

you can
Canon



Canon. Wissen Kompakt
Digitaldruck

Lieber Druckverfahren-Freund,

Canon ist auf vielen Gebieten mit seinen Produkten ein Maßstab für Qualität.

So möchten wir die Gelegenheit nutzen, unser Wissen an den interessierten Leser im Rahmen des Digitaldrucks weiterzugeben. Sie werden feststellen, dass die Themen in der Ihnen vorliegenden Broschüre nicht Canon-spezifisch, sondern bewusst allgemein gehalten sind, um unsere Objektivität und Kompatibilität zu anderen Herstellern zu unterstreichen.

Wir sind davon überzeugt, dass Sie in uns einen kompetenten Partner auch in diesem Segment haben!

Wir wünschen Ihnen interessante Neuigkeiten und Antworten auf die eine oder andere Frage!

Ihr,

Jeppe Frandsen

Geschäftsführer
Canon Deutschland GmbH

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis _____	5
Entwicklung und Allgemeines zum Digitaldruck _____	6
Konventionelle Druckverfahren_____	7
Definition und Potentiale des Digitaldrucks_____	10
Anwendungsbeispiele _____	11
Allgemeines zum Digitaldruck _____	12
Technische Verfahren des Digitaldrucks	13
Computer-to-Technologien _____	26
Workflowvergleich _____	32
Der Raster Image Prozessor: RIP _____	33
Qualitätsparameter _____	34
Nutzung und Anwendung des Digitaldrucks_____	42
Anwendungen heute und morgen____	44
Schlusswort _____	48
Bild- und Quellennachweise _____	50

Entwicklung und Allgemeines zum Digitaldruck

Anfänge des Digitaldrucks

Die Grundlagen für den heutigen Digitaldruck wurden bereits Mitte der 30er Jahre vom Amerikaner Chester Carlson gelegt. Dieser erfand im Jahr 1938 einen auf der Elektrofotografie basierenden Kopierprozess.

Dazu verwendete er eine mit Schwefel beschichtete Platte, die er an der Oberfläche durch Reibung gleichmäßig auflud. Anschließend ordnete er zum einen eine mit einem Schriftzug versehene Glasplatte und zum anderen eine Lichtquelle an. Bei Einschalten der Lampe wurde die Metallplatte in Abhängigkeit des durch die Glasplatte modulierten Lichtes unterschiedlich stark bestrahlt. Bei anschließendem Bestreuen der Metallplatte mit Lycopodium (Bärlappsamen), wurde der Schriftzug sichtbar und konnte auf ein Blatt Papier übertragen werden.

Die kommerzielle Umsetzung dieser Idee in Kopiersystemen erfolgte jedoch erst Anfang der 50er Jahre durch die Firma Haloid Company (heute Xerox).

Durch die in den folgenden Jahrzehnten stetige Weiterentwicklung der Systeme konnten um 1990 erste farbige Kopierer auf den Markt gebracht werden.

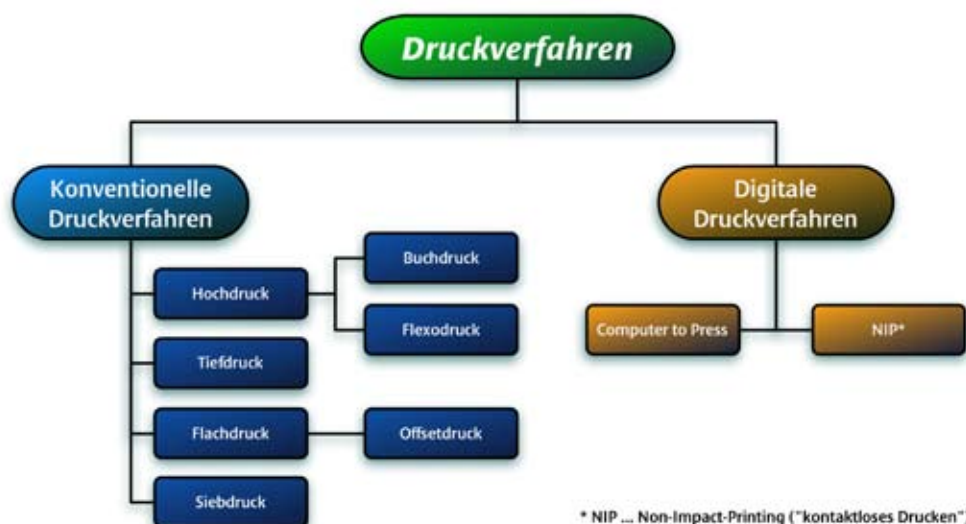
Mitte der 90er Jahre war die Entstehung einer vollkommen neuen Generation von Geräten

entscheidend, die nun in der Lage war Dateien, also digital vorliegende Daten ohne Zwischenschritt auf einem Farbdrucker auszugeben. Drucker konnten somit direkt vom Computer aus angesteuert werden. Im Zuge der Digitalisierung entstand somit neben den klassischen Druckverfahren wie dem Hoch-, Tief-, Flach- und Durchdruck eine neue Form des Druckens, der Digitaldruck. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass der Digitaldruck ein Oberbegriff für eine Vielzahl von digitalen Verfahren ist, die verschiedenen physikalischen Prinzipien zum Beispiel der Elektrofotografie, dem Inkjet oder der Magnetografie folgen.

Der Digitaldruck stellt eine Ergänzung für die bisherigen Druckverfahren dar und wird deshalb oft in Kombination mit diesen, vor allem dem Offset- und Siebdruck, verwendet. Ein Beispiel für dessen Anwendung ist das Eindringen des Namens von im Offset vorgedruckten Gewinnspielen. Der Digitaldruck erweitert das bisherige Druckproduktportfolio der Druck- und Medienbranche und kann als gezieltes Marketinginstrument eingesetzt werden.

Einordnung des Digitaldrucks

Um sich ein genaueres Bild über den Digitaldruck machen zu können und diesen gegenüber den „alt



Konventionelle Druckverfahren

bekanntem“ Druckverfahren einordnen zu können, ist die Übersicht auf Seite 6 sehr hilfreich. Der Ursprung für die Einteilung und Bezeichnung der verschiedenen Druckverfahren liegt in der Art der Farbübertragung bzw. Druckform. Die druckenden Stellen liegen ober- oder unterhalb, oder auf gleicher Ebene im Vergleich zu den nicht druckenden Stellen liegen. Daher wird unterschieden zwischen dem...

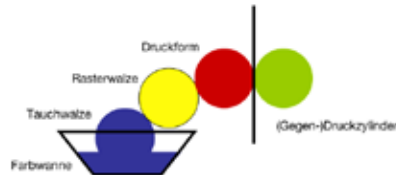
- ... Hochdruck - zu diesem gehören die Unter- verfahren Buch- und Flexodruck
- ... Tiefdruck
- ... Flachdruck - mit dem klassischen und wasser- losen Offset
- ... Durchdruck - mit dem Siebdruck

Eine kurze Wiederholung bzw. Beschreibung der einzelnen Verfahren ist zum besseren Verständnis und zur Abgrenzung sehr hilfreich.

Flexodruck

Der Flexodruck ist ein Hochdruckverfahren, bei dem die druckenden Elemente auf der Druckform erhaben und für die Farbübertragung auf den Bedruckstoff verantwortlich sind.

Generell handelt es sich beim Flexodruck um ein produktives Verfahren mit mittlerer bis hoher Qualität, das überwiegend im Verpackungs-, Folien- und Formulareindruck eingesetzt wird.



Flexodruckwerk mit Tauchwalze

Das Druckwerk besteht grundsätzlich aus einem Farbzufuhrsystem, einer Rasterwalze und einem Druck- sowie Gegendruckzylinder.

Beim Druckvorgang wird die sich auf dem Druckzylinder befindliche weiche, elastische Druckform durch die Rasterwalze eingefärbt und von dieser die Farbschicht auf den Bedruckstoff übertragen. Der Vorteil der flexiblen Druckform ist die Möglichkeit, verschiedenste Materialien wie Papier oder Pappe bis hin zu Kunststoffen bedrucken zu können.

Die Rasterwalze besteht aus Nöpfchen und wird entweder durch eine Farbwanne mit Tauchwalze oder durch eine Kammerrakel mit Farbe versorgt. Die Feinheit des Rasters bzw. der Rasterweite ist durch die Nöpfchen eingeschränkt. Im Normalfall wird mit einem 48er Raster, bei hoher Qualität bis zu einem 60er Raster gedruckt.

Die eingesetzten Farben sind dünnflüssig, bestehen zu einem Drittel aus Pigmenten und zu zwei Dritteln aus Lösemittel. Die Trocknung erfolgt durch Verdunstung der Lösemittel oder durch UV-Bestrahlung.

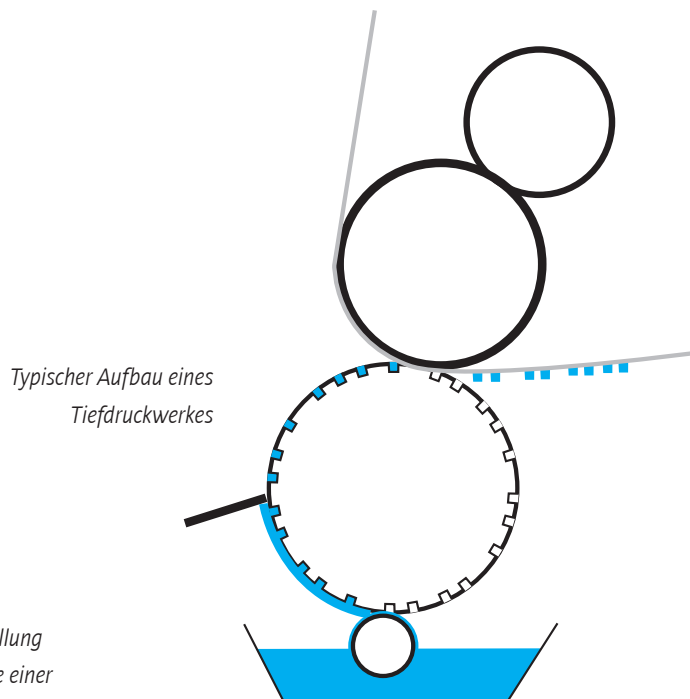


Flexodruckform

Typische Druckprodukte sind unter anderem Verpackungen, Beutel, Tragetaschen, Flaschenetiketten, Formulare, Vordrucke und Verpackungspapiere. Kennzeichnend für alle im Flexodruck erstellten Erzeugnisse ist der Quetschrand.

Tiefdruck

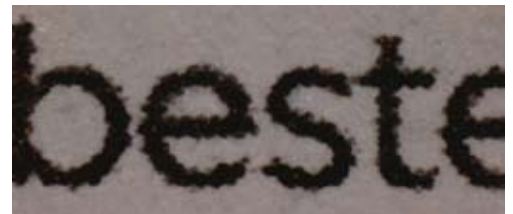
Anders als beim Flexodruck sind bei diesem Verfahren die zu übertragenden Informationen in Form von vertieften Nöpfchen auf der Druckform vorzufinden. Die Druckform ist ein mit Kupfer beschichteter Zylinder, in den durch Ätzen (veraltet), Gravieren oder mittels Laser die Nöpfchen erzeugt werden.



rechts: Darstellung und Aufnahme einer Offsetdruckplatte

Beim eigentlichen Druckvorgang wird die gesamte Druckform eingefärbt und die überschüssige Farbe auf den Stegen (nicht druckende Stellen) durch einen Rakel abgestreift. Anschließend wird die Farbe unter Druck aus den Nöpfchen auf den Bedruckstoff übertragen. Da die Nöpfchen sowohl unterschiedlich tief als auch breit sein können, ist eine Steuerung der Farbschichtdicken möglich.

Wegen des großen Aufwandes und den hohen Kosten der Druckformherstellung wird der Tiefdruck nur bei sehr großen Auflagen angewendet. Die Farben sind denen des Flexodrucks ähnlich und trocknen durch Verdunsten. Bei den in diesem Verfahren erstellten Druckerzeugnissen handelt es sich vielmals um Illustrierte, Zeitschriften, Kataloge, Wertpapiere und Tapeten. Hervorgerufen durch die Stege lassen sich Tiefdruckerzeugnisse an ihrem Zackenrand erkennen.



Vergrößerung eines Tiefdruck-Ausdrucks

Offset

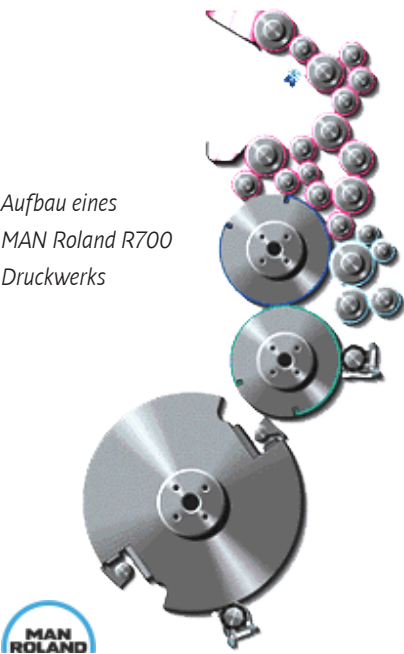
Der Offsetdruck ist das vorwiegend angewendete Druckverfahren. Bedeutender Unterschied zu den bisher beschriebenen Verfahren ist, dass bevor die Farbe von der Druckform auf den Bedruckstoff übergeben werden kann, diese auf ein Gummituch übertragen wird. Deshalb wird der Offset als indirektes Verfahren bezeichnet.



Wie vom Namen Flachdruck ableitbar, liegen die druckenden als auch die nicht druckenden Stellen auf gleicher Ebene. Um die Informationen übergeben zu können, nutzt man die Eigenschaften von Wasser und Ölen. Die druckenden Stellen sind farbannehmend (hydrophob), wohingegen die nicht druckenden Flächen farbabweisend (hydrophil) reagieren.

Beim Druckvorgang durchläuft die Druckplatte im Normalfall zunächst das Feuchtwerk, wo die entsprechenden Stellen (nicht druckende Stellen) mit Feuchtmittel benetzt werden. Als nächstes wird durch das Farbwerk die Farbe aufgetragen. Nur an den Stellen, wo sich kein Feuchtmittel befindet, wird von der Druckplatte Farbe aufgenommen.

Aufbau eines
MAN Roland R700
Druckwerks



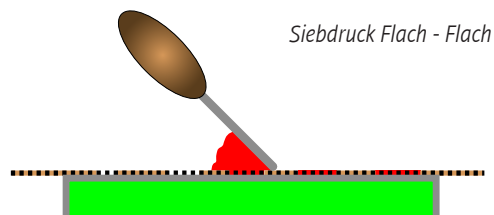
Eine andere Variante ist eine mit Silikon beschichtete Druckplatte, die durch diese Schicht grundsätzlich farbabweisend ist. Erst durch die Belichtung wird diese Schicht teilweise gelöst und die drunter liegende Schicht kann Farbe aufnehmen. In diesem Fall wird von dem „wasserlosen Offset“ gesprochen.

Die im Offset eingesetzten Farben besitzen keine Lösemittel. Typische Druckerzeugnisse dieses Verfahrens sind Prospekte, Bücher, Kataloge, Zeitungen und Zeitschriften.

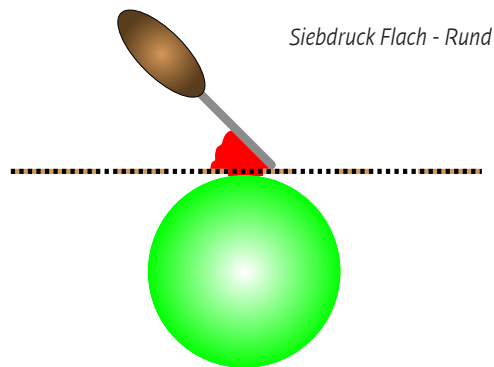
Siebdruck

Beim Siebdruck besteht die Druckform aus einem Sieb mit feinem Gewebe. Durch eine Schablone werden die nicht zu druckenden Elemente

abgedeckt, so dass nur an den offenen Stellen Farbe übertragen werden kann. Dazu fährt ein Raket entlang des Siebes und drückt die Farbe mit Druck durch die Öffnungen.



Der Durchdruck ermöglicht das Bedrucken von Materialien mit ganz unterschiedlichen Oberflächen wie Metallen, Gläsern, Kunststoffen, Schildern etc., die ohne dieses Verfahren nicht bedruckbar wären. Aber nicht nur das Material selbst ist in der Auswahl sehr flexibel, sondern auch die Geometrie der zu bedruckenden Gegenständen ist nahezu frei wählbar.



Typische Muster für
Produkte, die im Siebdruck
bedruckt werden können

Definition und Potentiale des Digitaldrucks

Definition und heutige Potentiale des Digitaldrucks

Definition

Im Gegensatz zu den konventionellen Druckverfahren unterscheidet sich der Digitaldruck vor allem dadurch, dass die Informationen in digitaler Form vorliegen und mittels einer »dynamischen Druckform« übertragen werden.

In Folge dessen kann je nach Verfahren von Seite zu Seite eine variierende Informationsübertragung stattfinden.

Grob werden die digitalen Druckverfahren in die sogenannten „Non-Impact“ (NIP – berührungslose Farbübertragung) und „Computer-to-Press“ (CtP) Verfahren unterteilt. In dieser Broschüre wird vorwiegend auf die NIP-Verfahren eingegangen. Die Thematik von CtP und den weiteren Computer-to-Technologien (Computer-to-Film, Computer-to-Plate) wird der Übersichtlichkeit wegen nur angeschnitten.

Die heutzutage überwiegend in Digitaldrucksystemen auffindbaren Verfahren sind der Inkjet und die Elektrofotografie.

Short-Run-Color

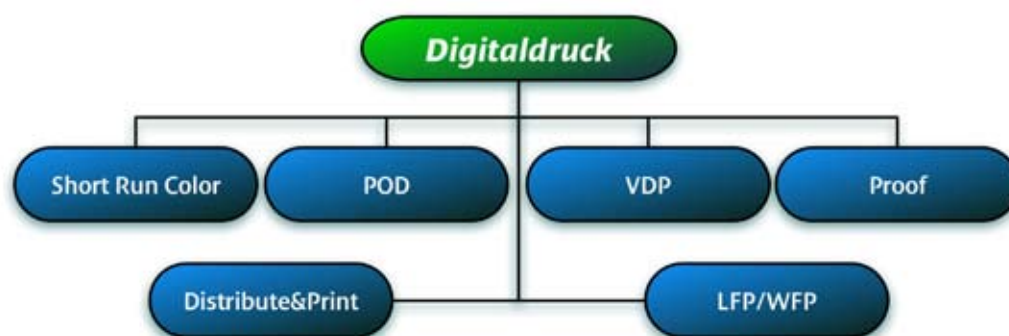
War der Druck kleinster farbiger Auflagen im Offset bisher zu kostenintensiv, bietet sich die Produktion solcher Aufträge im Digitaldruck geradezu wirtschaftlich an. Denn durch den Wegfall von Film- und Plattenherstellung ebenso wie (Einrichte-) Makulatur und Rüstzeiten können kosten treibende Faktoren ausgeschaltet und der zeitliche Aufwand minimiert werden.

