit, die Farbwiedergabe in weiten Grenzen zu variieren. Damit ist eine Anpassung an unterschiedliche Druckkennlinien im Fortdruck möglich. Der Drucker weiß aber häufig nicht, ob das schöne Proofergebnis überhaupt oder stabil auf der Fortdruckmaschine erreichbar ist.

8 Tipps und Tricks

In diesem Kapitel werden einige Tipps und Tricks behandelt, die bei der täglichen Arbeit nützlich sein können.

8.1 Winkeltausch

Manchmal ist es bei konventionellen Rastern sinnvoll, die Rasterwinkel zu vertauschen, um für bestimmte Motive bessere Ergebnisse zu erzielen. In konventionellen Rastersystemen wie zum Beispiel IS Classic werden die Farben den Rasterwinkeln so zugeordnet, wie es aus Tabelle 13 ersichtlich ist. Die stark zeichnenden Farben Cyan, Magenta und Schwarz haben einen Winkelabstand von 60°. Die am schwächsten zeichnende Farbe Gelb

muss mit einem Winkelabstand von 15° dazwischengelegt werden. Durch den kleinen Winkelabstand zwischen Gelb und den benachbarten Farben kann es bei den konventionellen Rastersystemen zu einem latenten Gelb-Moiré im Zusammendruck kommen. Es lässt sich bei Bedarf durch eine vom Motiv abhängige Vertauschung der Rasterwinkel minimieren. Diese Aussagen gelten unabhängig davon, auf welche Weise konventionelle Raster oder deren Näherungen erzeugt werden. Dominieren Hauttöne, so ist die zuvor angegebene Winkelzuordnung optimal. Grüntöne (zum Beispiel Vegetation) sind meist in sich strukturiert, so dass ein latentes Moiré nicht sichtbar wird. Dominieren glatte Grau-Grün-Töne, so ist die Vertauschung der Rasterwinkel von Cyan und Magenta zu empfehlen, um ein eventuelles Moiré zwischen Cyan und Gelb zu vermeiden.

Es sollten nur die Rasterwinkel von Magenta mit Cyan oder Schwarz vertauscht werden. Es wird dringend empfohlen, Gelb nicht auf einen anderen Winkel zu legen. Wie die Winkel vertauscht werden, erläutern die entsprechenden Bedienungsanleitungen.

Tabelle 13: Eingabe- und Ausgabewinkel für das Rastersystem IS Classic.

Winkeltausch		
Farbe	Eingabewinkel	Ausgabewinkel
Cyan	15°	165°
Magenta	75°	45°
Yellow	0°	0°
Black	45°	105°

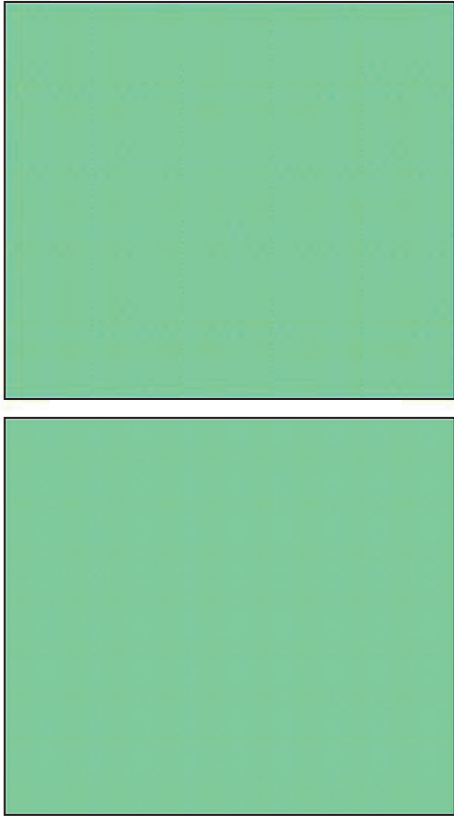


Abbildung 79: Durch einen Winkeltausch können bei bestimmten Motiven oder kritischen Farbtönen bessere Ergebnisse erzielt werden (oben: Standardeinstellung, unten: Cyan und Magenta vertauscht).

Nebeneinander sind zwei Rechtecke mit einem kritischen Farbton abgebildet, die im Rastersystem IS Classic mit einem 54er Raster (133 lpi) und 1000 l/cm Belichterauflösung belichtet wurden. Im oberen Rechteck sind die Winkel nicht vertauscht, im unteren sind sie vertauscht. Die Effekte können am deutlichsten in glatten Flächen sichtbar werden. Mit dem Einsatz feinerer Raster nimmt die Sichtbarkeit eines latenten Gelb-Moirés ab. Damit erübrigt sich der Winkeltausch in den meisten Fällen. Alternativ dazu können z. B. auch die Rastersysteme IS Y fine oder RT Y45° K fine benutzt werden, die konzeptionell kein Gelb-Moiré haben.

8.2 Verläufe

An Verläufen lässt sich besonders gut die Empfindlichkeit des menschlichen Auges demonstrieren. Vor allem im dunklen Bereich werden noch sehr geringe Differenzen in der Flächendeckung wahrgenommen.

Interessant ist folgende optische Täuschung: Bei einem aus sichtbaren Tonwertstufen aufgebauten Verlauf werden Kanten in der Wahrnehmung so aufgestellt, dass jede Stufe zur helleren Seite hin dunkler erscheint als zur dunkleren Seite des Verlaufs. Durch diese Eigenschaft des Auges sind die Anforderungen an Verläufe besonders hoch, wenn sie als glatt wahrgenommen werden sollen.