Printing-on-Demand

Beim „Drucken nach Bedarf“ wird ausschließlich die Anzahl an Exemplaren hergestellt, die tatsächlich benötigt wird. Bei zusätzlichem Bedarf kann sehr zeitnah und mit höchster Aktualität nachgedruckt werden. So fallen Kosten durch Kapitalbindung und Lagerhaltung ersatzlos weg.

Variable Data Printing (VDP)

Das personalisierte Drucken bietet die Möglichkeit, Textelemente wie Anrede oder Adressenfeld dynamisch zu gestalten, wodurch ein auf die Zielperson zugeschnittenes Drucken durchführbar ist.



Welche Potentiale bietet der Digitaldruck?

Heutige Potentiale

Die Einsatzmöglichkeiten des Digitaldrucks liegen in zum Teil sehr unterschiedlichen Segmenten, die sowohl durch das eingesetzte Verfahren als auch die Bedruckstoffe bestimmt werden. Man spricht von folgenden Segmenten.

Werden zusätzlich noch ganze Textabschnitte und Bilder von Druck zu Druck ausgetauscht werden, spricht man von einem „individualisierten Drucken“.

Die gerade beschriebenen Wege des Druckens werden allgemein als „Variable Data Printing“ bezeichnet. Heute spricht man aber immer mehr

Anwendungsbeispiele

von „Variable Data **Publishing**“, womit das Ausgeben der dynamischen Daten nicht auf den Druck begrenzt wird, sondern ebenso für den Inhalt von Internetseiten, e-Mails und Telefaxe verwendet werden kann. Dadurch ist eine wesentlich breitere Masse an Empfängern von Informationen erreichbar.

Distribut and Print

Im Rahmen der zunehmenden Netzworkebildung und der weltweit agierenden Arbeitsweise vieler Unternehmen wird mit dem „Verteilen und Drucken“ das zentrale Erstellen eines Datensatzes eingerichtet, der dezentral gedruckt werden kann.

Erstellen von Proofs

Da in der Druckindustrie das Farbmanagement eine immer größere Bedeutung erhält, werden von den Daten Prüfdrucke, sogenannte Proofs, erstellt. Mit ihnen ist die Kontrolle der Farbwiedergabe und die Simulation des Druckfarbraums möglich.

Large Format Printing (LFP)

Der Druck von Großformaten ist heute nur noch durch die Maschinenbreite und die Rollenlänge begrenzt. Selbst die Auswahl an unterschiedlichsten Materialien ist offenbar unendlich und damit für die verschiedensten Einsatzbereiche denkbar.

Kurz um sind die Vorteile des Digitaldrucks zu sehen in seiner ...

- ... Flexibilität
- ... Aktualität
- ... Kostenreduzierung gemessen am gesamten Prozess.

Durch den Wegfall der relativ starren Druckform kann mit den digitalen Verfahren ein breites Spektrum an Bedruckstoffen bedruckt werden. Eine Übersicht über den Bedruck der verschiedenen Materialien in Abhängigkeit des eingesetzten digitalen Druckverfahrens ist aus folgender Tabelle ablesbar.

Material	Elektrofotografie	Inkjet	Magnetografie
Papier			
Pappe			
Folien			
Textilien			
Glas			
Blech			
Keramik			

Welches Material kann womit bedruckt werden?

Anwendungsbeispiele

Nachdem bisher nur die allgemeinen Einsatzgebiete des Digitaldrucks beschrieben wurden, hier einige Anwendungen aus der Praxis.

Als erstes ein Beispiel für die Nutzung des Digitaldrucks in Verbindung mit variablen Daten. Ein Verlag, der Städte-Reiseführer zusammenstellt und produziert, bietet seinen Kunden einen zusätzlichen Dienst an. Und zwar erhalten diese den Städte-Reiseführer maßgeschneidert auf ihre individuellen Wünsche und Interessensgebiete. Der Reiseführer ist dabei so aufgebaut, dass das Layout grundsätzlich gleich, die Anrede, Teile der Texte und Bilder aber auf die jeweiligen Neigungen abgestimmt werden können. Ein Gourmet-Freund erhält dadurch ausführliche Informationen über Cafés und Restaurants, wohingegen ein kulturell Interessierter Informationen über die geschichtlichen Hintergründe, Sehenswürdigkeiten und Museen der Stadt bekommt.

Ferner ist die Herstellung individueller Fotobücher im Digitaldruck einfach, schnell und kostengünstig. So können zum Beispiel nach dem Urlaub Fotos an einen Digitaldruck Dienstleister via Internet geschickt werden, der davon ein Buch mit der Auflage eins produziert. Gerade dieser Markt hat in der jüngeren Vergangenheit einen enormen Zuwachs erhalten.

Allgemeines zum Digitaldruck

Solche Anwendungen finden aufgrund der immer schnelleren Datenübertragungsmöglichkeiten wie DSL größeren Zuspruch und setzen sich daher durch.

Es ist nun somit möglich mehr oder weniger typische Druckprodukte des Digitaldrucks zu definieren: Einladungen, Bedienungsanleitungen, Telefonrechnungen, Mailings, Gewinnspiele, Poster, Plakate, Banner, Aufsteller, Proofs und natürlich die angesprochenen (Foto-) Bücher.

Allgemeines zu digitalen Drucksystemen

Der Begriff der „digitalen Drucksysteme“ umfasst eine große Bandbreite an Systemen, die sich in ihren Ausstattungen und Leistungen stark unterscheiden können.

Grundsätzlich wird zwischen den in Haushalten und Büros verwendeten „Office-Geräten“ (Tischdrucker, Kopiersysteme) und den professionellen Produktionssystemen differenziert. Anzugeben, wo genau die Grenze zwischen einem Kopierer und einem Produktionssystem liegt, ist schwierig und in einigen Fällen sicherlich nicht eindeutig definierbar. Kriterien sind aber mit Sicherheit zu finden in ...

... der Druckgeschwindigkeit (ab ≈ 50 S./min)

... der Druckvorlage (analog oder digital)

... dem System zur Abtastung der Vorlage (optisches System oder »Scanner«)

... der Farbwiedergabefähigkeit (schwarz-weiß, CMYK, Sonderfarben, Lacke)

... dem Inline-Finishing (Sortieren, Heften, Falzen, Binden, Lackieren)

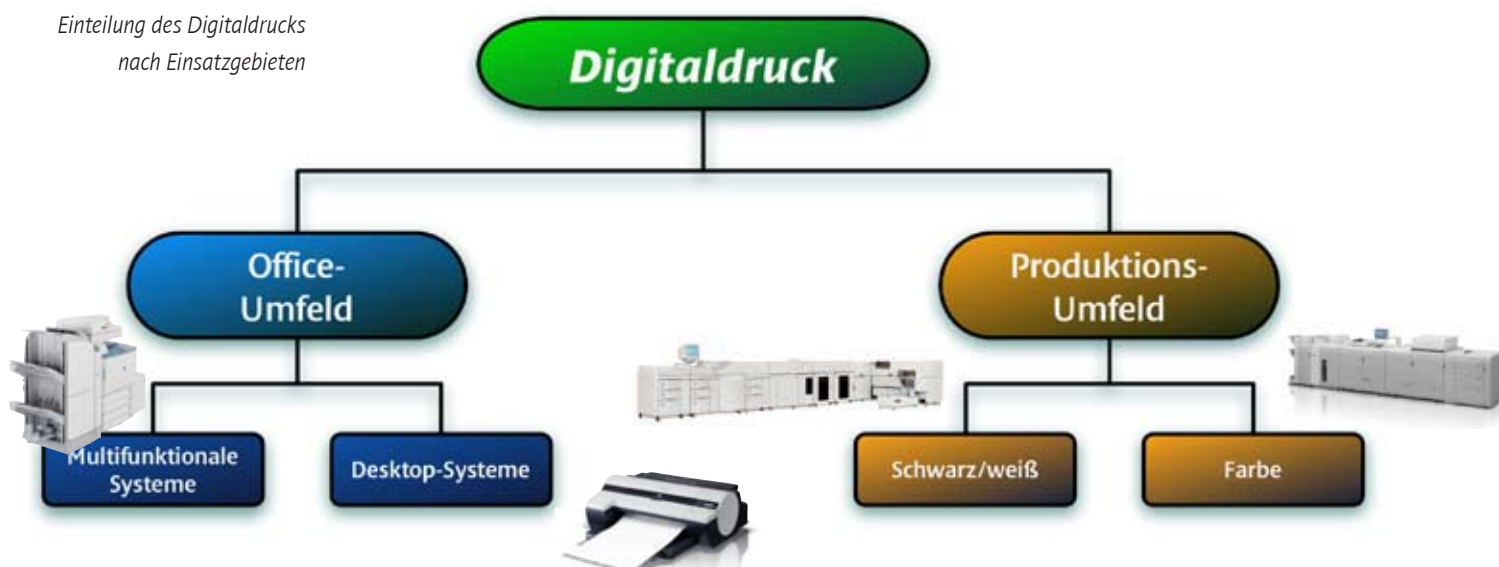
Im Digitaldruck wird oft auch unterschieden in:

1. S/W Office Bereich Drucker
2. Druck- und Kopiersysteme (auch Multifunktions-systeme genannt)
3. S/W- und Farb-Hochgeschwindigkeitsdruck-systeme bzw. Produktionssysteme

Der Grund für eine solche Einteilung liegt unter anderem in der Vermarktung dieser Systeme. Jedes Segment setzt eine andere Umgebung bzw. Kundenstruktur und damit Anwendungen voraus um wirtschaftlich mit den genannten Systemen arbeiten zu können.

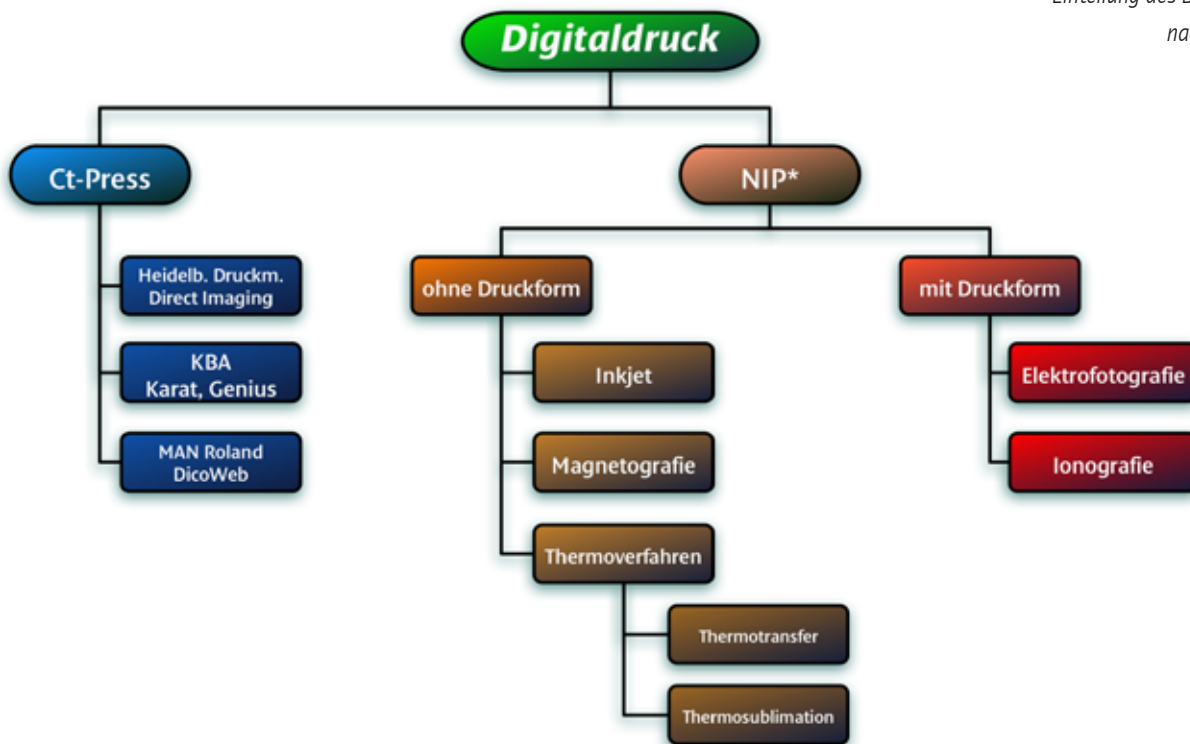
Office-Produkte werden im Gegensatz zu Produktionssystemen nicht nur nach S/W und Farbe unterschieden, sondern im Bereich der Farbsysteme auch nach der möglichen Farbgenauigkeit bis hin zum Color Management fähigen Gerät festgelegt. Es sind somit Aussagen über die Einsatzmöglichkeiten wie zum Beispiel Erstellen von Proofs einzelner Drucksysteme möglich. Produktionssysteme hingegen sind Bauart bedingt vor allem ausgelegt für kontinuierlich hohe und sehr hohe Volumina.

Einteilung des Digitaldrucks nach Einsatzgebieten



Technische Verfahren des Digitaldrucks

Einteilung des Digitaldrucks
nach Verfahren



* NIP ... Non-Impact-Printing ("kontaktloses Drucken")

Einteilungen der digitalen Druckverfahren

Wie vorangehend mehrmals angedeutet, existieren viele Verfahren, die dem Digitaldruck zugeschrieben werden.

Allen gemeinsam ist die direkte Ansteuerung der Ausgabesysteme durch die digital vorliegenden Daten. Eine gute Übersicht über die Verfahren gibt die Grafik oben. Anhand derer ist zu erkennen, dass die Einteilung der Verfahren in diesem Fall nach der Druckform erfolgt ist. Damit können die Antworten auf Fragen wie ...

... handelt es sich um ein Non-Impact Verfahren?

... wird eine Druckform benötigt?

... ist es ein direktes oder indirektes Verfahren?

sofort abgelesen werden. Die Schwerpunkte der folgenden Betrachtungen bilden im Besonderen die NIP-Verfahren, allen voran die Elektrofotografie und der Tintenstrahldruck. Maschinen wie die

Heidelberger DI-Systeme, KBA Karat und KBA Genius sowie die MAN DICOWeb ermöglichen eine direkte Belichtung der Platten und ein anschließend sofortiges Drucken, zählt man in einigen Fällen die Computer-to-Press Verfahren ebenfalls mit zum Digitaldruck. Damit entfallen bzw. reduzieren sich aufwändige Arbeitsschritte wie zum Beispiel die Einrichtung auf ein Minimum, so dass Einrichtemakulatur deutlich reduziert werden kann. Im klassischen Sinne gehören sie aber nicht wirklich zu den zum Digitaldruck zählenden Verfahren, da die Bebilderung ohne Zweifel digital geschieht, die Informationsübertragung auf den Bedruckstoff selbst aber nach konventionellen Verfahren wie bei den genannten Systemen im Offsetdruck umgesetzt wird. Im Sinne der Vollständigkeit werden sie hier dennoch, ebenso wie die restlichen Computer-to-Technologien wie auch Computer-to-Film und Computer-to-Plate in kurzer Form betrachtet.



Ichiro Endo erfand durch Zufall den heutigen Bubble-Jet. In einem Labor kam er zufällig mit einem LötKolben an eine mit Tinte gefüllte Spritze. Aufgrund der Hitze bildete sich eine Luftbase, die einen Tropfen Tinten katapultartig herausschießen ließ.



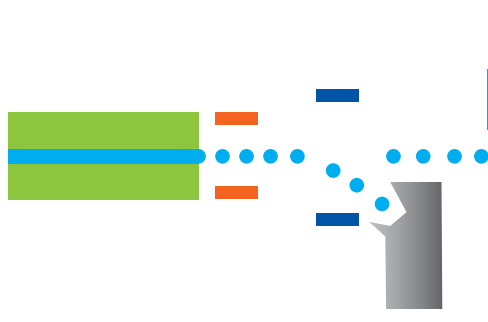
Non-Impact-Verfahren

Inkjet

Die Informationsübertragung beim Inkjet erfolgt ohne einen Zwischenträger, genauer gesagt, gelangt der Toner direkt aus der Düse auf den Bedruckstoff. Je nach dem, ob die Tintentropfen kontinuierlich oder nur bei Bedarf erzeugt werden, unterteilt man nach dem „Continuous“ oder „Drop-on-Demand“ Inkjet. Hierbei spricht man auch von Computer-to-Paper, da, wie bereits erwähnt, zur Informationsübertragung aus einem Computer keine weiteren Zwischenschritte erforderlich sind.

Continuous Inkjet oder Continuous Flow

Hierbei wird fortdauernd ein Tröpfchenstrom durch die Düse erzeugt, welcher vor auftreffen auf den Bedruckstoff ein elektrisches Feld durchqueren muss. Soll an einer Stelle des Bedruckstoffs keine Farbe übertragen werden, werden die Tintentropfen durch das elektrische Feld abgelenkt und von einer Auffangvorrichtung dem Sammelbehälter zugeführt. Die übrigen Tropfen treffen ungehindert auf den Bedruckstoff.

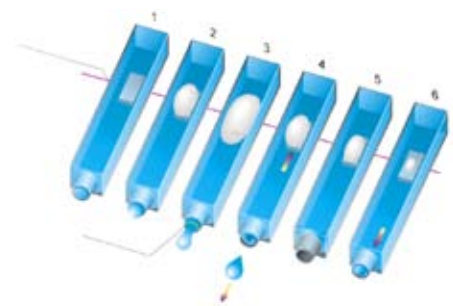


Drop-on-Demand (DoD)

Drop-on-Demand bedeutet, dass nur bei Bedarf ein Tintentropfen erzeugt wird. Nach diesem Verfahren funktionieren fast alle dem Home-Office Bereich zugeschriebenen Tintenstrahl-drucker. In Abhängigkeit davon, ob die Tropfen durch ein Heiz- oder Piezo-Element hervorgerufen werden, unterscheidet man den DoD in ...

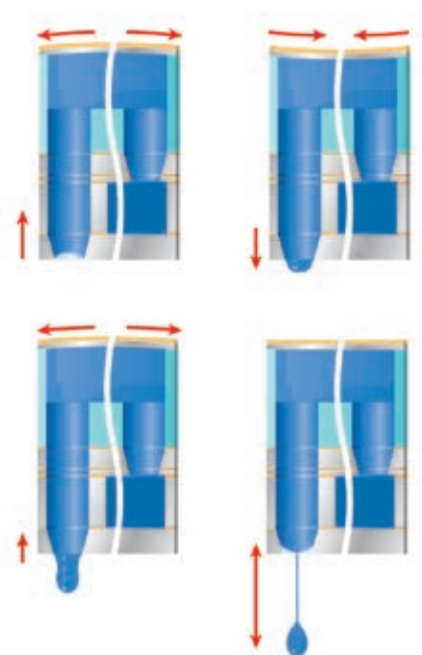
... Bubble Jet

In der Düse befindet sich ein Heizelement (grün), das durch die Erwärmung der Farbe dazu führt, dass sich eine Luftblase (grau) bildet. Dadurch wird ein Tropfen Tinte aus der Düsenöffnung herausschleudert und trifft auf den Bedruckstoff. Dieses Verfahren ist im Wesentlichen bei allen Canon und HP Tintenstrahl-druckern zu finden.