8.2.1 Die Generierung von Verläufen

PostScript Level 1 bot nur die Möglichkeit, Verläufe durch benachbarte Grafikobjekte (z. B. Rechtecke) mit schrittweise verändertem Farbwert aufzubauen. Alternativ konnte ein synthetisches Bild verwendet werden, dessen Inhalt einen Verlauf darstellt. Beide Wege erlaubten nur eine Stufung mit 8-Bit-Genauigkeit (= 256 Tonwertstufen), was gerade eben zu annehmbaren Resultaten führte. Meist waren aber kleine Stufen sichtbar. Man behalf sich teilweise, indem man mit einem Bildbearbeitungsprogramm einen genügend hoch aufgelösten Verlauf als Bild

erzeugte und ein leichtes Rauschen überlagerte, was die Qualität verbesserte, jedoch nach heutigen Maßstäben keine optimale Glätte erzielte.

Mit der PostScript Level 2 Spezifikation führte Adobe die Möglichkeit von 12-Bit Bildern ein, was theoretisch 4096 Tonwertstufen pro Farbkanal erlaubte. U. a. aus Gründen der Rechengeschwindigkeit wurden davon in RIPs intern aber nur 8 Bit benutzt.

Mit PostScript 3 schließlich führte Adobe die sogenannten ‚Smooth Shades‘ für Verläufe ein. Hierbei werden Verläufe durch mathematische Funktionen beschrieben. Einerseits kann die Art des Verlaufs gewählt werden, z. B. ein linearer oder radialer Verlauf und weitere Formen komplexerer zweidimensionaler Verläufe, bei denen nur an bestimmten Punkten der Fläche der gewünschte Farbwert vom Job angegeben wird. Andererseits kann die Art der mathematischen Funktion ausgewählt werden, nämlich ein linearer oder exponentieller Werteverlauf von einem Start- zu einem End-Farbwert, oder die Angabe der Funktion durch Stützwerte.

Das Besondere bei Smooth Shades ist, dass nicht der Job, sondern der RIP für die Erzeugung ausreichend feingestufteter Tonwerte sorgt. Zwischen den vom Job angegebenen Farbwerten werden die Zwischenwerte interpoliert.

Der RIP berücksichtigt ebenfalls die Anzahl der Tonwertstufen, die das Schwellwertgebirge des Rasters erlaubt. Basiert der Raster auf 8 Bit, werden auch Smooth Shades nur mit 8-Bit-Stufung verarbeitet. Basiert der Raster jedoch auf mehr als 8 Bit, werden auch Verläufe mit einer entsprechend höheren Zahl von Tonwertstufen erzeugt. Das Ergebnis sind glatte Verläufe. Wie diverse Applikationen Verläufe generieren, ist ein Kapitel für sich. Mittlerweile erzeugen die meisten professionellen Grafik- und Layout-Programme Verläufe mit Smooth Shades. Manche Applikationen, insbesondere etwas ältere Versionen, nutzen diese Möglichkeiten noch nicht und erzeugen Verläufe nach den alten Methoden, das heißt, sie fügen Streifen mit schrittweise zunehmenden Tonwerten aneinander. Wenn man Glück hat, werden die 256 Tonwertstufen ausgenutzt und der Verlauf von 0 % bis 100 % Flächendeckung wird aus 256 Stufen aufgebaut. Damit lassen sich brauchbare Resultate erzielen, insbesondere wenn die Verläufe nicht bis zur vollen Tiefe reichen oder relativ kurz sind.

Als ein lange währendes Relikt aus Zeiten schwacher Rechner kann es immer noch vorkommen, dass Applikationen versuchen, Speicherplatz und Rechenzeit zu sparen und deshalb

Verläufe aus möglichst wenigen Stufen aufbauen. Dabei fragt die Applikation die am RIP eingestellte Belichterauflösung und die Rasterfeinheit ab und errechnet daraus die vermeintliche Zahl der möglichen Tonwertstufen.

Ein Beispiel: Bei einer Belichterauflösung von 1000 l/cm und einem 80er Raster besteht eine Rasterzelle ca. aus 12 x 12 Belichterpixeln. Die Applikation nimmt dann fälschlicherweise an, dass nur etwa 144 Tonwertstufen darstellbar sind. Deshalb wird der Verlauf auch nur aus 144 Stufen aufgebaut. Das ist natürlich viel zu wenig und es entstehen deutliche Stufen.

Um Abhilfe für die ‚old fashioned‘ erzeugten Verläufe zu schaffen, führte Adobe mit PostScript 3 nicht nur Smooth Shades ein, sondern auch eine Technik, die ‚Idiom Recognition‘ genannt wird. Die aus Applikationen erzeugten PostScript-Dateien enthalten einen Vorspann, der wiederum ein kleines PostScript-Unterprogramm enthält, das die Erzeugung eines Verlaufs erledigt. Weiter hinten im PostScript-Job wird das Unterprogramm nur noch mit den nötigen Parametern, z. B. dem Start- und dem End-Farbwert, aufgerufen. Das Unterprogramm älterer Applikationen berechnet dann die heute unerwünschte begrenzte Anzahl von Tonwertstufen und baut den Verlauf aus Einzelflächen zusammen.

Idiom Recognition ermöglicht es, das Unterprogramm auszutauschen. Dazu muß das unerwünschte Unterprogramm zusammen mit seiner Ersetzung im RIP hinterlegt werden. Ist Idiom Recognition eingeschaltet, erkennt der PostScript-Interpreter das Unterprogramm bei der Abarbeitung des Jobs und ersetzt es. Dies ermöglicht es, aus einem ‚old fashioned‘-Verlauf ein Smooth Shade zu machen.

Leider unterscheiden sich die Verlaufs-Unterprogramme der Applikationen oft von Version zu Version und die Hersteller der Applikationen stellen auch selten die nötigen PostScript-Idioms zur Verfügung. Das Erstellen der Idioms ist eine aufwändige Angelegenheit, so dass in RIPs nur Ersetzungen für einen Teil der gebräuchlichen Applikationen und ihrer verschiedenen Versionen vorhanden sind.