... Piezo Jet

Hierbei dehnt sich das Piezo-Element (gelb) bei Anlegung einer Spannung aus und spritzt auf diese Art und Weise einen Tropfen aus dem Druckkopf heraus. Diese Technik ist bei Epson Tintenstrahl-druckern zu finden.



Die Inkjet Systeme werden heute aufgrund ihrer hohen Qualität vor allem in zwei Bereichen eingesetzt: dem Gebiet der Proof Erstellung und zum anderen im Produktionsbereich. Dabei ist abzugrenzen, ob es nur zum Eindrucken von Adressen von zuvor zum Beispiel im Offsetdruck produzierten Auflagen verwendet wird oder ob die gesamte Produktion im Digitaldruck hergestellt wird. Typische Anwendungen hierzu sind LFP für Poster und Aufsteller in geringen Auflagen und Mailings in sehr großen Mengen (hier ist vor allem an die Kodak Versamark zu denken, die heute bereits Geschwindigkeiten über 1.400 DIN A4-Seiten pro Minute erreicht).

Durch das Hin- und Herfahren der Düsenköpfe bei niedrig preisigen Systemen entlang des Bedruckstoffes sind diese Drucker im Vergleich zu anderen in Hinblick auf ihre Produktionsgeschwindigkeit etwas eingeschränkt. Sehr schnell arbeitende Druckmaschinen arbeiten hierzu mit einer Vielzahl an Düsen pro Farbe.

Tinte

Im Zusammenhang mit Inkjet-Druckern werden überwiegend flüssige Tinten (daher auch der Name) eingesetzt. Aber auch sogenannte »Hot-Melt-Farben« finden Anwendung. Im Gegensatz zu den flüssigen Tinten haben die »Hot-Melt-Farben« eine eher wachsartige Konsistenz und werden im Rahmen des Druckprozesses verflüssigt und dann in Tropfenform auf den Bedruckstoff aufgebracht.

Einsatzgebiete von Inkjet

Wie bereits genannt, wird das Inkjet Verfahren in den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt. Die meisten Drucksysteme dürften derzeit wohl in Form von Tintenstrahldruckern auf vielen Schreibtischen stehen. Im qualitativ sehr hochwertigen Bereich, der so genannten Proof-Systeme, wird heute auch auf das

in vielen Fällen bewährte Inkjetverfahren zurückgegriffen. Der Grund liegt hier hauptsächlich in der sehr kleinen und dennoch exakt bestimmbareren Tröpfchengröße sowie in der Pigmentierung der Tinten. Letztere ist für die sehr großen Farbräume verantwortlich, die ein sinnvolles Proofen überhaupt erst ermöglichen.

Ein weiterer, besonders für die Zukunft interessanter Bereich, ist das Drucken von variablen Daten. Hier ist der Inkjet zwar noch nicht qualitativ auf »Ballhöhe« zur Elektrofotografie, aber die erreichbaren Geschwindigkeiten liegen mit Faktor über 10 im Inkjet deutlich höher.

Betrachtet man diese Aussagen, so stellt man bei genauer Betrachtung fest, dass der Tintenstrahldruck zur Zeit zwar ein Massenprodukt ist, aber seine Stärke nur in wenigen Nischen ausspielt. Die derzeitigen Schwachstellen liegen weniger an den zur Verfügung stehenden Tinten, es gibt sie bereits heute für eigentlich alle Anwendungen wie zum Beispiel Lichtechtheit und/oder Wasserfestigkeit. Die Schwierigkeiten liegen zum Beispiel in der Umrechnung der Daten vom Computer, also der eigentlichen »RIP-Geschwindigkeit« oder besser Interpretation der Daten als auch in der Ansteuerung der einzelnen Düsen bei extrem hohen Druckgeschwindigkeiten.



Canon imagePROGRAF 9000

Elektrofotografie

Ein Großteil der heutigen Kopierer, Laserdrucker und Digitaldrucksysteme setzt die Xerografie als Technologie ein. Die Informationen werden durch Bebilderung einer mit einem Fotohalbleiter beschichteten Trommel und Licht übertragen.

Da die Trommel nicht speicherfähig ist, müssen bei jeder Trommelumdrehung die nachstehenden sechs Arbeitsschritte durchgeführt werden. Der Prozess läuft dabei immer in folgenden sechs Schritten ab:

1. Aufladung

Zu Beginn wird die lichtempfindliche Trommeloberfläche mittels einer sogenannten Korona gleichmäßig aufgeladen. Hierbei wird eine Spannung von mehreren tausend Volt positiv oder negativ auf die Halbleiteroberfläche aufgebracht.

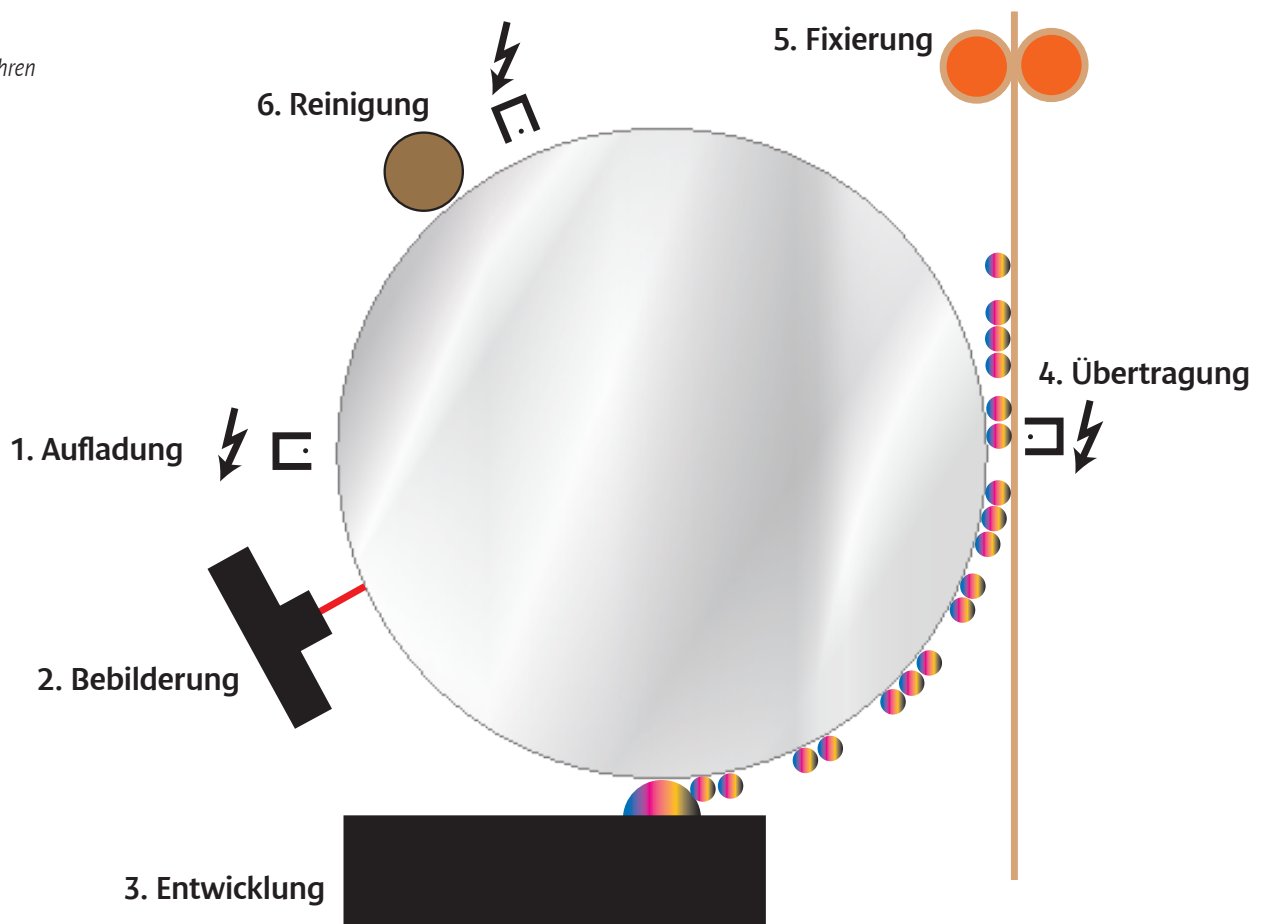
2. Belichtung

Entsprechend dem Druckbild wird mit Hilfe eines Lasers oder von Light Emitting Diodes (LEDs) die Trommel belichtet, so dass es teilweise zum Abfließen von Ladungen kommt. Hierbei spricht man von »Schwarzschrift« , wenn die zu druckenden Stellen mit Licht beaufschlagt werden und von »Weißschreibern« , wenn die nicht druckenden Stellen »wegbelichtet« werden. Beide Verfahren haben ihre Vor- und Nachteile. Bei Schwarzschrift werden die Halbleitermaterialien weniger beansprucht, Weißschreiber sind in der Lage feinere und bessere Linien zu drucken.

3. Entwicklung

Bei der Entwicklung wird entsprechend dem Ladungsbild Toner übertragen, wodurch das bisher unsichtbare (auch »latent« genannt) Bild erkennbar

Das xerografische Verfahren






ImagePRESS
C7000VP

wird. Dazu wird der Toner in einer entsprechenden Einheit, meist Developer-Unit oder Farbwerk genannt, elektrostatisch aufgeladen. Die Aufladung ist möglich, weil der Toner in der Elektrofotografie zu großen Teilen aus Kunststoff besteht. Wie man aus dem Physikunterricht noch weiß, kann sich Kunststoff durch Reibung elektrostatisch aufladen. Durch die erfolgte Aufladung des Toners ist dieser in der Lage sich an dem Magnetfeld der Magnetwalze anzulagern. Für den Betrachter sieht dies ähnlich einer Plüschwalze aus. Auch hierzu möge man sich an die Metallspäne aus dem Physikunterricht erinnern, die sich auf einem Blatt Papier entlang der Feldlinien eines Magneten auf der Unterseite ausrichten. Die Magnetwalze hat einen sehr genau

Mit Hilfe dieser Bauteile und des aufgeladenen Toners ist man nun in der Lage, den Toner an die gewünschten Stellen zu transportieren. Wie der Fachmann weiß, spricht man hier über wenige μm Toleranz ($1/1000 \text{ mm}$), wodurch auch dem Laien klar werden dürfte, dass es sich hier um sehr sensible Technik handelt.

4. Übertragung

Die Tonerübertragung auf den Bedruckstoff erfolgt durch die Erzeugung von elektrischen Kräften. Eine Korona, die sich hinter dem Bedruckstoff befindet, sorgt für eine ausreichende Anziehungskraft des Toners, so dass er sich von der Trommel löst und auf den Bedruckstoff anlagert.

Hierbei ist zu beachten, dass der Bedruckstoff auch für die Elektrofotografie geeignet ist. Ist dieser zu feucht, so kommt es zu qualitativ schlechten »Ausdrucken«. Der Grund liegt dabei in der zum Einsatz kommenden Elektrizität. Ist das Papier zu feucht, leitet es die anliegende Spannung wesentlich besser und es kommt zu »Abstoßungsreaktionen« des Toners, das heißt, es wird »zu viel« übertragen, was fachlich eigentlich nicht ganz richtig ist. Ist das Papier hingegen zu trocken, so wirkt es isolierend und die notwendige Spannung kommt nicht durch den Bedruckstoff hindurch. Das Ergebnis ist wiederum ein schlechter, wolkiger Ausdruck.

Hierdurch wird deutlich, wie wichtig das »richtige« Material ist.



Canon CLC5151

definierten, minimalen Abstand zur Halbleitertrommel oder zum Halbleiterband, je nach dem, was zum Einsatz kommt.

5. Fixierung

Damit der Toner auf dem Bedruckstoff gut haftet und nicht abschmiert, wird dieser bei den meisten xerografischen Druckern durch Wärme und Druck fixiert.

Hierbei gibt es zwei zwar unterschiedliche aber sehr artverwandte Technologien. Die meisten Systeme arbeiten mit beschichteten Walzen. Die anliegende Temperatur ist abhängig vom Schmelzpunkt des Toners. Die Fixierwalzen werden somit so stark aufgeheizt, bis Toner bei entsprechender Geschwindigkeit eine genau definierte Temperatur erreicht. Eine Variante hierzu ist die Fixierung mit Hilfe von Silikonöl, das verschiedene Aufgaben wahrnimmt. Zum einen müssen die Walzen selbst nicht extrem stark erhitzt werden, da das Öl den

»Hitzetransport« zum Teil mit übernimmt. Einer der wichtigsten Punkte ist aber, dass der Toner während der Fixierung nicht an den Walzen festkleben kann. Insbesondere bei sehr hohen Geschwindigkeiten ein wichtiger Aspekt. Unter Betrachtung der Weiterverarbeitung übernimmt das Silikonöl eine weitere wichtige Funktion: Es bildet eine Schutzschicht gegen mechanische Einflüsse in den Weiterverarbeitungssystemen, die dann wiederum zu Streifen führen können. Die Silikonölfixierung wird heute bei sehr schnellen Produktionssystemen verwendet, da die neuen Tonergenerationen die hohen Geschwindigkeiten noch nicht ausreichend fixieren können. Es ist nur noch eine Frage der Zeit, bis dies Problem gelöst ist.

*Innenleben eines modernen
Digitaldrucksystems*



6. Reinigung

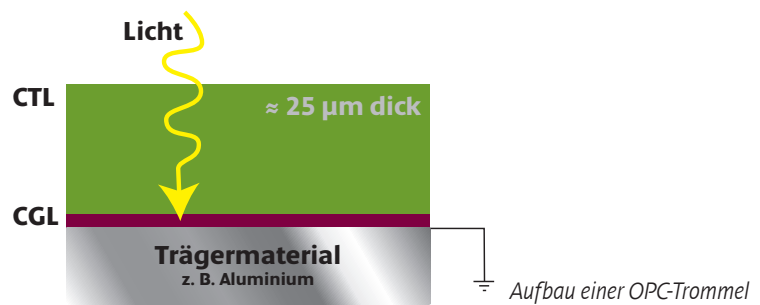
Da sich nach der Übertragung, die trotz aller Optimierung nicht 100%-ig stattfindet, oftmals noch Resttoner auf der Trommel befindet, wird nach jeder Umdrehung die Trommel mittels einer Lampe oder Corona ähnlich der, die zur gleichmäßigen Aufladung verwendet wird, neutralisiert (übrig gebliebene Ladungen fließen ab) und zugleich durch eine Bürste mechanisch gereinigt. Der von der Trommel oder Band entfernte Toner ist nicht wieder zu verwenden und gelangt in einen Resttonerbehälter. Für eine direkte Wiederverwendung ist der Toner zu stark mit Entwickler und anderen Stoffen verschmutzt.

Fotoleiter

Die Trommel oder das Band bestehen grundsätzlich aus einem leitfähigen Material auf das verschiedene lichtempfindliche Fotoleiter aufgebracht werden. Im Einsatz sind heute vorwiegend organische (OPC: Organic Photo Conductor) Materialien und amorphes Silizium. Sie unterscheiden sich vor allem durch ihre spektrale Empfindlichkeit, das heißt auf welche Wellenlängenbereiche des Lichtes sie sensibel reagieren. OPC-Fotoleiter sind, wie in der Abbildung zu erkennen, für einen sehr breiten Wellenlängenbereich empfindlich, so dass zur Belichtung unterschiedliche Lichtquellen eingesetzt werden können. Im Gegensatz dazu weist wiederum das Silizium eine viel längere Beständigkeit und damit längere Lebensdauer auf. Lange Zeit hat man daher in hoch produktiven Systemen den Einsatz von Silizium vorgezogen.

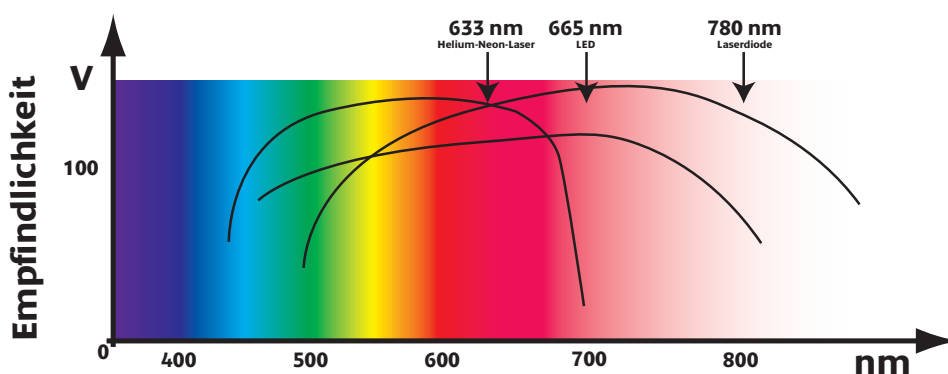
Um den gerade allgemein beschriebenen elektro-fotografischen Prozess zu verdeutlichen, wird er anhand einer mit organischem Material beschichteten Trommel beschrieben.

OPC Leiter sind mehrschichtig aufgebaut und setzen sich aus einer CGL (Carrier Generation Layer) und

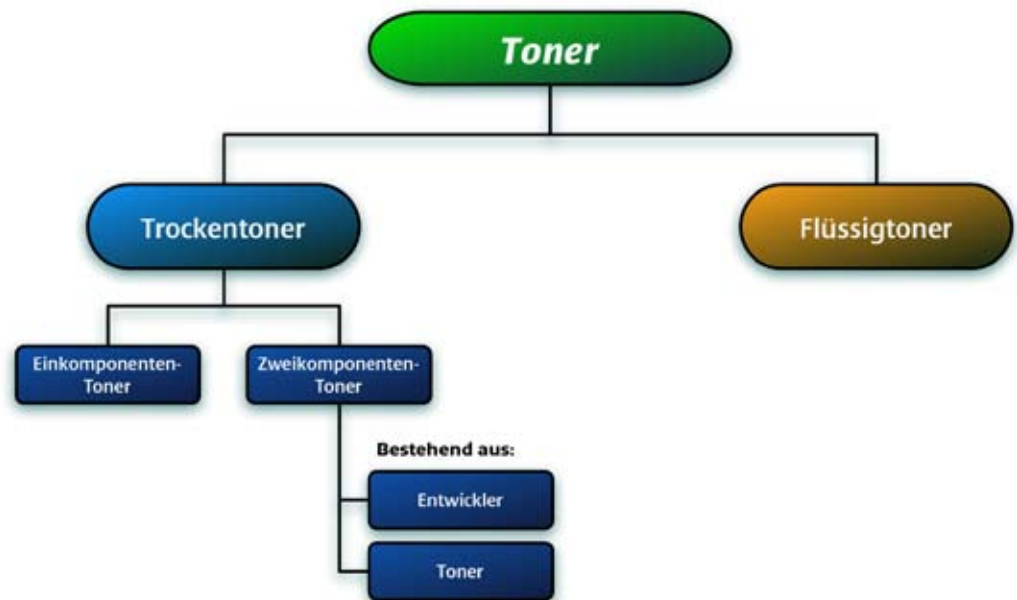


CTL (Charge Transport Layer) Schicht zusammen. Zu Beginn des Druckprozesses wird die Oberfläche homogen negativ aufgeladen. Trifft nun Licht auf die Oberfläche, durchdringt dieses ungehindert die erste Schicht und wird erst in der CGL Schicht absorbiert. Dadurch werden positive Ladungen freigesetzt. Aufgrund von Anziehungskräften wandern die positiven Teilchen an die negative Trommeloberfläche, lagern sich dort an und führen zur Neutralisierung dieser Flächen. Beim Entwickeln setzt sich der Toner nur an die Stellen, die immer noch aufgeladen sind.

Amorphes Silizium wird im Gegensatz zu OPC-Materialien zu Beginn positiv aufgeladen und das auftreffende Licht wird direkt an der Oberfläche absorbiert, das Ergebnis bzw. das grundsätzliche Prinzip ist aber das Gleiche.



Lichtempfindlichkeiten verschiedener Materialien und Wellenlängenbereich der eingesetzten Laser



Toner

Grundlegend gilt für den Toner, dass er über Eigenschaften verfügen muss, die dessen Verarbeitung im elektrofotografischen Prozess ermöglichen. Denn je nach Ausrichtung des Belichtungs- und Entwicklungsprozesses müssen entweder die belichteten oder andererseits die unbelichteten Stellen mit Toner »eingefärbt« werden. Bei Einfärbung der zuvor belichteten Flächen spricht man vom „Hellschreiben“ oder wie bereits erwähnt Weißschreiber (DAD: Discharged Area Development), wohingegen das Belichten von Stellen, die nicht eingefärbt werden als „Dunkelschreiben“ oder Schwarzschrreiber (CAD:

Charged Area Development) bezeichnet werden. Zum Einsatz kommen sowohl feste als auch flüssige Toner. Die festen, die sogenannten Trockentoner, können aus ein oder zwei Komponenten bestehen, wobei die Letzteren vornehmlich Anwendungen finden. Die Zwei-Komponenten Toner bestehen aus Carrier oder auch Entwickler und Tonerpartikeln. In der Entwicklerstation werden sie gemischt und die Tonerteilchen lagern sich an die Carrier Partikel, die im Prozess hauptsächlich zwei Funktionen besitzen: sie transportieren die Tonerteilchen und laden diese durch Reibung auf. Man spricht hier von Triboelektrizität. Während der Toner auf den Bedruckstoff übertragen wird, werden die Carrier

Leistungsfähige Digitaldrucksysteme:
Canon iR150VP



Leistungsfähige Digitaldrucksysteme:

Canon iR7105



Teilchen dem System wieder zugeführt. Der Entwickler hat dabei eine Form wie eine Kugel, jedoch mit einer sehr amorphen, also unstrukturierten Oberfläche, ähnlich einem Gebirge. Hier liegt auch einer der Gründe, warum der Entwickler einer Abnutzung unterliegt, und daher entsprechend oft gewechselt werden muss: Die amorphe Oberfläche, die den Transport und damit die für die Aufladung notwendige Bewegung erst ermöglicht, wird im Laufe der Zeit abgeschliffen und ist dann nicht mehr in der Lage seine Aufgabe zu erfüllen. In der Praxis geschieht der Entwicklerwechsel entweder durch einen Techniker bzw. den Operator und/oder es wird kontinuierlich Entwickler nachgeführt, so dass der Austauschprozess wesentlich später erfolgen kann. Trockentoner können mit Hilfe zweier Verfahren hergestellt werden. Beim konventionellen Toner handelt es sich um gemahlene Toner. Dies kann man sich genauso vorstellen wie aus Getreide Mehl gemahlen wird – nur wesentlich feiner. Konventioneller Toner ist sehr unregelmäßig und hat eine Größe zwischen 5 und 7 μm , was dazu führt, dass die Kantenschärfe und Darstellung kleinster Elemente seine Grenzen hat. Ebenfalls sind im Vergleich zu neueren Tonern höhere Fixiertemperaturen erforderlich, da der Schmelzpunkt entsprechend hoch liegt. Neuere Toner werden hingegen chemisch »gezüchtet«. Dies wiederum hat zur Folge, dass der Toner in

seiner Struktur sehr gleichmäßig ist und sehr, sehr feine Elemente abgebildet werden können. Auch die Kantenschärfe ist um ein Vielfaches besser. Während des Fixiervorganges polymerisiert der Toner, das heißt, er bildet chemisch gesehen lange Molekülketten und härtet dadurch aus. Hierzu werden zwar niedrigere Fixiertemperaturen benötigt, die sich positiv auf den Energieverbrauch und die Zeit bis zum ersten Druck auswirken, aber leider sind die meisten Toner dieser Art auch empfindlich gegen mechanische Beanspruchung zum Beispiel im Rahmen der Weiterverarbeitung. Ein Vorteil liegt andererseits darin, dass unter genau definierten Voraussetzungen, die individuell von System zu System wechseln können (!), ein erneutes Bedrucken in »Laserdruckern« möglich ist. Mit konventionellem Toner ist dies in der Regel nicht umsetzbar.

Bei Verwendung von Flüssigtonern dient eine Trägerflüssigkeit innerhalb des »Toners« für den Transport und die Verteilung der Tonerteilchen. Die Verbreitung von Flüssigtoner innerhalb der Elektrofotografie ist nicht sehr weit verbreitet. Ein typischer Vertreter für dieses Segment ist der Hersteller HP Indigo, die hauptsächlich Farb-Produktionssysteme herstellen. Bei diesem Hersteller gibt es auch Sonderfarben.

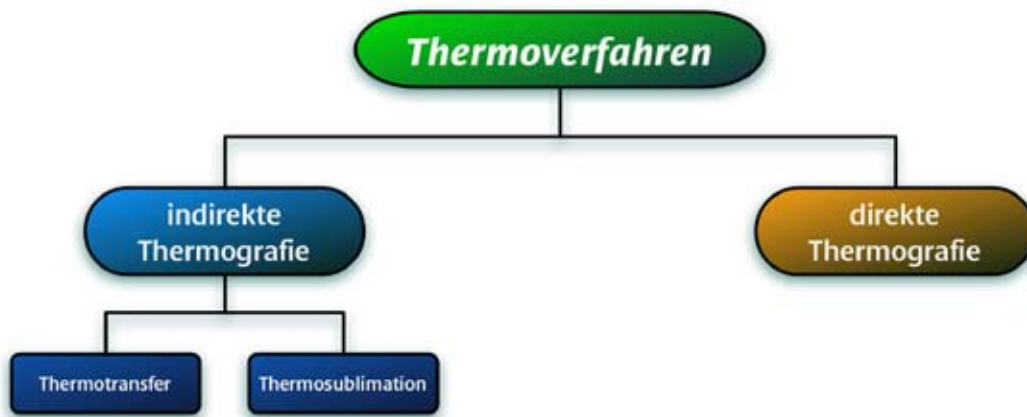
Heutzutage ist ein einfacher
Tonerwechsel möglich



Daneben gibt es, stark herstellerspezifisch, noch andere Toner. Ähnlich wie bei HP Indigo gibt es auch weitere Hersteller, die andere Farben als nur Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz anbieten. Entweder werden die Farben bzw. Toner dann als Sonderfarbe zu Schwarz, man spricht hier von Highlight Color, oder als fünfte bzw. sechste Farbe ähnlich dem Offsetdruck verwendet. Dies sind insbesondere für Firmenlogos, Rechnungen oder ähnlichem interessante Anwendungen. Theoretisch ist fast jede Farbe als Toner herzustellen. Da der Prozess aber sehr aufwändig ist, besteht seitens der Hersteller in der Regel die Auflage, eine Mindestmenge abzunehmen. Da aber wiederum der Verbrauch sich auf wenige Elemente mit entsprechend niedrigem Flächendeckungsanteil beschränkt, ist der Einsatz dieser Variante sehr genau zu überlegen.

Neben den Tonern, die Sonderfarben darstellen, gibt es noch Spezialtoner, die meistens im Bereich von Sicherheitselementen zum Einsatz kommen. Hier ist fluoreszierender Toner zu nennen, der, wie bei Geldscheinen, einen entsprechenden Leuchteffekt unter UV-Licht erzeugen kann. Auch magnetischer Toner ist für besondere Systeme verfügbar, der mit speziellen Lesegeräten erfasst werden kann und somit »echte« von »unechten« Drucken wie zum Beispiel Eintrittskarten unterschieden

werden können. Eine besondere Erwähnung verdienen die sogenannten UV-Toner. Diese werden nach einem völlig anderen Verfahren fixiert als alle bisher genannten Toner. Analog zu dem Trocknungsverhalten von UV-Farben im Offsetdruck, bei dem die UV-Farbe bei auffallendem UV-Licht schlagartig polymerisiert und damit trocken ist, wird der UV-Toner ebenfalls mit UV-Licht fixiert. Auch hier bilden sich Polymerketten, die sich mit dem Bedruckstoff dauerhaft verbinden. Das Besondere an diesem Toner ist aber nicht der Fixierprozess selbst (den Technikern unter uns mag dies einer Revolution gleichkommen!), sondern die Tatsache, dass der Toner absolut unempfindlich gegen Hitze und Druck ist. Hiermit werden nun Anwendungen möglich, die mit bisherigen Technologien nicht umsetzbar waren. Hierunter fallen zum Beispiel Bedienungsanleitungen von PKWs, die in der Regel im Handschuhfach der Autos liegen. Im Sommer heizt sich das Auto auf enorme Temperaturen auf, so dass der Toner aufgeweicht werden kann. Hinzu kommt das Gewicht, das auf den Drucken liegt. Dies führt, wie viele Tests gezeigt haben, zum sogenannten »Blocken« oder Verkleben der Drucke, die somit nicht mehr brauchbar sind. Diese Eigenschaften umgeht der UV-Toner.



Neben den nun beschriebenen Hauptverfahren im Digitaldruck haben, gibt es noch weitere, die durch Anwendungen im Alltag den meisten bekannt sein dürften. Da diese jedoch keine primäre Verfahren sind, sollen diese zwar erwähnt, aber nicht bis ins Detail beschrieben werden.

Thermografie

Ein weiteres NIP (Non-Impact) Verfahren ist die Thermografie. Bei der zum Beispiel in Faxgeräten eingesetzten direkten Thermografie schlägt durch Erwärmung entsprechender Teile die Farbe eines speziell vorbehandelten Papiers von weiß auf schwarz um.

Grundsätzlich funktioniert die Thermografie dadurch, dass die Informationsübertragung durch Wärme stattfindet. Die farbgebende Substanz befindet sich dabei auf einer Folie oder wie im Beispiel Fax im Papier, aus der sich die Farbe bei Erwärmung löst und auf den Bedruckstoff übergeht bzw. im Papier umschlägt.

Je nach Methode der Informationsübertragung unterteilt man in den Thermotransfer und die Thermosublimation.

Bei dem Thermotransfer wird die Farbe von einem Farbband auf den Bedruckstoff durch Herauslösen der Farbe übertragen. Bei der Thermosublimation hingegen wird die Farbe auf dem Trägermaterial solange erhitzt bis sie in den Bedruckstoff übergeht bzw. eindringt. Bei letzterem Verfahren spricht man auch von Diffusion der Farbe in den Bedruckstoff.

Das Besondere bei der Thermosublimation ist die sehr genaue Steuerungsmöglichkeit der Farbmenge, so dass dieses Verfahren aufgrund seiner guten Farbwiedergabe für Proofs eingesetzt werden kann.

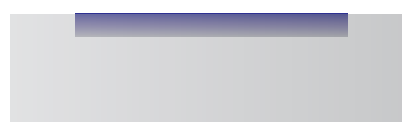


Grundprinzip des Thermotransfers

Während bei der Transferthermografie die Farbe auf den Bedruckstoff übertragen wird, dringt diese bei der Thermosublimation in den Bedruckstoff ein.



Thermotransfer



Thermosublimation

Magnetografie

Die Magnetografie ist das einzige NIP-Verfahren, das in der Lage ist, die auf die Bebilderungstrommel aufgetragenen Informationen zu speichern. Da die Bilddaten somit eigentlich mehrfach genutzt werden können, muss der Bebilderungsprozess nicht, wie bei der Elektrofotografie, bei jeder Umdrehung erneut durchgeführt werden. Trotzdem greifen nicht viele Gerätehersteller auf dieses Verfahren zurück. Das Trommelinnere besteht aus einem nicht magnetischen Kern, der von mehreren magnetischen Schichten (hart- und weichmagnetische, Schutzschicht) umgeben ist.

Das Prinzip basiert auf den folgenden Schritten:

1. Bebilderung

Die Bildinformationen werden mittels Schreibköpfen auf die Trommel aufgebracht. Realisiert wird dies durch partielle Magnetisierung der Trommeloberfläche (Ausrichtung der Dipole).

2. Entwicklung

Der von sich aus bereits magnetische Toner wird auf die bebilderten Stellen übertragen, so dass das Ladungsbild, das heißt das latente Bild sichtbar wird. Dieser Schritt ist im Prinzip sehr ähnlich zu der Entwicklung bei der Elektrofotografie. Lediglich der Toner und das »Farbwerk« sind völlig anders aufgebaut.

3. Retouching (Absaugung)

Da es bei der Entwicklung zur Übertragung von Tonerpartikeln kommt, die störend wirken und Unschärfe des Bildes verursachen können, werden sie von einem speziellen System abgesaugt.

4. Übertragung

Der Toner wird unter sehr großem Druck auf den Bedruckstoff übertragen.

5. Fixierung

Ähnlich der Elektrofotografie wird für die Verankerung der Farbe mit dem Bedruckstoff, der Toner mittels Heizelementen erwärmt und fixiert.

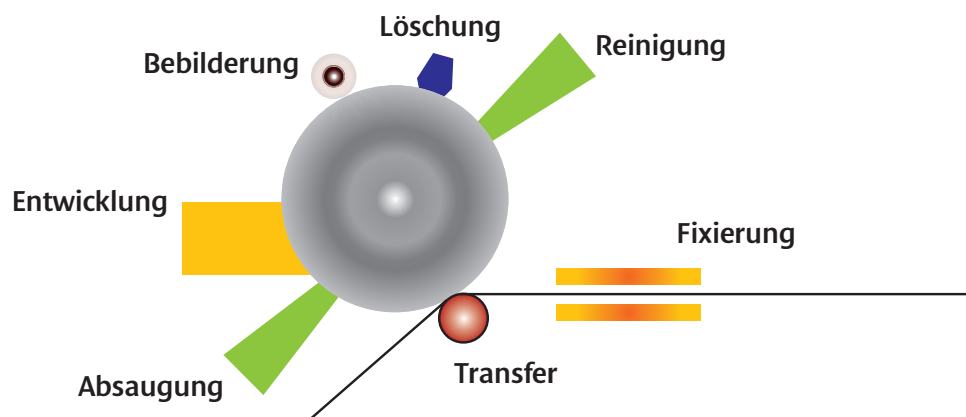
6. Reinigung

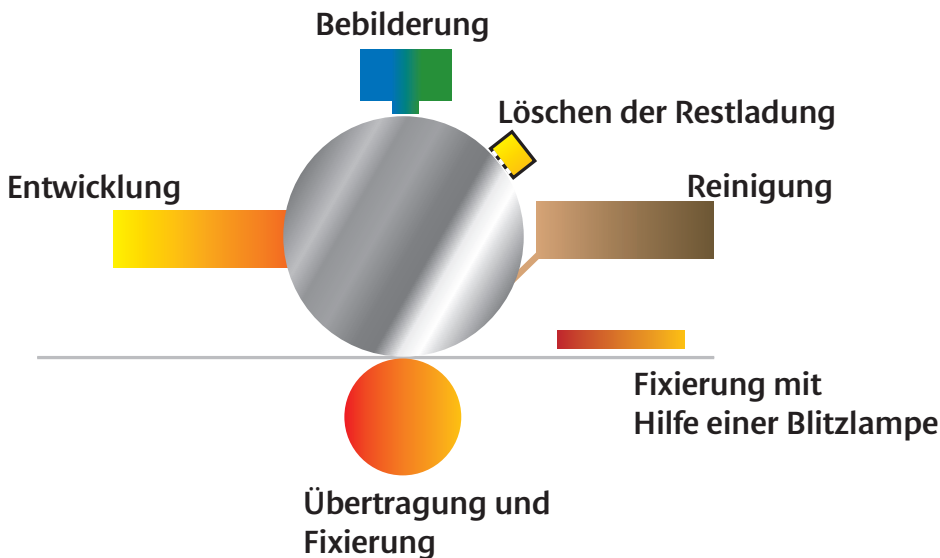
Die Trommeloberfläche wird nach der Bildübertragung von nicht übertragenem Toner gereinigt.

7. Löschen der Trommel

Um eine erneute fehlerfreie Bebilderung der Trommel vornehmen zu können, wird die Trommel vollständig entmagnetisiert.

Als Farbe wird Ein-Komponenten Toner eingesetzt. Generell wird dieses Verfahren zum Beispiel von der Firma Bull/Nipson für die Entwicklung von einfarbigen Hochleistungsdruckern benutzt. Probleme ergeben sich allerdings aufgrund der Gewährleistung eines stabilen Produktionsprozesses (Auflösung, unscharfer Druck).





Ionografie

Die Ionografie basiert, auch wenn die grundlegenden Schritte sehr ähnlich aussehen, auf einem anderen Verfahren als die Elektrofotografie. Im Gegensatz zur Xerografie, bei der die einzelnen Komponenten erst aufgeladen werden müssen, auf der Übertragung und Entwicklung von geladenen Teilchen. Um dies zu realisieren, verwendet man in der Regel eine mit einem di-elektrischen Material überzogene Trommel. Ergänzend gibt es eine Variante mit einem Belt bzw. Band anstatt einer Trommel in Verbindung mit einem Zwischenträger. Dadurch sind höhere Geschwindigkeiten und bessere Qualitäten möglich.

In der Ionografie gibt es immer fünf anstatt sechs Arbeitsschritte im Vergleich zur Elektrofotografie, da die homogene Aufladung zu Beginn des Prozesses entfällt.

Der Ablauf ist dabei wie folgt:

1. Bebilderung

Zur Bebilderung wird die Trommeloberfläche an den entsprechenden Stellen mit Ladung versehen. Hierbei ist zu beachten, dass bei diesem Verfahren der bei der Xerografie vorhergehende Schritt zur Erzeugung einer homogen geladenen Oberfläche entfällt.

2. Entwicklung

Im nächsten Schritt wird geladener Toner wie bei der Elektrofotografie übertragen. Der Toner lagert sich an die durch die Bebilderung aufgeladenen Stellen an.