Idiom Recognition ist eine Technik, die ausschließlich auf PostScript basiert. Erzeugt eine Applikation direkt PDF, so kommt die Idiom Recognition im RIP nicht zum Tragen.

Wenn PDF durch den Acrobat Distiller aus PostScript erzeugt wird, kann optional eine Idiom Recognition durchgeführt werden. In diesem Fall werden Verläufe in Smooth Shades konvertiert. Ansonsten trägt der Distiller der Tatsache Rechnung, dass es nicht möglich ist, für alle Versionen aller Applikatio-

nen die passenden Idiom Sets zu erstellen. Er konvertiert mehrere benachbarte Rechtecke mit ähnlichem Tonwert, die vom PostScript-Job durch eine Programmschleife erzeugt wurden, in Smooth Shades. Das Resultat kann in Einzelfällen unerwünscht sein und die Option muss deaktiviert werden.

Eine vielfach unterschätzte Quelle von Abrissen in Verläufen kann eine extreme Prozesskalibrierung sein. Wenn bei der Erstellung einer Prozesskalibrierung zu viele Messwerte benutzt werden oder die Kurve nicht geglättet wird, können Knicke oder steile Abschnitte entstehen. Die dadurch entstehenden Abrisse sind bei kurzen Verläufen besonders sichtbar. Die Ursache liegt darin, dass bei der Rasterung Tonwertstufen ungleichmäßig verteilt werden oder verloren gehen.

Letzteres wird bei der Heidelberg Rasterung weitestgehend vermieden. Wie bereits im Kapitel über Rasterverfahren beschrieben, wird eine Multidot-Technik eingesetzt. Dadurch ist immer eine ausreichende Anzahl Stufen (mehr als 1000) verfügbar, um einen Verlauf glatt darzustellen. Selbst wenn ein PostScript-Job nur 256 Stufen verwendet, werden diese gleichmäßig wiedergegeben.

8.3 Vorlagen- und Scannermoirés

Moirés sind Schwebungen, wie im Kapitel 1.3 beschrieben. Sie können nicht nur beim Zusammendruck nicht passender Raster, sondern auch zwischen feinen, gleichmäßigen Mustern der Vorlage und dem Druckraster entstehen. Beispiele dafür sind Stoffe, wie sie im Druckbeispiel für Prinect Stochastic Screening zu finden sind. Solche Moirés lassen sich durch die bereits beschriebenen FM-Raster vermeiden.

Auf ähnliche Weise können auch Moirés zwischen der Vorlage und dem Pixelraster einer Digitalkamera bzw. dem Abtastraster eines Scanners entstehen. Diese Moirés lassen sich mit keinem nachgelagerten Prozess beheben. Sie sind meist durch erneutes Aufnehmen der Vorlage mit einer feineren Auflösung zu vermeiden.

Eine weitere Quelle teilweise sehr starker Moirés ist das Scannen bereits gerasterter Vorlagen. Die zuverlässige Entrasterung lässt sich hier nur mit speziellen Filterverfahren erreichen.

8.4 Schmuckfarben

Schmuckfarben werden häufig nur als Vollton gedruckt. In diesem Fall braucht man sich keine Gedanken über Raster und Moirés zu machen.

Für gerasterte Schmuckfarben, die sich mit anderen gerasterten Farben überlagern, ist die Situation allerdings anders. Hier muss sorgfältig abgewogen werden, wie Moirés vermieden werden, da die konventionellen Rastersysteme nur für vier Farben ausgelegt sind. Die gängige Vorgehensweise besteht darin, die Schmuckfarbe auf den Winkel einer Prozessfarbe zu legen, mit der es möglichst wenig Überdeckung gibt.

Alternativ dazu kann man für die fünfte Farbe das Feinraster aus RT Y45 K fine verwenden. Denkbar ist auch eine Kombination aus FM-Rastern sowie aus AM- und FM-Rastern.

Für den Sonderfall von Duotones³⁸ und Tritones³⁹ lassen sich mit allen Rastersystemen optimale Kombinationen finden.

8.5 HiFi-Color (7-Farben-Druck)

HiFi-Color ist ein 7-Farben-Druck mit den Druckfarben Schwarz, Cyan, Blau, Magenta, Rot, Gelb und Grün. Dieser soll hier unter dem Aspekt der Rasterung behandelt werden. Die Erzeugung entsprechender Profile für die Farbauszüge ist nicht Gegenstand dieses Buches.

Bei der Separation wird jeder Farbton mit nur drei Farben erzeugt. Schwarz liefert den Grauanteil und mit zwei benachbarten Farben kann jeder Farbton realisiert werden. Beispielsweise lassen sich alle Farbtöne zwischen Rot und Gelb mit diesen beiden Druckfarben und Schwarz realisieren. Sinngemäß gilt das Gleiche für alle anderen Farbtöne. Es ist also ohne weiteres möglich, beim 7-Farben-Druck mit nur drei verschiedenen Rasterwinkeln auszukommen. Zur Abdunkelung können maximal 10% einer Komplementärfarbe zugemischt werden. Trotz doppelter Verwendung von Rasterwinkeln besteht dann noch keine Gefahr von Farbdrift. Die Tabelle 14 ist ein Vorschlag für die Zuordnung der Rasterwinkel zu den Farben für das Rastersystem IS Classic. Es können natürlich auch Prinect Hybrid Screening, rationale Rastersysteme oder Megadot mit den entsprechenden Rasterwinkeln verwendet werden.