3. Übertragung mit gleichzeitiger Fixierung

Anders als bei den bisherigen NIP-Verfahren erfolgt die Farbübertragung direkt durch Kontakt im Druckspalt zwischen Trommel und Bedruckstoff. Gleichzeitig wird durch Druck und Wärmezufuhr der Toner auf dem Bedruckstoff fixiert. Nach der Farbübertragung wird die Fixierung durch das Licht einer Blitzlampe vollendet.

4. Reinigung

Da auch bei diesem Verfahren der Toner nicht restlos übertragen werden kann, müssen nach dem Druck die übrig gebliebenen Tonerteilchen von der Trommel beseitigt werden. Dazu wird die Trommeloberfläche mit einer Rakel und einer Reinigungseinheit gesäubert.

5. Löschen

Um im nächsten Schritt eine erneute Belichtung bzw. Aufladung an den zu druckenden Stellen vornehmen zu können, müssen nun noch die Restladungen entfernt werden.

Computer-to-Technologien

An dieser Stelle sei nun ein kleiner Exkurs durch die Computer-to-Technologien erlaubt. An vielen Stellen herrscht Unsicherheit wofür eigentlich genau Computer-to-... steht und was genau dahinter steckt. Die folgenden Ausführungen sollen helfen, diese Lücken zu schließen.

Computer-to-Technologien

Um einen umfassenden Überblick über das Themengebiet des Digitaldrucks zu geben und die Entwicklungen im Zuge der Digitalisierung aufzuzeigen, werden im Folgenden die „Computer-to-Technologien“ vorgestellt.

Diese sind vor allem in den letzten zehn Jahren vorangetrieben worden und stellen die Grundlage für eine zunehmende Automatisierung des Druckprozesses innerhalb der Druckindustrie dar. Die ursprünglich für Computer-to-Plate verwendete Abkürzung „CtP“ wird mittlerweile für eine Vielzahl von Computer-to-Technologien benutzt. Alle haben gemeinsam, dass sie sowohl eine Verkürzung als auch eine bessere Steuer- und Kontrollierbarkeit des gesamten Workflows in der Druckvorstufe und dem Druckprozess bewirken.

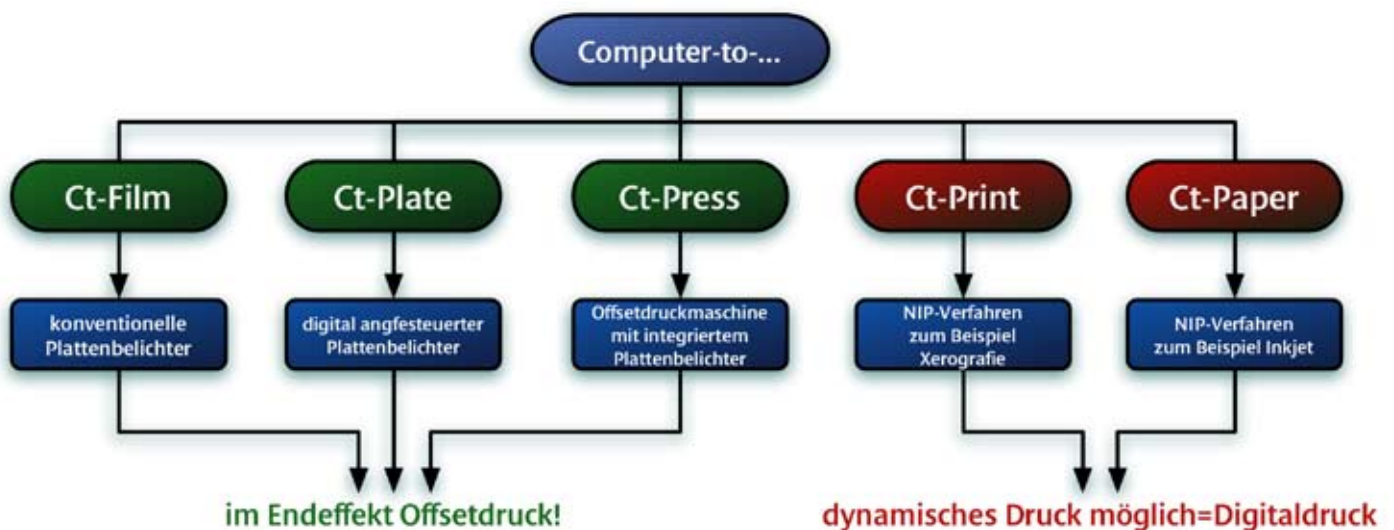
Je nach Ausmaß und Umfang der Automatisierung und letzten Endes auch der Technologie unterscheidet man zwischen ...

- ... Computer-to-Film (CtF)
- ... Computer-to-Plate (CtPlate)
- ... Computer-to-Press (CtPress)
- ... Computer-to-Print (CtPrint)
- ... Computer-to-Paper (CtPaper)

Während CtPrint und CtPaper klar und eindeutig dem Digitaldruck zuzuordnen sind, weichen die Aussagen und Meinungen im Zusammenhang mit CtPress ab.

Geht man jedoch von der in diesem Heft zu Beginn gemachten Definition aus: „...der Digitaldruck ist ein Verfahren, bei dem die Informationen in digitaler Form vorliegen und mittels einer dynamischen Druckform übertragen werden,“ so gehört CtPress aufgrund seiner statischen Druckform eindeutig nicht den digitalen Druckverfahren an. Denn ein Drucken variabler Datensätze beispielsweise ist nicht wirtschaftlich umsetzbar.

Die aus den Computer-to-Technologien hervorgehenden Vorteile sind sofort zu erkennen, wenn man die Arbeitsvorbereitung für den



konventionellen Offsetdruck mit denen der Computer-to-Technologien vergleicht. Während bis zu diesem Zeitpunkt die Schritte ...

- ... Zusammentragen der Originaldaten (Bild, Text und Grafik)
- ... digitalisieren (Scannen), bearbeiten und einfügen in ein Layout (Composing)
- ... Aufbereitung und Überprüfung der Daten auf ihre Druckbarkeit (sogenanntes Preflight) und anschließendes Erstellen von PostScript und/oder PDF Dateien
- ... Ausgabe der Daten mit Hilfe eines RIPs (Raster Image Processor)
- ... evtl. Separationen der Farbauszüge und Filmerstellung
- ... Plattenbelichtung
- ... Einspannen der Platten, Einstellen des Registers sowie Einrichten der Maschine
- ... und der Druck

durchgeführt werden mussten, können durch die neuen Workflows bzw. Technologien einige der Arbeitsschritte eingespart werden.

Computer-to-Film

Der erste Schritt zur Zeit- und Kosteneinsparung war die direkte Ausgabe der digitalen Daten auf Film. Das heißt, es können Belichter angesteuert werden, die in der Lage sind vollständige Druckbögen in der Größe des späteren Druckmaschinenformates mit Hilfe von Lasern zu belichten und auszugeben. Infolgedessen wurde die fehleranfällige, manuelle Bogenmontage und Bearbeitung der Filme überflüssig. Zum Vergleich: Vor dieser Technologie konnten maximal „seitenglatte“ Filme ausgegeben werden, das heißt alle Elemente wie Bilder, Grafiken und Texte waren auf dem Film bereits gemeinsam enthalten. Geht man einen Schritt in der Geschichte zurück, so mussten selbst die einzelnen Elemente von Druckformherstellern mühsam zu Seiten und im weiteren Schritt zu gesamten Druckbogen zusammenmontiert werden. Und das für jede verwendete Farbe, also Cyan, Magenta, Gelb, Schwarz und ggf. Sonderfarben ... Der Einsatz dieser Technologie wurde erst möglich, seit dem

die RIPs und Belichter eine ausreichende Leistung haben, so dass diese insbesondere sehr großen Rechenoperationen in einer vertretbaren Zeit bewältigt werden konnten.

Um jedoch die PostScript- bzw. PDF-Dateien auf dem Belichter ausgeben zu können, müssen diese, wie bei allen anderen Computer-to-Technologien zuvor von einem RIP in die Belichter eigene Codierung übersetzt werden. Die Hauptaufgabe des RIPs besteht darin, die ankommenden Daten in die Sprache des Lasers „an“ oder „aus“ zu übersetzen. Im Anschluss werden, wie bisher, von den Filmen Platten erstellt, die dann wiederum der Druckmaschine zugeführt, eingespannt und eingerichtet werden müssen.

Computer-to-Plate

Hierbei können auf direktem Wege vom vorhandenen Datenbestand Offsetdruckplatten belichtet werden. Der zuvor beschriebene Zwischenschritt der Filmerstellung entfällt hierbei komplett. Dieses Verfahren wurde Mitte der 1990er Jahre erstmals vorgestellt, zunächst nur schleppend, aber in den letzten Jahren zunehmend angenommen und eingesetzt. Heute wird der Großteil der benötigten Offsetdruckplatten mit dieser Technik hergestellt.

*Computer-to-Plate-Anlage:
Heidelberger Druckmaschinen Prosetter*



Trotz der Vereinfachung des Arbeitsablaufs, bleibt dem Anwender das Einspannen und Einrichten der Platten in der Druckmaschine nicht erspart.

Grundsätzlich setzen sich die CtP-Systeme aus den drei Einheiten ...

... Plattenzufuhr

... Belichter

... und Entwickler

zusammen. Bei Systemen, die Druckplatten auf Basis der Laserablation anwenden, erfolgen Belichtung und Entwicklung gleichzeitig, so dass hier die separate Entwicklerstation überflüssig wird. Heute existiert ein großes Angebot verschiedener Druckplatten, die in Computer-to-Plate-Anlagen eingesetzt werden können. Sie unterscheiden sich in ihrem Aufbau und dadurch bedingt ihren Eigenschaften (Fotopolymerplatten, Silberhalogenidplatten, vernetzte Polymerplatten). In Abhängigkeit davon weisen sie abweichende Lichtempfindlichkeiten, Beständigkeiten, Auflösungsvermögen und Qualitäten auf, die auf das jeweilige System abgestimmt werden müssen.

Die Bebilderungseinheit kann zum einen durch ihr Konstruktionsprinzip (Innen-, Außen- oder Flachbettbelichter) und zum anderen durch die in ihr eingesetzte Lichtquelle (thermische oder Infrarot-Laser) eingeteilt werden.

CtPlate-Anlagen werden oftmals durch Stanzvorrichtungen komplettiert und bieten ein enormes Potential Zeit einzusparen, da der Drucker bei Einrichtung der Druckmaschine nur noch geringe Korrekturen in Verbindung mit dem Passer vornehmen muss. Bedingt durch die Stanzung stehen die Farben bzw. Druckformen in der Regel schon sehr genau zueinander. Ein weiterer Vorteil hierbei ist, dass je nach Ausbaustufe des Systemes die Flächendeckungen der einzelnen Farben und Druckformen bestimmt werden können, so dass die Farbsteuerung der Druckmaschinen mit den entsprechenden Parametern angesteuert werden können. Die Zeit bis der Druck „in Farbe“ ist, wie der Drucker sagt, kann dadurch erheblich reduziert werden. Außerdem verringert sich dadurch die Makulatur, wodurch wiederum Kosten eingespart werden können.

Computer-to-Plate-Anlage:

Heidelberger Druckmaschinen Suprasetter





Heidelberger Druckmaschinen
Speedmaster DI und Quickmaster DI

Computer-to-Press

Der auf Computer-to-Plate folgende Entwicklungsschritt war die Idee auf einen externen Plattenbelichter zu verzichten und stattdessen die Einheit zur Druckplattenherstellung in die Druckmaschine zu integrieren.

Die auf dieses Verfahren zurückgreifenden Systemhersteller haben dabei zwei Varianten entwickelt. Die eine setzt voraus, dass bei jedem Informationsaustausch bzw. Auftragswechsel neue Platten oder Druckfolien bebildert werden müssen (wie zum Beispiel Heidelberger Quickmaster DI oder KBA Karat), wohingegen bei der zweiten Variante eine wieder beschreibbare Druckform entwickelt worden ist (bekanntester Vertreter ist hier die MAN Roland DICOweb).



KBA Karat im
Schnitt und als
Foto

Die Vorteile der Computer-to-Press-Konstruktionen sind in dem Wegfall der Filme, dem sofortigen Drucken nach der Bebilderung und eine gute Registerhaltigkeit (keine Verschiebung der Platten zwischen Belichtung und Druck) zu sehen.



MAN Roland DICOweb,
die nur als Rollenoffset-
druckmaschine verfügbar ist



Heidelberger
Druckmaschinen
Quickmaster DI

*Aufbau und Bebilderung einer einmal beschreibbaren
Platte*

Der generelle Aufbau solcher Druckformen und deren Bebilderungsablauf soll anhand der von der Heidelberger Druckmaschinen AG entwickelten Quickmaster DI-46 (Direct Imaging) beschrieben werden.



Jedes der vier Druckwerke besitzt eine eigene Einheit zur Druckformherstellung. Diese besteht aus einer Rolle mit Druckformmaterial, von der zu Beginn eines Auftrages das Stück für die Druckplatte abgerollt und danach auf der anderen Seite wieder aufgerollt wird. Die Bebilderung mittels Laser und die Entwicklung basieren auf dem Prinzip des wasserlosen Offsets. Die Druckplatte ist auf ihrer Oberfläche mit Silikon beschichtet und reagiert deshalb grundsätzlich farbabweisend. Das bei der Bebilderung auftreffende Laserlicht bewirkt die Zerstörung des Silikons, welches durch eine kleine Waschanlage beseitigt wird. Die sich unter dem Silikon befindliche farbannehmende Schicht wird freigelegt und durch das Farbwerk eingefärbt. Das Druckbild wird zunächst auf den Gummituchzylinder übertragen, bevor es auf den Bedruckstoff gelangt.



*Aufbau und Bebilderung einer wieder beschreibbaren
Druckform*

Erste Computer-to-Press-Systeme dieser Art wurden zwar bereits entwickelt, werden aber bisher in der Praxis noch nicht flächendeckend eingesetzt. Trotzdem ist die Idee, die hinter diesen Systemen steckt durchaus interessant und wird hier anhand der von MAN ROLAND auf den Markt gebrachten DICOWeb näher erläutert.

Die Wieder-Beschreibbarkeit der Druckform wird erzielt, indem die farbführenden Elemente mittels Thermotransfer auf die Oberfläche eines metallischen Zylinders aufgebracht werden. Das bedeutet, dass sich das farbannehmende Material von seiner Transportfolie löst und auf den Zylinder übertragen wird.

Vor der Feuchtung und Einfärbung gemäß dem konventionellen Offsetdruck muss die aufgetragene Schicht durch Hitze fixiert werden. Nach dem Druck wird diese Schicht wieder entfernt und der Zylinder gereinigt. Zusammenfassend werden für die Herstellung einer wieder beschreibbaren Computer-to-Press-Platte die Schritte:

1. Reinigung
2. Bebilderung
3. Fixierung
4. Einfärben

durchgeführt.

Wie bei den vorstehenden Ausführungen deutlich geworden ist, wurden für Computer-to-Press keine neuen Druckverfahren erfunden. Es

handelt sich dabei eher um einen Sammelbegriff verschiedener, hoch automatisierter Systeme.

Für eine Bewertung solcher Systeme muss jedoch auch auf die Nachteile hingewiesen werden. Da während der Belichtung der Platten nicht gedruckt werden kann, kommt es zu Warte- und somit Stillstandzeiten der Druckmaschine. Des Weiteren weisen die

MAN Roland DICOWeb:
oben Belichtung
unten Fixierung
der Druckzylinder

Platten eine nicht so hohe Standzeit wie die im konventionellen Offsetdruck angewendeten Platten auf. Hierbei darf man zwei Aspekte nicht vergessen:

1. Im konventionellen Offsetdruck können und werden die Druckplatten teilweise eingebrannt, so dass die Standzeit einige hunderttausend Umdrehungen ohne Qualitätsverlust aushalten kann.
2. Wie soeben erläutert, steht während der Belichtung die Druckmaschine still. In dieser Zeit kann logischer Weise nicht produziert werden, so dass die Fixkosten der Druckerei weiterlaufen. Die Belichtungszeiten sind immer weiter verkürzt worden, aber man darf ebenfalls nicht vergessen, dass die Haltbarkeit dieser Druckformen im Vergleich zu außerhalb der Druckmaschine hergestellten Druckplatten sehr gering ist. Das führt wiederum dazu, dass nur kleine Auflagen möglich sind, was dann zu vielen Plattenwechseln führt.

Also ein Kreislauf, der sehr gut beherrscht und kalkuliert sein will. Durch die sehr hohe Beanspruchung der Bebilderungsköpfe müssen diese häufiger ausgetauscht werden, was die gesamte Technologie in den Augen der Drucker eher anfällig als stabil erscheinen lässt.

Daher haben verschiedene Hersteller die Entwicklung auf diesem Gebiet eingestellt.



Canon CLC 5151

Bei den beiden nachfolgenden Verfahren handelt es sich um die jüngsten Computer-to-Technologien. Da die ihnen zu Grunde liegenden digitalen Druckverfahren bereits im vorherigen Kapitel ausführlich erläutert wurden, wird an dieser Stelle auf weitere Erklärungen verzichtet.

Computer-to-Print

Zu diesen zählt man alle digitalen Druckverfahren, die eine Druckform oder auch Zwischenträger benötigen, die aber dynamisch gestaltet und verändert werden kann. Der verbreitetste Vertreter dürfte hier wohl die Xerografie sein. Bei jedem Druck ist das Übertragen anderer Informationen und Seiteninhalte möglich. Sowohl die Elektrofotografie, aber auch die Magnetografie erfüllen diese Anforderungen und werden deshalb als Computer-to-Print Verfahren bezeichnet.

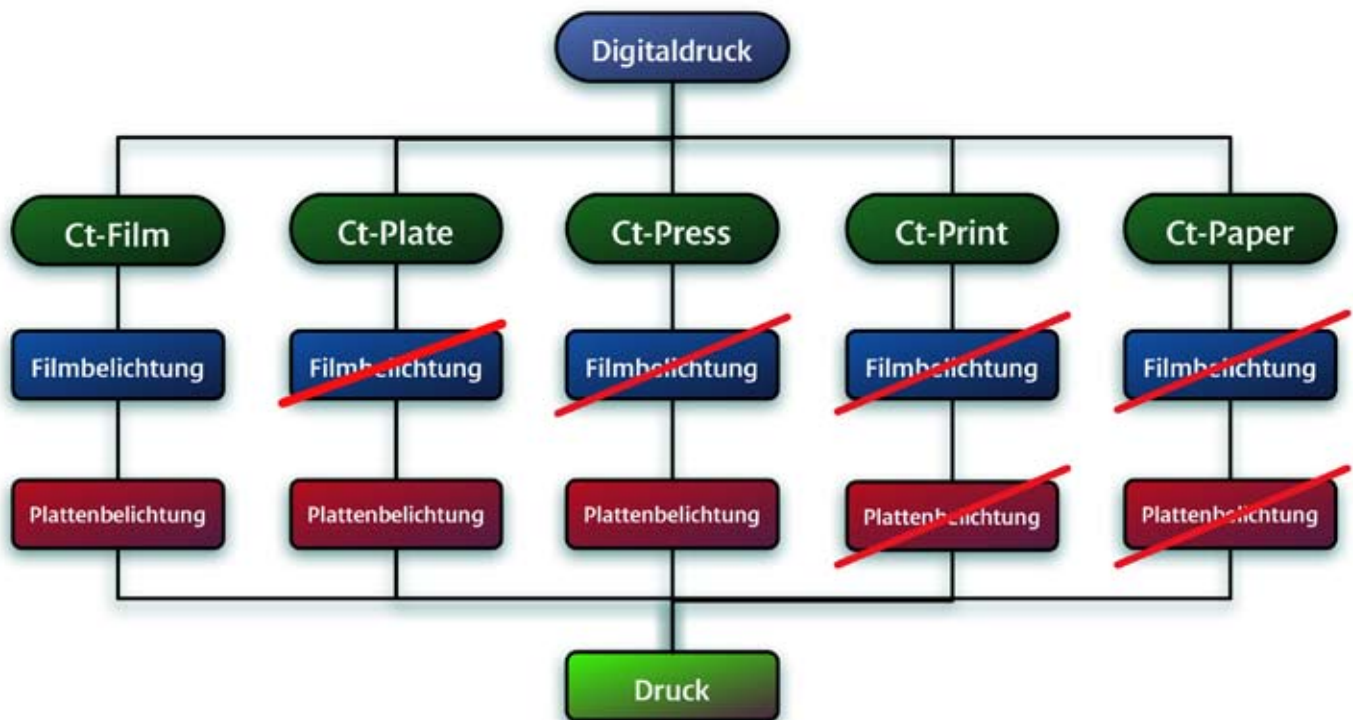
Computer-to-Paper

Hiermit ist gemeint, dass die Informationen ohne Druckform bzw. Zwischenträger und somit auf direktem Wege von den Systemen auf den Bedruckstoff übertragen werden. Aus diesem Grund werden Verfahren wie der Inkjet diesem Segment zugeordnet.



Canon imagePROGRAF 9000

Workflowvergleich



Will man an dieser Stelle bereits ein „Zwischenresumé“ zur richtigen Wahl des Druckverfahrens ziehen, so kann man nur festhalten, dass die Wahl des „richtigen“ Druckverfahrens (hier Offset- oder Digitaldruck) und Systems ganz individuell getroffen werden muss, da diese Entscheidung von sehr vielen Faktoren wie Auflagenhöhe und Kosten aber auch Umfang, Qualität, Zeit, Bedruckstoff etc. abhängig ist.

Eine klare Aussage zu einem Break Even Point ist heute nicht mehr möglich. Wenn überhaupt, so kann von einer Break Even Area gesprochen werden, wobei selbst diese nicht allgemeingültig beschrieben oder gar definiert werden kann. Die Anzahl der Einflussgrößen sind hierbei zu vielfältig, als dass hier eine klare Aussage möglich ist.

Die Grafik oben zeigt noch einmal sehr anschaulich den Vergleich der unterschiedlichen Workflows basierend auf den notwendigen Schritten innerhalb der Datenaufbereitung bis zum Druck. Hierbei ist klar zu erkennen, dass selbst die optimierte Filmausgabe immer noch mehr Zwischenschritte benötigt, als dies bei den modernere Verfahren der

Fall ist. Hiermit lassen sich zum Beispiel die deutlich geringeren Rüstzeiten und -kosten nachvollziehen und begründen. Gerade diese im Bereich der konventionellen Druckverfahren zwingend anfallende Kosten ermöglichen dem Digitaldruck kleine und kleinste Auflagen unter wirtschaftlichen Bedingungen zu produzieren. Nun darf man nicht außer Acht lassen, dass die Rüstzeiten immer weiter verkürzt werden und damit die Schwelle zum Digitaldruck absinkt. Es ist daher für den Digitaldruck Dienstleister unbedingt wichtig, dass er ein Business Modell hat, das sich durch die richtigen Anwendungen deutlich zu den konventionellen Druckverfahren abgrenzt. Verlässt er sich nur auf die Produktion kleiner und kleinster Auflagen, so wird er wirtschaftlich gesehen über einen längeren Zeitraum wahrscheinlich keinen Erfolg haben.

Der Raster Image Prozessor: RIP

Neben vielen bisher genannten Faktoren, abhängig vom eingesetzten Verfahren, die zweifelsohne mit für die Qualität der Digitaldrucksysteme verantwortlich sind, spielt der Raster Image Prozessor eine entscheidende Rolle in der Diskussion um die Qualität eines Digitaldrucksystemes.

Im RIP, so die geläufige Abkürzung für Raster Image Prozessor, werden die Daten interpretiert, das heißt in eine Sprache übersetzt, die das Digitaldrucksystem verstehen und in elektrische Impulse zur Ansteuerung der Bebilderungseinheit umsetzen kann. Dabei werden nicht nur die Vorgaben für die Rasterart umgesetzt, sondern, wenn vorhanden, auch die Umrechnung oder besser Berechnung des Color Managements vorgenommen. Gerade diese beiden Punkte sind wichtige Kriterien zur Beurteilung der Qualität: »Auflösung« und »Farbgenauigkeit« bzw. Reproduzierbarkeit im Vergleich zum Original

oder der Vorlage. Im Gegensatz zu den RIPs in der konventionellen Druckvorstufe, wo Filme oder Platten belichtet werden, bieten die meisten RIPs im Digitaldruck eine Fülle von Möglichkeiten, die hier nicht alle aufgezählt werden können. Die wichtigsten neben den bereits genannten sind zum Beispiel das Ausschließen, also das richtige Anordnen der Seiten auf dem Druckbogen, so dass das endgültige Exemplar nach der Weiterverarbeitung die richtige Lesereihenfolge der Seiten hat. Auch Angaben zu Papier, Ausrichtung der Bogen, Umgang mit Datenformaten, variablen Daten und so »banale« Dinge wie Auflagenhöhe werden mit Hilfe des RIPs in der Regel eingestellt. Gleichzeitig dient es auch einem Operater als Schnittstelle zu seiner Maschine mit der er den Zustand etc ablesen kann.

Der größte Hersteller von RIPs für den Digitaldruck ist die Firma EFI, die für fast jedes Digitaldrucksystem nahezu aller Hersteller ein RIP zur Verfügung hat.



Qualitätsparameter

Begriffe und Qualitätsfaktoren des Digitaldrucks

In diesem Kapitel wird auf bedeutende Begriffe und Sachverhalte des Digitaldrucks eingegangen und zugleich deren Einfluss auf die Druckqualität dargestellt. Besondere Aufmerksamkeit liegt dabei auf dem Vorgang der Rasterung, der Simulation von Halbtönen und dem Colormanagement.

Doch vorab müssen einige Überlegungen zum Thema Qualität angestellt werden, denn die Frage die sich aufdrängt ist: Was genau ist Qualität bzw. anhand von was kann diese festgehalten werden? Feststeht, dass jeder Mensch ein eigenes und somit subjektives Qualitäts- und Farbempfinden besitzt. Dieses kann mit den Vorstellungen anderer übereinstimmen, aber auch massiv davon abweichen.

Ein Ansatzpunkt könnte darin liegen, die Qualität zum Beispiel eines Druckerzeugnisses an dessen Wirkung zu messen. Das heißt, man verfolgt, ob der gewünschte Effekt oder das definierte Ziel damit erreicht worden ist. Da dies aber wiederum objektiv nicht vergleichbar ist, entscheidet letztendlich

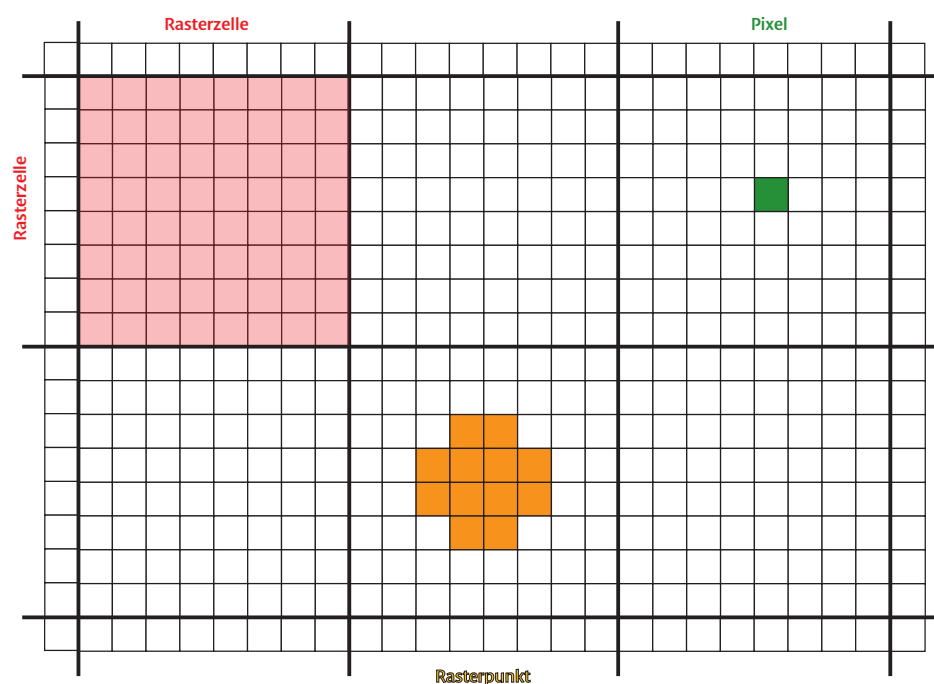
immer der Kunde bzw. Auftraggeber in jeglicher Hinsicht über die Qualität von Druckerzeugnissen. Er ist immerhin derjenige, der die Kosten hierfür zu tragen hat.

Trotz allem gibt es vor allem im Colormanagement grundsätzliche Vorgaben, die als allgemeingültige Richtlinien anerkannt werden und Anwendung finden. Neben der visuellen Prüfung ist unter anderem eine messtechnische Auswertung der Farbwiedergabe mittels Spektralphotometer oder ähnlichem möglich.

Rasterung

Ausgangspunkt der folgenden Betrachtungen ist eine fertige PDF-Datei. Diese muss, unabhängig davon, auf welchem System (Computer-to-Film, Computer-to-Plate, Computer-to-Press etc.) sie ausgegeben werden soll, zunächst durch einen RIP in druckbare Informationen übersetzt werden.

Druckbar bedeutet in diesem Fall, dass Texte und Halbtöne so umgesetzt werden müssen, dass deren Inhalt nur durch schwarze und weiße Informationen wiedergegeben wird. Diesen Vorgang bezeichnet



man als Rasterung. Bestimmt werden kann diese durch die Parameter Rasterweite, Rasterprinzip, Rasterwinkelung und Rasterpunktform.

Bild und Text

Rasterweite

Diese gibt an, wie viele Rasterpunkte oder besser Rasterzellen pro Einheit (cm, inch) nebeneinander liegen können. Grundsätzlich gibt es zwar zwischen den Rasterpunkten Zwischenräume, Rasterzellen hingegen stoßen direkt aneinander.

Ein zu grobes Raster (=große Rasterpunkte) wirkt störend, ein zu kleines verursacht unnötig große Speichermengen.

Eine Rasterweite bei der das menschliche Auge bei einem normalen Leseabstand nicht mehr in der Lage ist die einzelnen Rasterpunkte voneinander zu trennen, ist eine Rasterweite ab $L=60$ Linien/cm. Dies ist auch der Grund, warum der Offsetdruck in der Regel mit einem „60er“ Raster oder feiner arbeitet. Analog dazu findet man häufig Werte bzw. Angaben in lpi. Dies ist nichts anderes als eine Umrechnung in Inch bzw. Zoll. In diesem Fall bedeutet dies:

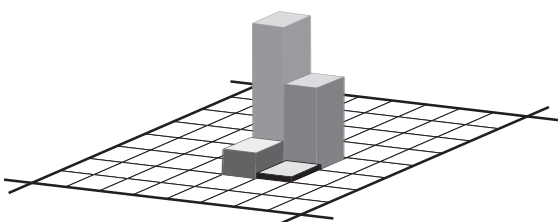
$$60 \text{ L/cm} \times 2,54 \approx 152 \text{ lpi (Lines per Inch)}$$

lpi ist nicht zu verwechseln mit dpi womit die Auflösung (Informationsgehalt) von Bildern gemeint ist. lpi bezieht sich immer auf eine Angabe zur Rasterweite.

Rasterpunkt

Ein Rasterpunkt setzt sich aus vielen kleinen Elementen zusammen. Es handelt sich dabei um sogenannte Pixel, die in einer Matrix (Rasterzelle)

Dreidimensionale Rasterung bei zum Beispiel 8 Bit



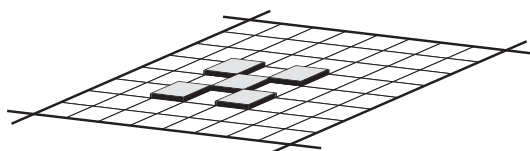
zusammen gefasst werden, wie dies in der Abbildung auf Seite 34 dargestellt ist. Die Anzahl der Pixel pro Rasterpunkt ergeben die gewünschte Helligkeit des Rasterpunktes. Hierbei muss man unterscheiden zwischen den Rasterpunkten des Offsetdruckes, die flächenvariabel sind und den im Digitaldruck meist verwendeten flächen- und höhenvariablen Rasterpunkten, bei denen jeder einzelne Pixel mehrere sogenannte Graustufen annehmen kann. Dies ist dann wichtig und nötig, wenn die physikalische Auflösung eines Drucksystems, also die kleinste Pixelgröße nicht ausreicht um genug Graustufen innerhalb eines Rasterpunktes darstellen zu können. Dieses Verfahren wird in der Regel bei allen Systemen eingesetzt, die eine Auflösung von 600 bis 1.200 dpi haben. Erst bei etwa 2.400 dpi Auflösung werden die Pixel klein genug, um diese hohen Anforderungen zu erfüllen. Derzeit gibt es nur einen Hersteller im Markt, der diese Technologie produktionsreif anbietet.

Auflösung

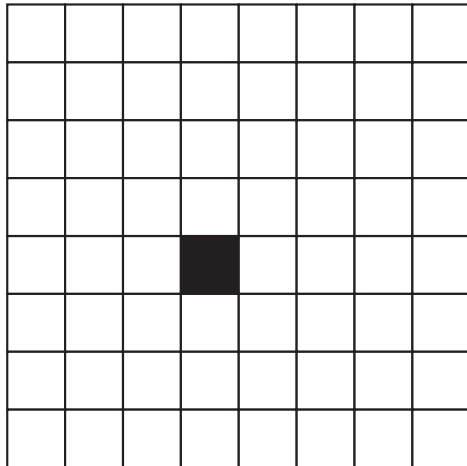
Durch die darstellbare Pixelanzahl, die ein Ausgabesystem in der Lage ist anzusteuern, wird dessen Auflösungsvermögen definiert. Je höher die Auflösung, desto kleiner die Pixel. Und je kleiner die Pixel, desto feiner und schärfer die Darstellung eines Rasterpunktes. Angegeben wird das Auflösungsvermögen in dpi (dots pro inch, wobei 1 inch = 2,54 cm).

Zur Verdeutlichung betrachte man das in der Abbildung auf Seite 36 visualisierte Beispiel. Bei einem 60er Raster, ergibt sich gemäß den Rechnungen bei einer Auflösung von 600 dpi eine Pixelgröße von 42 μm . Erhöht man die Auflösung

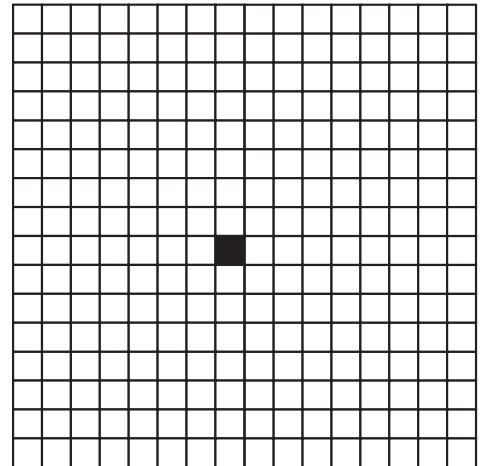
Zweidimensionale Rasterung bei 1 Bit



Rasterzelle mit 8 x 8 Pixeln = 64 Graustufen



Rasterzelle mit 16 x 16 Pixeln = 256 Graustufen



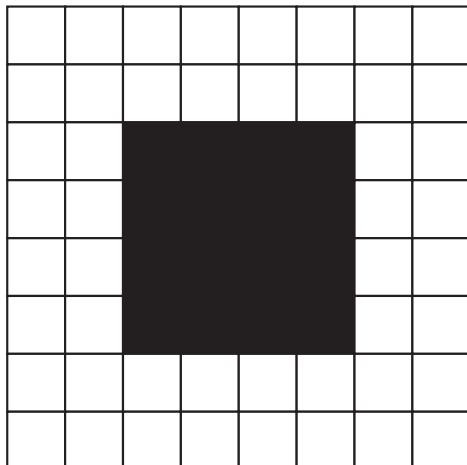
auf 2.400 dpi, verkleinern sich die Durchmesser der Pixel um die Hälfte. Wie auf einen Blick zu sehen, ist der sich daraus ergebene Qualitätsunterschied von großem Ausmaß. Aus diesem gewählten Beispiel kann man leicht entnehmen, dass der Offsetdruck, der ebenfalls mit einer Auflösung ab 2.400 dpi bei der Plattenherstellung arbeitet, ausreichend fein ist. Mit 2.400 dpi ist man in der Lage bei einem 60er Raster jeweils 16 Pixel in horizontaler und vertikaler Richtung zu einem Rasterpunkt zusammenzufassen. Damit ist es möglich 256 Graustufen pro Farbe und Rasterpunkt darzustellen. Für die meisten Betrachter ist diese Anzahl Graustufen hinreichend genug. Ist die Auflösung geringer, so muss auf die eben beschriebene Technologie des dreidimensionalen Raster- bzw. Pixelaufbaus zurückgegriffen werden.

Rasterarten

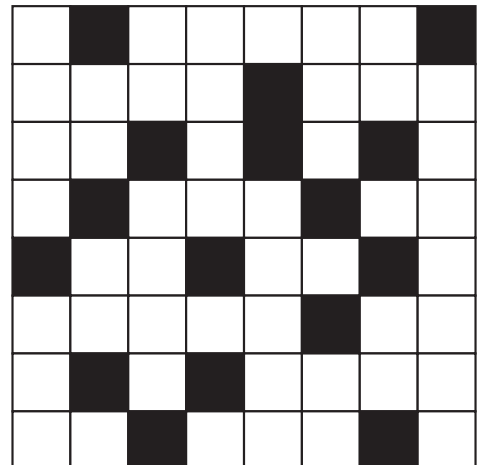
Um die unterschiedlichen Helligkeitsabstufungen der Vorlage wiedergeben zu können, kommen verschiedene Rasterverfahren zum Einsatz. Welches zu verwenden ist, ist von Job zu Job unterschiedlich. Das älteste Verfahren ist die AM-Rasterung (Amplitudenmodulierte Rasterung). Hierbei variieren die Rasterpunktgrößen, während die Abstände von Punkt zu Punkt gleich bleiben.