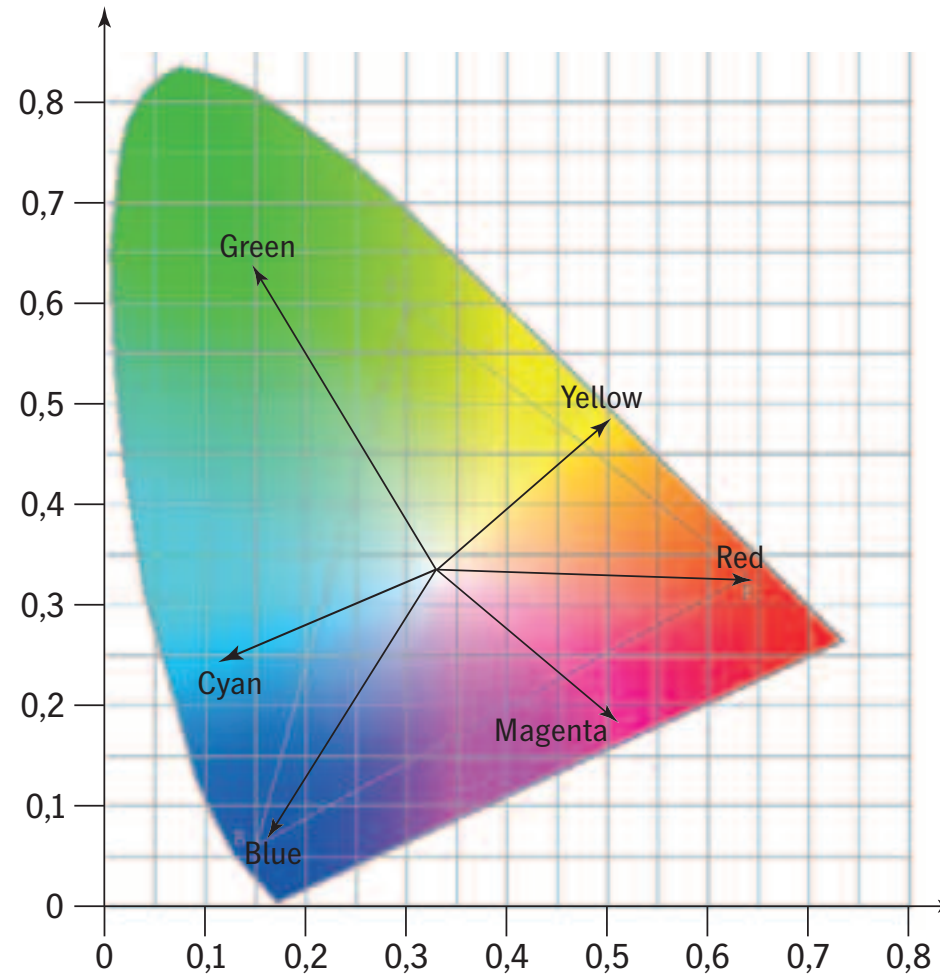









Abbildung 80: Lage der Druckfarben beim 7-Farben-Druck (schematisch). Um das zentrale Schwarz sind 6 Buntfarben angeordnet.

Für die hohen Qualitätsansprüche bei HiFi-Color ist Prinect Stochastic Screening besonders geeignet. Die Zuordnung der ‚Rasterwinkel‘ zu den Farben erfolgt dabei ebenfalls wie in Tabelle 14.

Tabelle 14: Farbzusammenhang beim 7-Farben-Druck.

HiFi-Color		
Farbe		Ausgabe-winkel
	Cyan	165°
	Blue	105°
	Magenta	165°
	Red	105°
	Yellow	165°
	Green	105°
	Black	45°

8.6 Hexachrome-Druck

Der Hexachrome-Druck ist ein 6-Farben-Druck mit den Druckfarben Schwarz, Cyan, Magenta, Orange, Gelb und Grün. Dieser soll hier unter dem Aspekt der Rasterung behandelt werden. Die Erzeugung entsprechender Profile für die Farbauszüge ist nicht Gegenstand dieses Buches.

Im Unterschied zum 7-Farben-Druck braucht man beim Hexachrome-Druck mehr als drei Rasterwinkel. Da es eine ungerade Zahl Buntfarben gibt, kann man sie nicht abwechselnd auf nur zwei verschiedene Rasterwinkel legen. Es wird daher folgende Rasterkombination vorgeschlagen:

Schwarz als dominierende Farbe wird auf 45° Feinschwarz des Rastersystems RT Y45° K fine gelegt. Die fünf Buntfarben Cyan, Magenta, Orange, Gelb und Grün werden dann auf die Winkel 165°, 105°, 165°, 45° (0°) und 105° des Rastersystems IS Classic gelegt. Bei sinngemäßer Anwendung lassen sich die Rastersysteme IS Y60° und IS Y30° auch für die Buntfarben benutzen.

Dadurch ist es bei Hexachrome möglich, jeden Farbton mit nur drei Farben zu erzeugen. Zur Abdunkelung werden maximal 10% einer Komplementärfarbe zugemischt. Es besteht dadurch noch keine Gefahr von Farbdrift.

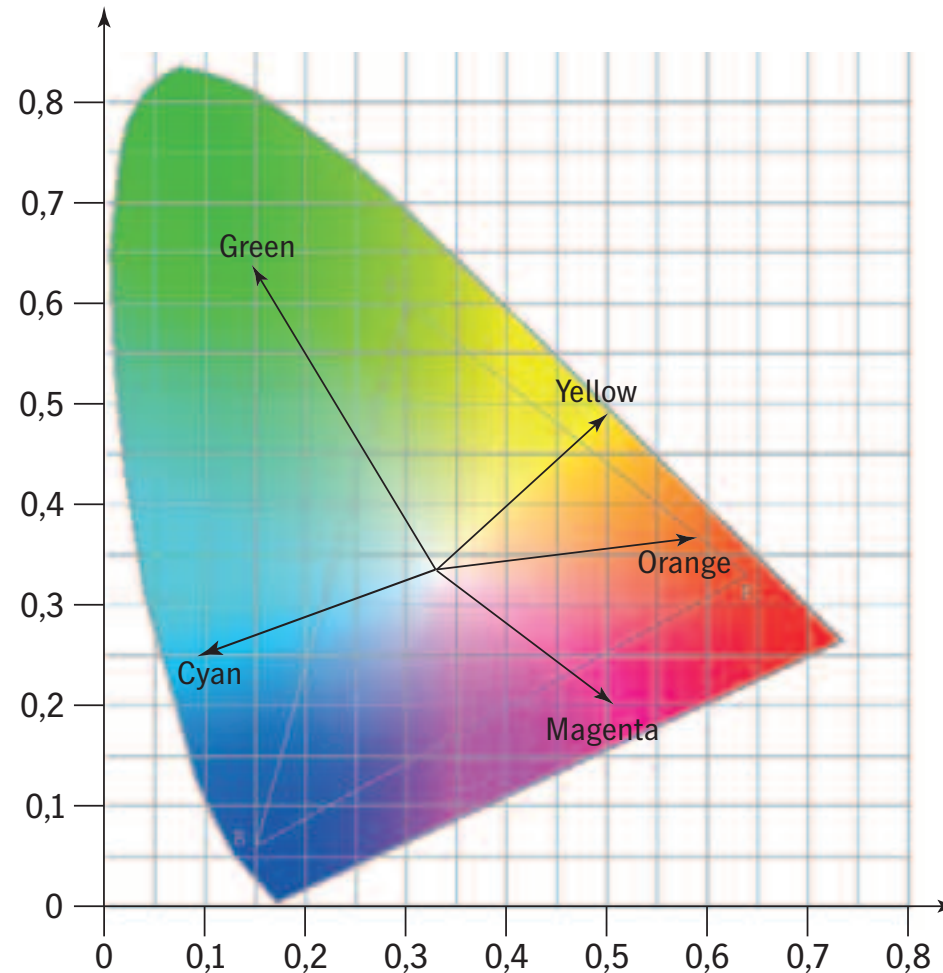


Abbildung 81: Lage der Druckfarben beim Hexachrome-Druck (schematisch). Um das zentrale Schwarz sind nur 5 Buntfarben angeordnet.

Tabelle 15 ist ein Vorschlag für die Zuordnung der Rasterwinkel zu den Farben.

Für die hohen Qualitätsansprüche bei Hexachrome ist Prinect Stochastic Screening besonders geeignet. Die Zuordnung der ‚Rasterwinkel‘ zu den Farben erfolgt dabei sinngemäß wie in Tabelle 15, wobei Yellow auf 0° und Schwarz auf den ‚Ausgabewinkel‘ von 45° gelegt werden sollte.

Noch ein Hinweis: Die Farben Cyan, Magenta und Gelb haben in der Regel deutlich andere Farborte als man es vom 4-Farben-Druck gewohnt ist.

Tabelle 15: Farbzuzuordnung beim Hexachrome-Druck.

Hexachrome-Druck		
Farbe	Raster-system	Ausgabe-winkel
Cyan	IS Classic	165°
Magenta	IS Classic	105°
Orange	IS Classic	165°
Yellow	IS Classic	45°/(0°)
Green	IS Classic	105°
Black fine	RTY45 K fine	45°

8.7. Dichtemessung

Die Reflektivität⁴³ einer Druckplatte oder eines Druckes kann als Flächen- deckung von 0 % bis 100 % oder als Dichte gemessen werden. Üblicher- weise misst man die Enddichte eines Drucks in logarithmischen Einheiten als Dichte. Das ist sehr sinnvoll, denn die Lichtabsorption ist proportional dem Logarithmus der Dicke der licht- absorbierenden Farbschicht. Die Dichte ist also ein Maß für die Schichtdicke der Druckfarbe.

Die Dichte (D) ist definiert als negativer dekadischer Logarithmus der Transmis- sion⁴⁰ bzw. der Reflektivität⁴¹ (R):

$$D = -\log_{10}(R).$$

Tabelle 16: Reflektivität und Druckdichte.

Dichte		
Reflektivität (R)	Flächen- deckung	Druck- dichte
1,000000	0,0000%	0
0,100000	90,0000%	1
0,010000	99,0000%	2
0,001000	99,9000%	3
0,000100	99,9900%	4
0,000010	99,9990%	5
0,000001	99,9999%	6

Gerasterte Flächen werden meist in Prozent Flächendeckung (F) gemessen. Im Densitometer werden diese Größen lediglich nach unten stehender Formel umgerechnet:

$$F = 10^{-D} \times 100$$

Zur Veranschaulichung dieser Größen sind in der Tabelle 16 die Reflektivität, die Flächendeckung und die Druck- dichte eingetragen.

8.7.1 Messung der Flächendeckung im Druck

Wird das Reflexionsvermögen eines Druckes gemessen, so werden Messfehler hauptsächlich durch Lichtfangeffekte hervorgerufen. Wie solche systemati- schen Messfehler entstehen, ist in der Abbildung 82 skizziert. Außerdem gibt es auch noch zufällige Messfehler, zum Beispiel durch Streulicht an Staub. In der nebenstehenden Abbildung sind die Licht- verhältnisse im Messkopf eines Auflicht- densitometers skizziert. Die Vorlage wird durch seitlich angeordnete Kondensorenleuchten und durch ein zentral angebrachtes Objektiv wird das diffus zurückgeworfene Licht auf einer Photozelle abgebildet und gemessen. An der Oberfläche gespiegeltes Licht fällt bei dieser Anordnung nicht in das Objektiv. In Abbildung 82 sind die Linsen im Vergleich zu den Rasterpunkten viel zu klein und zu dicht an der Paperoberfläche dargestellt.