Im Gegensatz dazu gibt es die FM-Rasterung (Frequenzmodulierte Raster). Neben dieser Bezeichnung gibt es noch eine Vielzahl anderer Begriffe, die den gleichen Effekt beschreiben. In der Regel handelt es sich hierbei um Herstellerbezeichnungen wie zum Beispiel Cristal-Raster von der Firma Creo.

AM-Raster



FM-Raster



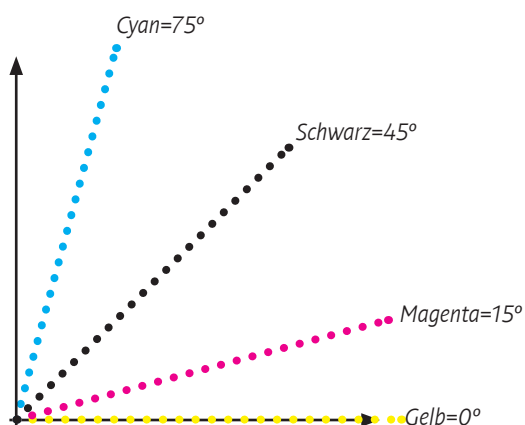
Hierbei gibt es keine Rasterpunkte im eigentlichen Sinne. Die Punkte, entweder einzelne Pixel oder kleine, genau definierte Gruppen von Pixeln, sind alle gleich groß, wohingegen sich die Abstände zueinander unterscheiden. Bei dieser Art der Rasterung kann die Belegung der Pixel zufällig (stochastisch) oder nach einer bestimmten Systematik erfolgen. Die Festlegung der gewünschten Graustufe wird hierbei über die Flächendeckung bzw. Anzahl der Pixel in einer Rasterzelle definiert. Die einzelnen Zellen sind von einander nicht zu unterscheiden bzw. zu trennen.

Der große Vorteil dieser Rasterverfahren ist, dass es keine Moiré-Effekte im Druck gibt. Ebenfalls wirkt der Druck in sich wesentlich glatter und harmonischer. Die Voraussetzung hierzu ist eine ausreichend feine Auflösung des Ausgabesystems.

Bei der Hybride Rasterung handelt es sich um eine Mischform aus AM- und FM-Rasterung, bei der sich sowohl die Durchmesser der Punkte als auch die Abstände verändern.

Rasterwinkelung

Sobald mit mehr als einer Farbe gedruckt werden soll, bekommt jede Farbe bzw. jeder Farbauszug einen eigenen Winkel zugewiesen. Anderenfalls kann es bei ungünstiger Überlagerung der verschieden farbigen Rasterpunkte zu Störeffekten (Moiré-Bildung) kommen. Die Winkel für die einzelnen Farbauszüge sind in der DIN 16547 festgeschrieben.



Rasterpunktform

Abgestimmt auf den jeweiligen Druck kann mit Rasterpunkten der Formen rund, quadratisch, elliptisch usw. gedruckt werden. Wie gut die jeweiligen Formen dargestellt werden können, ist abhängig vom Auflösungsvermögen des Ausgabesystems.

Anhand der vorherigen Ausführungen lässt sich ableiten, dass die Wiedergabequalität einer Vorlage besonders vom Auflösungsvermögen und der Rasterweite abhängt. Denn je feiner die Auflösung und Rasterweite ist, desto detaillierter können die Rasterpunkte durch die Pixel aufgebaut werden. Bei zu niedrigen Auflösungen werden die Pixel einzeln erkennbar, so dass die Ränder der Rasterpunkte eckig werden (Treppenstufen-Effekt).

Wiedergabe und Einflussfaktoren von Halbtönen

Die Hell-/Dunkelwiedergabe der Halbtöne wird im Druck ebenfalls durch die Anzahl der belegten Pixel in einer Matrix simuliert. Hat man eine 4x4 Matrix, so wird ein 100% Tonwert durch die Belegung aller Pixel erzeugt. Bei 50% werden hingegen nur 8 Pixel belegt. Dementsprechend können durch die 16 Pixel 16 Tonwertabstufungen plus weiß (kein Pixel wird angesteuert), also insgesamt 17 Tonwerte wiedergegeben werden.

Die Qualität der Halbtonwiedergabe ist somit von der Anzahl der Pixel und somit darstellbaren Tonwertabstufungen abhängig. Die Folgen einer zu niedrigen Auflösung können vor allem in Verläufen durch Stufenbildung erkennbar werden. Da das menschliche Auge in der Lage ist bis zu 256 Tonwertabstufungen wahrzunehmen, ermöglicht eine 16x16 (256 Tonwerte +1) Matrix eine ausreichend gute Wiedergabequalität.

Um die störenden Effekte einer zu geringen Auflösung zu umgehen, bedient man sich der Schichtdickenmodulation wie bereits oben beschrieben. Die Pixel variieren in verschiedenen Helligkeitsstufen. Man spricht hier dann auch von „x Bit-Tiefe“.

Colormanagement

Zielsetzung des Colormanagements

Eines der wichtigsten Qualitätskriterien in der Druckbranche ist die „richtige“ Wiedergabe von Farben. Die Hauptaufgabe des Colormanagements besteht deshalb darin, für eine über den gesamten Reproduktionsprozess konstante und somit stabile Farbwiedergabe zu sorgen, um die Ausgabe bzw. Darstellung so nah wie möglich an das Original anzupassen. Hierbei darf man nicht vergessen, dass in den meisten Fällen eine 100%-ig identische Reproduktion aufgrund der unterschiedlichen Farb Räume nicht möglich ist.

Es ist daher eine schwierige Aufgabenstellung, wenn man an die Zahl der Systeme denkt, die während einer Reproduktion zum Einsatz kommen und Einfluss auf die Farbdarstellung nehmen. Da sind auf der Eingabeseite Kameras und Scanner, für die Darstellung Monitore und Displays, auf der Ausgabeseite diverse Drucker. Nicht zu vergessen die unendlichen Soft- und Hardware-Komponenten, die ebenfalls an verschiedensten Stellen, insbesondere in Verbindung mit fehlerhaften Einstellungen, zum Teil massiv Einfluss auf die Farbdarstellung nehmen.

Obwohl zum Beispiel Scanner und Monitore beide nach dem RGB-System arbeiten, werden Farben auf beiden Geräten unterschiedlich wiedergegeben bzw. vom Scanner erkannt. Noch schwieriger wird es, wenn RGB-Farben auf Drucksystemen ausgegeben werden sollen, die nach der subtraktiven Farbmischung drucken, sprich in CMYK.

Anhand dieser Schilderungen lässt sich ableiten, dass jedes am Prozess beteiligte System einen eigenen, nicht vergleichbaren gerätespezifischen Farbraum besitzt.

Damit aber die Vorlage nach dem Scannen auf dem Monitor und beim Drucken auf Papier wie die Originalvorlage aussieht, genau genommen sind nicht die absoluten Farbwerte von Bedeutung, sondern die Farbabstände zueinander, haben sich folgende Lösungsansätze im Colormanagement

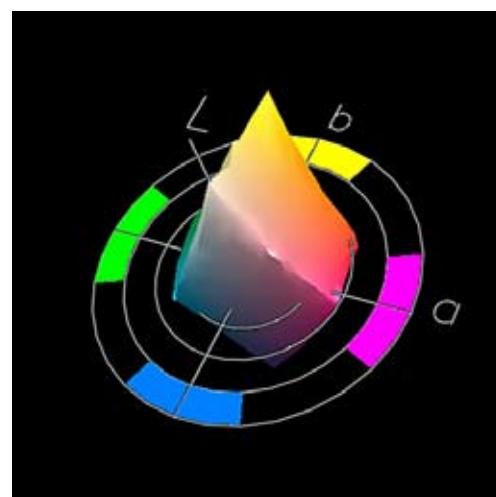
und der Praxis durchgesetzt. Um Farben objektiv beurteilen und vergleichen zu können, hat man lange Zeit versucht, diese zahlenmäßig, das heißt mathematisch, zu beschreiben. Dazu wurden die unterschiedlichsten Farbsysteme wie HSB, LCH und CIEXYZ entwickelt. Die anfänglichen Systeme hatten jedoch das Problem, dass berechnete Farbabstände nicht der menschlichen Farbabstands-Wahrnehmung entsprachen (MacAdams-Ellipsen). Diese Fehleranfälligkeit wurde erst mit dem sogenannten CIE Lab-Farbmodell behoben, so dass dieses heute in den meisten Fällen als Referenzfarbraum benutzt wird. Es berücksichtigt das menschliche Farbempfinden und stellt das gesamte in der Natur vorkommende Licht dar. Alle Geräte und Systeme wie Scanner, Kameras, Monitore etc. können immer nur eine Teilmenge des CIE Lab-Farbraumes erfassen bzw. darstellen.

Lab-Farbraum

In diesem dreidimensionalen Farbsystem ist die Beschreibung einer Farbe durch drei Zahlen eindeutig und geräteneutral möglich.

Die Achse A stellt die von rot über weiß bzw. grau nach grün verlaufenden Farben dar. Die positive a-Achse steht für die roten und die negative a-Achse für die grünen Farben.

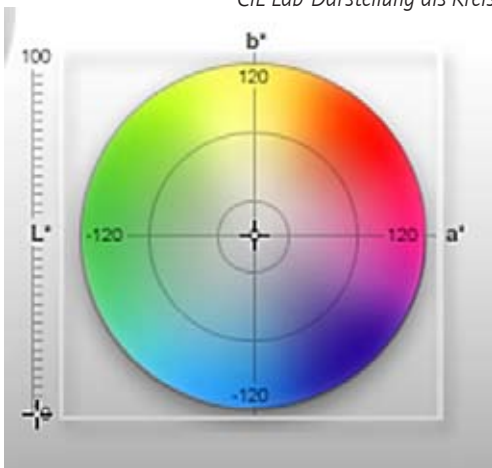
Senkrecht dazu steht die b-Achse. Wie auf der a-Achse verlaufen auch hier die Farben über weiß bzw. grau. Die positive b-Achse steht jedoch für die



gelben und die negative b-Achse die blauen Farben. Bleibt noch die L-Achse. Diese steht zu den beiden anderen ebenfalls senkrecht. Durch die dritte Achse wird die Helligkeit der Farben beschrieben, wobei L=100 für weiß und L=0 für schwarz steht. Alle Farben gleicher Helligkeit liegen folglich in einer Ebene. Unterschiedliche Sättigungen werden durch den Abstand zur L-Achse angegeben. Um dies zu verdeutlichen hier einige Beispiele, deren Farborte durch die unten stehende Abbildung bestimmt werden können.

	L	A	B	Farbton
Farbton 1	50	+80	+40	
Farbton 2	20	-30	-110	
Farbton 3	80	-80	+95	
Farbton 4	80	-30	+111	

CIE Lab-Darstellung als Kreis



Möchte man nun zwei Farben miteinander vergleichen, kann man dies tun, indem man deren Farbabstand Delta E mit der Formel:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

oder etwas kürzer formuliert:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

berechnet. Dabei gilt, dass je kleiner der deltaE-Wert ist, desto kleiner ist die Abweichung der Farben zueinander.

In der Praxis muss man, um zwei Drucke miteinander oder Vorlage bzw. Original mit einem Druck vergleichen zu können, dazu zunächst die jeweiligen Lab-Farbwerte der beiden Farbmuster an ihren Stellen im Lab-Farbraum ermitteln. Diese können einfach mit Hilfe eines Messgerätes wie einem Spektralfotometer erfasst werden. Bleibt der Farbabstand innerhalb einer zulässigen und im Rahmen einer ISO-Norm definierten Toleranz, so kann von einer guten Farbwiedergabe gesprochen werden.

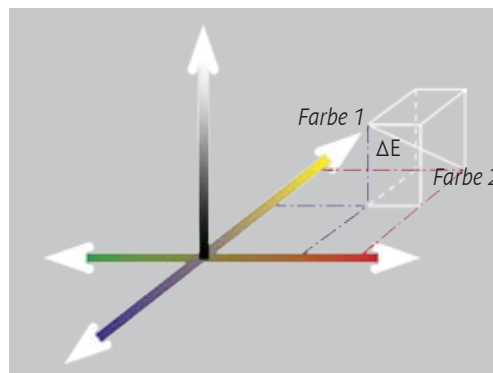
Um dies einmal praktisch durchzuführen, bedienen wir uns der Lab-Werte von Farbton 3 und 4 (siehe Tabelle). Obwohl schon mit bloßem Auge ersichtlich wird, dass es sich bei diesen um unterschiedliche Grün-Töne handelt, bestätigen wir diese Aussage durch Einsetzen der jeweiligen Farbwerte in die Farbabstandsformel:

$$\Delta E = \sqrt{(80-80)^2 + (-80-(-30))^2 + (95-111)^2}$$

$$\Delta E = \sqrt{(0)^2 + (-50)^2 + (-16)^2}$$

$$\Delta E = 52,49$$

Bedenkt man, dass der der ISO zugrunde liegende Prozessstandard Offsetdruck eine Toleranz von maximal $\Delta E = 5$ zulässt, so ist der hier in diesem Beispiel auftretende Farbabstand erheblich zu groß und würde keinem Vergleich standhalten.



Berechnung des ΔE grafisch dargestellt

Farbprofile

Nachdem nun klar ist, was der CIE Lab-Farbraum ist und wie Farben eindeutig definiert werden können, zurück zu dem ursprünglichen Problem wie eine stabile Farbwiedergabe innerhalb eines Reproduktionsprozesses gewährleistet werden kann.

Dies ist nur dann möglich, wenn man einen gerätespezifischen Farbraum mit einem neutralen Referenzfarbraum (meist CIE Lab) vergleicht und anschließend die Farbeigenschaften dieses Gerätes in Form eines sogenannten Farbprofils festhält und beschreibt. Praktisch gesehen bedeutet dies, dass der Farbraum des Monitors zunächst in den Referenzfarbraum umgerechnet werden muss, bevor die Transformation der Farbwerte in den Druckerfarbraum erfolgen kann, da eine Beurteilung von Farben auf dem Monitor nicht möglich ist.

Die Grundlagen wie Farbprofile aufgebaut sein müssen, wurde vom International Color Consortium (ICC) in Form einer Spezifikation festgehalten. Um für eine möglichst optimale Farbwiedergabe zu sorgen, können die erstellten Farbprofile in eine Datei eingebettet werden, so dass diese an jedem Ort der Welt nach gleichen Einstellungen gedruckt werden kann.

Es findet also während des Produktionsablaufs immer eine Farbraumtransformation vom Quellfarbraum (Monitorfarbraum) in den Zielfarbraum (Druckerfarbraum) statt. Die Umrechnung wird dabei in einem geräteunabhängigen Farbraum (zum Beispiel CIE Lab) durchgeführt.

Color Matching Module (CMM)

Die Umrechnung von einem Farbraum in den anderen wird durch ein spezielles Modul, dem Color Matching Module durchgeführt. Hierbei handelt es sich um Software, die als Modul im Betriebssystem verankert ist.

Gamut Mapping und Rendering Intents

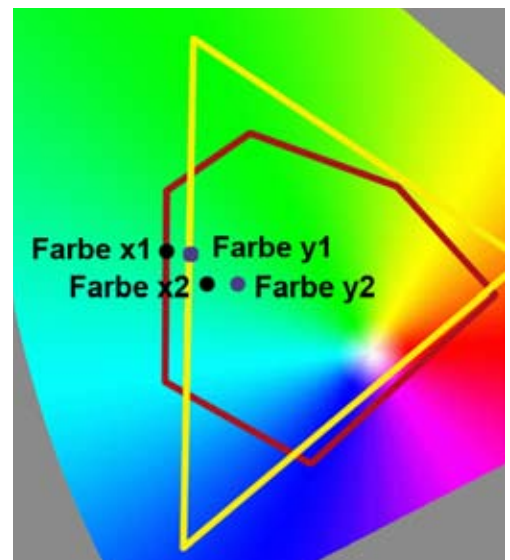
Die Frage, die sich bei der Umrechnung vom Quell- in den Zielfarbraum ergibt, ist: Was passiert eigentlich mit Farben, die zwar im Quellfarbraum

vorhanden sind, aber nicht im Zielfarbraum dargestellt werden können? Diese Anpassung wird als „Gamut Mapping“ bezeichnet und wird nach genau vorgeschriebenen Regeln, den sogenannten Rendering Intents, vorgenommen.

Es existieren die vier Rendering Intents:

1. wahrnehmungsorientiert (perzeptiv, foto-realistisch, perceptual),
2. relativ farbmetrisch (relativ colorimetric),
3. absolut farbmetrisch (absolut colorimetric),
4. sättigungserhaltend (Saturation),

die je nach Qualitätsanspruch ausgewählt werden. Um nachvollziehen zu können, wie generell der Vorgang des Gamut Mappings unter Verwendung eines Rendering Intents abläuft, ist eine kurze Erklärung anhand des wahrnehmungsorientierten Rendering Intents hilfreich.



Farbraumumrechnung

Diese Umrechnung wird meist bei Bildern und Fotos eingesetzt, da damit der Gesamteindruck der Abbildung erhalten bleibt. Die meisten Farben wie hier x1 und x2 werden so in den kleineren Farbraum verschoben, dass die Abstände zwischen den Farben beibehalten werden. Dadurch fällt den Betrachtern die Veränderung nach dem Gamut Mapping kaum oder gar nicht auf.

ICC-Profilerstellung in der Praxis

Um Profile erstellen zu können, müssen folgenden Voraussetzungen erfüllt sein...

- ... Kalibrierung bzw. Linearisierung der zu profilierenden Systeme (Scanner, Monitor, Drucksystem ...),
- ... Verwendung einer Profilierungssoftware (zum Beispiel von XRite),
- ... standardisierte Messvorlagen mit den entsprechenden Referenzwerten für die jeweiligen Geräte,
- ... Messgeräte (Spektralfotometer)

Die Profile werden mit Hilfe von Colormanagement Software erstellt. Dazu werden die Werte jedes der Messfelder durch ein Spektralfotometer erfasst und in der Software mit den Sollwerten bzw. Referenzfarbwerten verrechnet. Das Ergebnis ist das Geräteprofil, das im Betriebssystem des Rechners hinterlegt werden muss (Mac: ColorSync, Windows: ICM ab Windows 98).

Die Messvorlagen sind in ihrem Aufbau und der Anzahl der Farbfelder an den jeweiligen Gerätetyp angepasst. Eins der umfangreichsten, das ECI 2002 Target, besteht aus 1.485 Farbfeldern mit „scrambled“ Layout entsprechend der ISO Norm 12642.