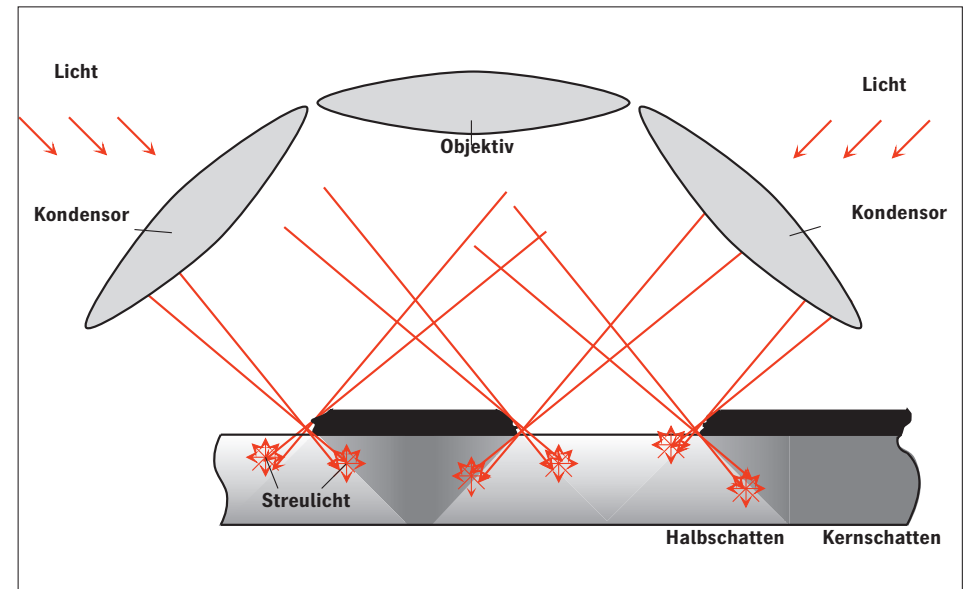


Abbildung 82: Lichtfangeffekte im Auflichtdensitometer (schematisch).

Die Lichtfangeffekte entstehen im Wesentlichen dadurch, dass das Licht nicht direkt an der Oberfläche gestreut wird, sondern in das Papier eindringt und erst dort zurückgestreut wird. Ein Teil des Lichts wird unter die Raster- punkte gestreut und an den gefärbten Teilen absorbiert, es wird sozusagen unter den Rasterpunkten gefangen. Um die druckenden Punkte bildet sich ein Halbschatten, der eine Punktver- größerung in der Größenordnung von einigen μ bewirkt. Das hört sich nach wenig an, bewirkt aber beim 60er Raster bereits eine Punktzunahme von etwa 12 % im Mittelton.

Die im Druck gemessene Punktzu- nahme beruht überwiegend auf Licht- fangeffekten. Für Druckkennlinien brauchen die Lichtfangeffekte nicht berücksichtigt zu werden, da sie bereits implizit darin enthalten sind. Noch ein Hinweis für die Praxis: Drucke sollte man nur auf einer schwarzen oder dunkelgrauen Unterlage ausmessen. Dadurch werden Messfehler, die durch das Durchscheinen einer eventuell bedruckten Rückseite oder durch wechselnde Unterlagen entstehen, minimiert. Die Ergebnisse werden deutlich reproduzierbarer.

8.7.2 Messung der Flächendeckung auf Druckplatten

Wie aus den nachfolgenden Betrachtungen ersichtlich, sollte zur Messung von Druckplatten unbedingt ein speziell dafür ausgelegtes Densitometer benutzt werden.

Zu den bereits behandelten Schwierigkeiten beim Messen der Flächendeckung kommt bei Druckplatten hinzu, dass der Kontrast zwischen druckenden und nicht druckenden Teilen häufig sehr gering ist. Dadurch allein wird die Messung schon unsicher. Außerdem ist es nötig, bei der Berechnung der Flächendeckung (F) auch die Weissdichte (DW) und Volltondichte (DS) mit zu berücksichtigen:

$$F = (10^{-D} - 10^{-DW}) / (10^{-DS} - 10^{-DW})$$

Manche Densitometer berücksichtigen die entsprechenden Korrekturen, wobei hier nur auf die Dokumentation der Hersteller verwiesen werden kann.

Das für die Ausmessung von Druckplatten beste Messverfahren besteht aus einer Digitalkamera, die die Oberfläche der Platte scannt und einem Auswertesystem, das die belichteten und unbelichteten Pixel ermittelt und aus deren Verhältnis die Flächendeckung berechnet. Verständlicherweise liefert dieses Verfahren die zuverlässigsten Werte.

Aber auch dieses Messverfahren hat einen kritischen Punkt. Die Schwelle, die bei der Messung zwischen belichteten und unbelichteten Pixeln unterscheidet, ist sehr kritisch; eine geringe Verschiebung bewirkt bereits deutliche Abweichungen im Messwert.

Ein Beispiel:

Beim 60er Raster bewirkt ein Fehler bei der Bestimmung der Punktkante von nur einem μ einen Fehler bei der Berechnung der Flächendeckung von ca. 1,75 %.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass zum Zeitpunkt der Drucklegung die Messung der Flächendeckung von Druckplatten schon recht brauchbar war. Absolute Messwerte sollte man trotzdem mit etwas Vorsicht genießen. Relative Werte, die die Konstanz einer Belichtungsstrecke überprüfen, sind schon zuverlässig, insbesondere wenn immer mit dem selben Gerät unter konstanten Bedingungen gemessen wird.

Fußnoten

- 1 PostScript ist eine Seitenbeschreibungssprache von Adobe®, die weltweit als Standard für die von Systemen bzw. Hardware unabhängige Ausgabe von Dokumenten mit Text, Grafiken und Bildern gilt. Es ist auch als Programmiersprache verwendbar.
- 2 PDF (Portable Document Format) ist ein Seitenbeschreibungformat von Adobe, in das die mit PostScript gemachten Erfahrungen eingeflossen sind. Es soll den System-, bzw. Hardware- unabhängigen Austausch von Dokumenten mit Text, Grafiken und Bildern sicherstellen.
- 3 JDF (Job Definition Format) Ist ein Datenformat von Adobe, dass zur Ansteuerung von Ausgabegeräten dient.
- 4 Ein RIP ist ein Raster Image-Prozessor. Er bringt die in einer Seitenbeschreibungssprache definierten Text-, Bild- und Grafik-Elemente in eine für das Ausgabegerät (Drucker, Proofer, Filmbelichter oder Plattenbelichter) darstellbare Form. Meist wird aus Bild-, Vektor- oder sonstigen Grafik-Informationen eine Bitmap-Darstellung erzeugt.
- 5 (l/cm) Bei strenger Anwendung der Regeln für SI-Einheiten müsste es cm^{-1} statt der hier benutzten l/cm heißen. Zur leichteren Verständlichkeit wird die alte Notation beibehalten.
- 6 Schwarz erhielt den Buchstaben K für Key (Schlüssel, Tiefe), weil B für Black schon durch Blue belegt war.
- 7 FOGRA-Symposium 1989.
- 8 Beim Transport eines Druckbogens durch eine Druckmaschine treten von Druckwerk zu Druckwerk zwangsläufig geringfügige Lage- und Winkelabweichungen auf. Diese ‚Fehlpasser‘ oder ‚Passerfehler‘ genannten Abweichungen dürfen nur in der Größenordnung von 1/100 mm liegen. Werden die Passerfehler größer, so wirkt zunächst der Druck etwas unscharf, bzw. bei konventionellen Rastern kann es zu leichten Farbverschiebungen kommen. Unter der Lupe sind farbige Säume um Konturen farbiger Flächen erkennbar. Bei ganz schlechten Drucken sind farbige Säume mit bloßem Auge sichtbar.
- 9 In der Drucktechnik bezeichnet man die dunklen Bereiche eines Drucks oder Films als Tiefenbereich oder Tiefe. Die hellen Bereiche werden als Licht oder Lichterton, die Mitte als Mittelton bezeichnet.
- 10 Falls die Schulmathematik schon vergessen ist: Fällt man das Lot von einem Schenkel eines Winkels auf den anderen, so bildet sich ein rechtwinkliges Dreieck. Der Tangens ist das Verhältnis von Gegenkathete zu Ankathete. Der Arcustangens = \arctan ist die Umkehrfunktion des Tangens, sie liefert den Winkel zum Tangenswert.
- 11 to dither = (engl.) bibbern, zittern, schaudern.
- 12 Mit dem Begriff ‚Fast-Scan-Richtung‘ ist die schnelle Bewegungsrichtung eines Laserstrahls über Film oder Druckplatte gemeint. Es ist im Allgemeinen die Drehrichtung von Laserspiegel oder Trommel; im Gegensatz zur Slow-Scan-Richtung, mit der meist die Vorschubrichtung gemeint ist.
- 13 Artefakte sind künstliche Gebilde, Elemente, die nicht im Original vorhanden waren. Bei dem hier beschriebenen Error Diffusion-Verfahren werden Konturen in einer bestimmten Richtung aufgestellt. Es können sich zusätzliche Linien an diesen Konturen bilden. Die Aussage, dass in einem Bild Artefakte auftreten, ist eine vornehme Umschreibung für Qualitätsmängel.
- 14 Hier wird der mathematische Begriff Matrix etwas unsauber für eine zweidimensionale Tabelle benutzt, die Koordinatenvektoren Vergleichswerte für die Dichte zuordnet.
- 15 Redundanzen sind mehrfach vorhandene Elemente in einer Information oder zusätzliche Elemente, die auch zur Erkennung oder Korrektur von Übertragungsfehlern dienen können.
- 16 Das Inkrement ist der Zuwachs. Es sind Adressschritte gemeint, die zur aktuellen Adresse addiert werden, um die nächste zu erhalten.
- 17 Der Begriff ‚on the fly‘ heißt: Die Berechnung erfolgt während des laufenden Prozesses. Der RIP-Prozess, einschließlich der Rasterung, läuft bei normalen Seiten selbstverständlich schneller als der Belichter, so dass der Belichter mit voller Geschwindigkeit belichten kann. Höchstens bei hochkomplexen Seiten kann die Belichtung durch den Interpreter im RIP gebremst werden.
- 18 Abrisse sind Farb- oder Helligkeitssprünge in Verläufen. Siehe auch den Abschnitt Verläufe im Kapitel 8.2 Tipps und Tricks.
- 19 Mit Punktschluss bezeichnet man den Bereich, in dem sich die einzelnen Rasterpunkte an den Ecken gerade eben berühren (siehe Abschnitt 8.2 Verläufe).
- 20 Schieben und Doublieren sind Fehler der Druckmaschine, die sich durch Verbreitern oder Verdoppeln feiner Linien in Umfangsrichtung äußern. Beim Offsetdruck wird das Druckbild vom Plattenzylinder zunächst auf den Gummituchzylinder und erst dann aufs Papier gedruckt (siehe Kapitel 7.2. Punktzunahme im Druck). Diese Fehler entstehen, wenn Plattenzylinder und Gummituchzylinder nicht exakt synchron laufen.
- 21 Die Offset-Tiefdruck Konversion wurde Mitte der 1980er Jahre eingeführt. Sie vereinfachte und verbilligte deutlich die Herstellung von Druckzylindern für den Tiefdruck. Ursprünglich wurden für die Farbauszugsvorlagen fotografische Halbtonvorlagen (continuous tone) abgetastet und in Tiefdruckzylinder graviert. Der Halbtonprozess war aufwändig und relativ instabil. Es war viel Nacharbeit auf den Druckzylindern nötig. Durch einen optischen Trick bei der Abtastung gelang es Offsetlithos zu entrastern. Dadurch wurden Moirés zwischen dem Offsetraster der Lithos und dem Gravurraster der Tiefdruckzylinder vermieden. Der Lithoprozess war viel einfacher und stabiler als der Halbtonprozess. Es wurde auch teure Nacharbeit auf den Tiefdruckzylindern minimiert.
- 22 Der griechische Mathematiker Euklid begründete die ‚ebene‘ oder Euklidische Geometrie mit einem Satz von Axiomen. Axiome sind grundlegende Sätze, aus denen alle übrigen abgeleitet werden können.
- 23 Die Gradation ist eine Funktion, die z.B. bei einem Film den Zusammenhang zwischen Lichtmenge und Schwärzung beschreibt. Bei einem Scanner beschreibt sie den Zusammenhang zwischen Helligkeit der Vorlage und dem digitalen Ausgabewert.
- 24 Kunstdruckpapier ist gestrichenes Papier. Es wird mit einer Schicht feiner Füllstoffe (Naturgips, Titanweiß, Kreide, Talkum oder Porzellanerde) bestrichen und noch einmal satiniert. Dadurch verbessert sich der Weißgehalt und die Faserzwischenräume werden ausgefüllt. Ungestrichenes Papier enthält keine die Glätte oder den Glanz erhöhende Füllstoffe an der Oberfläche.
- 25 Beim Composite-Workflow enthält die PostScript-Beschreibung jeder Seite die Information für alle Farbauszüge. Im Gegensatz dazu steht der separierte Workflow, bei dem jede Seite nur ein Farbauszug ist.
- 26 Ein Plug-in ist ein Zusatzmodul zu einem Programm, um damit bestimmte Funktionen auszuführen, die dem Ursprungsprogramm nicht möglich oder zugänglich sind.
- 27 Die Eingaben des Benutzers werden durch einen Rasterfilter auf ‚sinnvolle‘ Werte abgebildet, die gute Zusammendruckeigenschaften garantieren sollen (siehe Kontext).
- 28 DCS = Desktop Color Separation ist ein EPS-Speicherformat, bei dem neben den vier Farbausügen ein File für die Platzierung der Bilder angelegt wird.

- 29 Delta Technology ist eine RIP- und Workflow-Architektur von Heidelberg.
- 30 Überfärbung und Unterfärbung sind inkorrekte Einstellungen der Druckmaschine. Für stabile und reproduzierbare Druckergebnisse ist es nötig, die Druckdichte, d. h. die aufgetragene Farbmenge, so einzustellen, wie es im Druckstandard vorgesehen ist. Bei Überfärbung wird zuviel Farbe aufgetragen, so dass der Druck zu dunkel wird und die Tiefen zulaufen. Bei Unterfärbung wird zuwenig Farbe aufgetragen, so dass der Druck zu hell wird und Lichter wegbrechen können.
- 31 Im Computer-to-Plate (CtP) werden die für den Druck aufbereiteten Daten direkt (d.h. ohne den Umweg über den Film) auf die Druckplatte belichtet.
- 32 Der Graukeil oder Stufenkeil ist ein Messstreifen mit Flächen schrittweise zunehmender Dichte. Er dient als Kontrollinstrument für die Bestimmung von Filmlinearisationen oder Druckkennlinien.
- 33 Ein Fotopolymer ist ein lichtempfindlicher Kunststoff.
- 34 Ein ‚steiler Film‘ hat eine steile Gradationskurve. Das bedeutet, dass der Film auf kleine Lichtmengen noch nicht mit einer Schwärzung reagiert, sondern erst ab einem relativ großen Schwellwert. Danach ist nur noch wenig zusätzliches Licht erforderlich, um den Film bis zur Sättigung zu schwärzen.
- 35 Eine Streufolie streut das Licht und macht es damit diffuser. Dadurch werden Überstrahlungseffekte deutlich verstärkt, so dass Schnittkanten nicht mitkopiert werden.
- 36 Rasterpunkte werden spitz kopiert, wenn sie durch Überbelichtung und Überstrahlungseffekte verkleinert werden.
- 37 Die Rheologie befasst sich mit den Fließerscheinungen von Flüssigkeiten, kolloidalen Systemen und Festkörpern unter der Wirkung äußerer Kräfte.
- 38 Duotones sind grafische Objekte, die nur aus zwei Farben, meist Sonderfarben aufgebaut sind. Häufig ist eine der Farben Schwarz.
- 39 Tritones sind grafische Objekte, die nur aus drei Farben, meist Sonderfarben aufgebaut sind. Häufig ist eine der Farben Schwarz.
- 40 Die Transmission ist das Verhältnis von durchgelassenem Licht zu eingestrahlttem Licht.
- 41 Die Reflektivität ist das Verhältnis von reflektiertem Licht zu eingestrahlttem Licht.

Heidelberger Druckmaschinen AG

Kurfürsten-Anlage 52 – 60

69115 Heidelberg

Deutschland

Telefon +49-62 21-92 00

Telefax +49-62 21-92 69 99

www.heidelberg.com

Impressum

Drucklegung: 04/07

Fotos: Heidelberger Druckmaschinen AG

Druckplatten: Suprasetter

Druck: Speedmaster

Finishing: etabind, gesetzlich geschützt

Fonts: Heidelberg Gothic, Heidelberg Antiqua

Gedruckt in der Bundesrepublik Deutschland

Copyright © Heidelberger Druckmaschinen AG, 2007

Marken

Heidelberg, das Heidelberg Logo, Diamond Screening, HQS Screening, Prinect, das Prinect Logo, Prosetter, Suprasetter und Speedmaster sind eingetragene Marken der Heidelberger Druckmaschinen AG in Deutschland und anderen Ländern.

Apple und Macintosh sind eingetragene Marken der Apple Computer Incorporated.

Adobe, das Clearly Adobe Imaging Logo und PostScript sind Marken der Adobe Systems Incorporated. Weitere hier verwendete Kennzeichnungen sind Marken ihrer jeweiligen Eigentümer.

Technische und sonstige Änderungen vorbehalten.