Bei der Profilerstellung muss beachtet werden, dass bei Änderungen bestimmter Faktoren wie Verwendung einer anderen Papierart oder Farbe eines neues Profil erstellt werden muss.



Canon imagePROGRAF 9000

Proofsysteme

Die Erstellung von Prüfdrukken (Proofs) ist für die Optimierung und Kontrolle eines qualitativ hochwertigen Reproduktionsprozesses unumgänglich geworden. Vor allem durch die Ansprüche des Colormanagements und den digitalen Druckverfahren sind Proofsysteme immer wichtiger geworden.

Proofs dienen hauptsächlich zwei Zwecken:

1. Überprüfung der Farbwiedergabe des letztendlichen Druckverfahrens
2. Überprüfung der Richtigkeit von Stand und Inhalt

Um beim Druck eine Kontrollmöglichkeit vor der eigentlichen Produktion zu haben, müssen Proofs erstellt werden. Nur so können frühzeitig Fehlerquellen entdeckt werden, die zum Beispiel bei konventionellen Druckverfahren spätestens bei der Film- bzw. Plattenerstellung oder dem Andruck erkannt worden wären. Im Digitaldruck gibt es dabei die Besonderheit, dass der Proof auf ein und dem selben Gerät wie der spätere Fortdruck realisiert werden kann, da im Digitaldruck die „Auflage Eins“ durchaus wirtschaftlich ist. Eine weitere aufwändige und komplizierte Umrechnung in verschiedene Farbräume entfällt somit.

Proofsysteme basieren hauptsächlich auf dem Inkjet. Ein Grund liegt darin, dass ihr darstellbarer Farbraum immer größer sein muss als der, der simuliert werden soll. Derzeit sind Inkjetsysteme in diesem Bereich um Längen voraus. Nur sehr wenige Toner bzw. xerografisch basierte Systeme sind in der Lage eine ungefähre Annäherung zu erreichen. Hier spielt auch die Toleranz der Systeme eine wichtige Rolle. Diese ist derzeit für die Produktion bei den elektrofotografischen Verfahren zwar ausreichend gering, für Proofzwecke, bei denen es aber auf geringste Abweichungen und 100%ige Genauigkeit ankommt, sind die Schwankungen einfach noch zu hoch.



Canon imagePROGRAF 500

Nutzung und Anwendung des Digitaldrucks

Seit Einführung der ersten farbigen Digitaldrucksysteme um 1995 hat sich technologisch wie auch im Denken sehr viel geändert. Betrachtet man den Digitaldruck als ganzes, so wird man feststellen, dass dieser schon sehr lange existiert und ein Teil unseres Alltags ist. Insbesondere denke man hier an die Rechnungen von Versicherungen, Telefon etc. Dabei spielt es keine Rolle, bei welcher Versicherung oder bei welchem Telefonanbieter man im Vertrag steht: Alle bedienen sich seit mehreren Jahrzehnten des Digitaldrucks zur Erstellung der Rechnungen. Alleine dieses sehr einfache Beispiel zeigt, dass wir heute ohne Digitaldruck auch wirtschaftlich wichtige Aspekte wie das Drucken einer großen Anzahl an Rechnungen nicht mehr abbilden könnten.

Woher also kommt die teilweise sehr ausgeprägte Abwehrhaltung in unterschiedlichsten Bereichen? Ist es die Qualität? Sind es die Kosten? Worin liegt genau das Problem?

Betrachtet man einmal die Anwendungen des Digitaldrucks in Kombination mit den Anfängen des farbigen Digitaldrucks, so stellt man fest, dass zu Beginn, also um 1995, viele damalige Digitaldruck Dienstleister mit ihrem System dem Offsetdruck in kleinen und kleinsten Auflagen Konkurrenz machen wollten. Dies ist zu dieser Zeit auch offen kommuniziert worden. In einigen wenigen Fällen hat dies auch funktioniert, es haben sich dann die Operater als auch die Verkäufer tatsächlich mit dem Thema Digitaldruck identifiziert. Aber hierbei handelt es sich wohl weniger um die Masse als um einen verschwindend geringen Teil. Denn warum sonst schießen auch heute noch Berater und Consultants wie Pilze aus dem Boden?

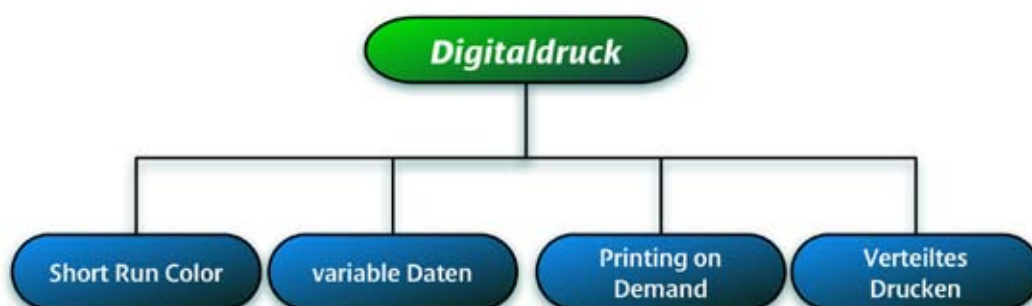
Doch eins nach dem anderen. Geht man noch einmal einen Schritt zurück und betrachtet die Segmente, die nach Auffassung der Digitaldruck Pioniere wirtschaftlich zu produzieren sind, so ließ sich dies in vier Kategorien einteilen.

Der größte Bereich war und ist der Bereich Short Run Color. Also Druckaufträge, die farbig sind und damals nur in einer geringen Auflagenhöhe bis maximal etwa 1.000 Exemplaren gedruckt wurden.

Der zweite Bereich befasst sich mit dem Bereich der variablen Daten. Die ersten Versuche, anders kann man dies eigentlich nicht bezeichnen, waren sehr einfach gestrickt. Zu Beginn war es auch nur möglich in bestehende Inhalte sehr wenige Informationen einzudrucken, in der Regel nur in schwarz. Ein Austausch von Bildern war vor gut elf Jahren im Rahmen einer Produktion nicht denkbar. Der dritte Bereich beschrieb die heute erst langsam umgesetzte Technologie des Printing-on-Demand, kurz POD, was genau genommen nichts anderes ist als Short Run Color. Lediglich das Business Modell ist ein deutlich anderes.

Das letzte Segment war das Verteilte Drucken. Hierbei sollte Kunden, die über mehrere Standorte verfügen, der Gedanke schmackhaft gemacht werden, dass zwar die Daten verschickt werden, nicht aber die fertigen Drucke, das heißt, es sollte vor Ort beim Kunden in der unmittelbaren Nähe gedruckt werden.

Bei genauer Betrachtung sind dies Schlagworte, die heute nach über zehn Jahren immer noch Anwendung finden, aber mit aktuellen und heute nachvollziehbaren Argumenten verknüpft werden können.





Canon W6400 und W8400

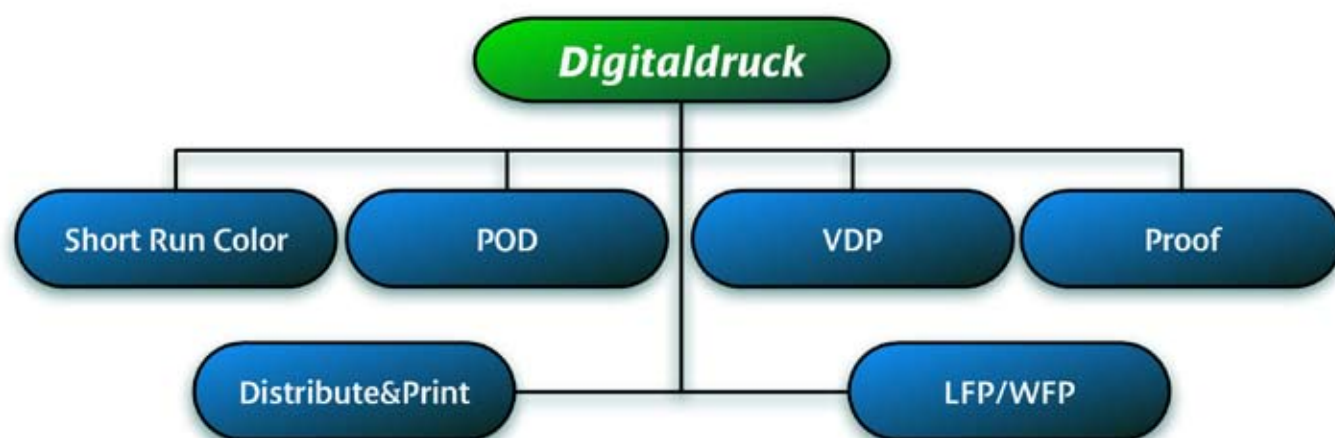
Wie ist es aber zu dem vermeintlich „schlechten“ Ruf gekommen? Nun, die Antwort ist relativ einfach. Zu Beginn des Farb-Digitaldrucks wurde dieser mit der Qualität und dem Erscheinungsbild des Offsetdrucks verglichen. Nicht nur das, einige Dienstleister haben sich soweit aus dem Fenster gelehnt, dass sie behaupteten sogar noch besser zu sein. Zu dieser Zeit bedarf es auch ohne einen Prozessstandard Offsetdruck keiner großen Anstrengung ein in jeder Hinsicht wesentlich besseres und vor allem stabileres Ergebnis im Offsetdruck zu erzielen. Diese Problematik hat sich bis heute grundlegend geändert. Hat es doch lange genug gedauert, bis sich der Ruf des Digitaldrucks langsam und allmählich zum ernst zu nehmenden Druckverfahren entwickelt hat.

Neben den beschriebenen Bereichen des Produktionsdrucks innerhalb des Digitaldrucks hat sich der Bereich des Large Format Printings, fast schon heimlich, enorm entwickelt. Die Zuwächse und die Qualität in diesem Bereich sind der Art hoch, dass relativ viele Systeme aus diesem Segment in

der Lage sind, auch farbverbindliche Proofs zu erstellen. Damit sind auch Proofs von ganzen Druckbogen möglich, die für Drucker im Offsetdruck eine wertvolle Hilfe zur Farbabstimmung sein können. Da nach immer größeren Systemen geforscht wird, hat sich das LFP, so die Kurzform für Large Format Printing, nicht nur in seiner Qualität deutlich gesteigert, sondern auch seine Druckbreite um ein Vielfaches vergrößert. Hier hat sich ein neuer Begriff etabliert: Wide Format Printing, oder kurz WFP. Die genauen Grenzen von einem zum nächsten Bereich verlaufen. Eine genau festgelegte Grenze gibt es nicht.

LFP und WFP werden auch in der kommenden Zeit noch große Wachstumspotentiale zugesagt. Dies ist auch nicht weiter verwunderlich, wenn man sich das große Spektrum an Einsatzbereichen dieser Systeme vor Augen führt. Auch die Dimensionen spielen eine nicht unwichtige Rolle: WFP-Systeme erreichen eine Breite von bis zu mehreren Metern und ein sehr breites Spektrum an Substraten und Tinten. Doch dazu später.

Anwendungen heute und morgen



Betrachtet man den Markt des Digitaldrucks heute, so kann man deutlich die eine oder andere Entwicklung nachvollziehen.

Wurde und wird das Drucken von variablen Daten als das Killerargument für den Digitaldruck angesetzt. Es wird jedem einleuchtend sein, dass diese Art von Druckjobs mit konventionellen Druckverfahren wie zum Beispiel dem Offsetdruck nicht umzusetzen sind. Dennoch hat sich in Deutschland ein Trend entwickelt, der in dieser Form für viele vor einiger Zeit noch nicht vorhersehbar war: Das Segment Web-to-Print oder auch W2P.

Worum geht es hierbei? Web-to-Print setzt an verschiedenen Stellen an, um den Kunden einen erweiterten Service anzubieten. Der Kunde muss nun nicht mehr den Weg zum Dienstleister suchen, sondern kann bequem von seinem Computer-Arbeitsplatz aus die Drucke über das Internet bestellen. Hierzu gibt es eine Vielzahl an Varianten, die je nach Ausrichtung des Unternehmens angeboten werden.

Eine Variante ist, dass der Dienstleister seinen Kunden eine Art Katalog anbietet, aus dem der Kunde seine Dateien, in der Regel werden dies PDF-Dateien sein, auswählen kann. In einer weiteren Ausbaustufe hat der Kunde dann die Möglichkeit, mit Hilfe eines gewöhnlichen Druckprozesses (Druckertreiber) im Hintergrund auf seinem eigenen Rechner eine PDF-Datei zu erstellen und direkt in das „Shop-System“ hochzuladen. Die PDF-

Datei wird dabei mit festgelegten Settings erstellt, so dass bei der Generierung der Datei eigentlich nichts mehr falsch laufen kann. In diesem Web-Shop, genau genommen ist dies nicht anderes, außer dass die erforderlichen Daten für einen Druckauftrag mit eingegeben werden müssen, gibt es weitere Module, die entweder ein automatisches Abrechnen oder aber ein Nachverfolgen des Auftrags durch den Kunden ermöglichen.

Andere Varianten ermöglichen die Eingabe und das Einsetzen von Texten und Bildern entweder an vorgegebenen Stellen oder frei wählbaren Positionen. Ein typischer Vertreter hierzu sind die Fotobücher, die sich in den letzten Monaten bzw. Jahren zu einem riesigen Potential bzw. Markt entwickelt haben. Doch wenn man sich unabhängig von der Anwendung selbst einmal Web-to-Print betrachtet, worum handelt es sich dabei eigentlich? Ein Blick auf die Grafik oben zeigt, dass es gar keinen Sinn macht, für Web-to-Print einen eigenen Bereich zu schaffen. Web-to-Print ist im Prinzip nichts anderes, als eine, zugegebenermaßen sehr effektive Möglichkeit, der Akquisition und teilweise Datenauf- und vorbereitung für den Druck. Die Aufträge selbst kann man jetzt unterteilen in Short Run Color, Printing-on-Demand oder verteiltes Drucken. Denn der Kunde wird nicht merken, wo seine Daten soeben zu Papier gebracht werden. Es besteht mit Hilfe von Web-to-Print die Möglichkeit entsprechende Filter zu definieren, die es dem

Dienstleister ermöglichen Druckaufträge innerhalb seiner eigenen Drucksysteme zu verteilen oder aber auch an völlig andere Standorte dieser Welt zu schicken, um diese dann vor Ort auszudrucken. Zu guter Letzt gibt es auch bereits Lösungen, die die Realisierung von variablen Daten ohne Probleme umsetzen können. Der Kunde ist dann also in der Lage selbst Mailings zu erstellen und diese „irgendwo“ auszudrucken.

Betrachtet man sich diese Ausführungen, die keineswegs aus der Luft gegriffen sind und auch keine Zukunftsmusik mehr sind, so drängt sich die Frage auf, ob die Pioniere des Digitaldrucks mit ihren Ansichten und Ideen wirklich so verkehrt lagen. Die Antwort ist nein. Sie lagen nicht verkehrt. In vielen Regionen waren entweder die Kunden oder aber die Dienstleister selbst noch nicht so weit, um genau diese erforderlichen, innovativen Ideen zu entwickeln. Genau genommen sind die meisten heute noch nicht so weit.

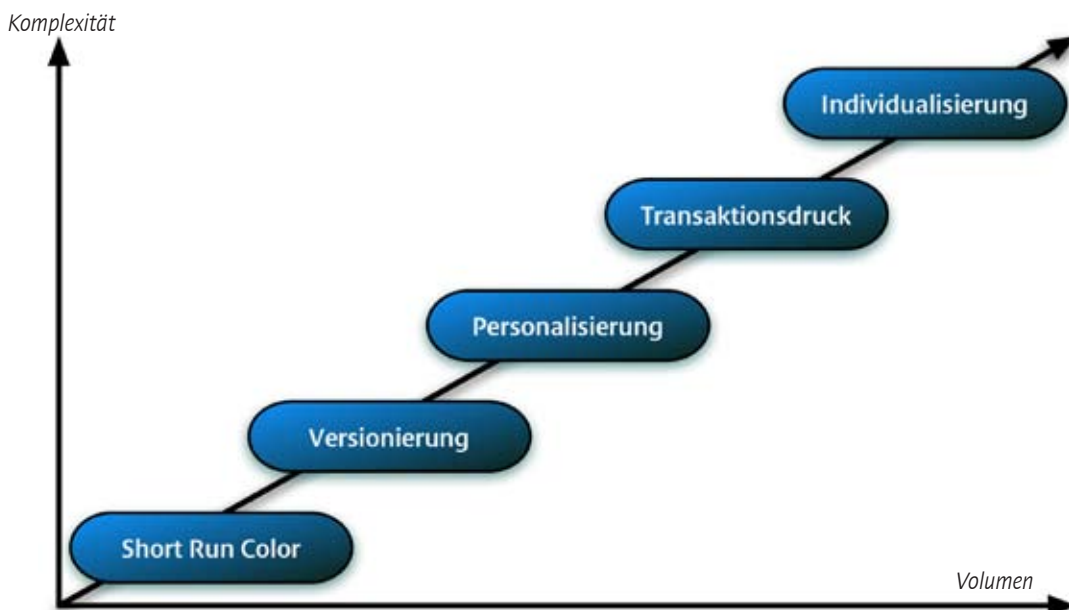
Es wird noch einige Zeit benötigen, bis der Digitaldruck seine Stärken in allen Möglichkeiten und Sparten ausspielen kann und wird.

Eine Betrachtung der variablen Daten ist dabei sehr hilfreich.

Die einfachste Art mit variablen Daten umzugehen ist, indem man gar nichts variabel hat. Damit ist man im Bereich des bereits ausführlich angesprochenen Short Run Color. Der erste und der letzte Druck unterscheiden sich nicht.



Wird man nun etwas flexibler, so gibt es als nächsten Schritt die Versionisierung. Darunter versteht man, dass zum Beispiel Sprachen oder Motive ausgetauscht werden. Es handelt sich hierbei immer um einen Auftrag, ähnlichen Umfang und in der Regel gleichem Layout. Diese Aufträge sind Vergleichbar mit einer PDF-Datei, die mehrere



Ebenen hat und für den Druckprozess verschiedene Ebenen ein- bzw. ausgeblendet werden.

Im folgenden Schritt spricht man über die Personalisierung. Im Großen und Ganzen nichts anderes als ein Serienbrief aus Microsoft® Office Word, der jedem hinlänglich bekannt sein dürfte. Hier werden eigentlich nur Adressen und Anreden ausgetauscht. Layout und Inhalt bleiben im Wesentlichen gleich.

Eine der Königsdisziplinen im Digitaldruck ist ohne jeden Zweifel der Transaktionsdruck. Hier werden jährlich mehrere Milliarden DIN A4 Seiten produziert, weiterverarbeitet, kuvertiert und versendet. Eine



unvorstellbar große Menge an Papier. Die Kunst liegt hier darin, nicht nur die logistischen Anforderungen umzusetzen, sondern auch die Drucksysteme kontinuierlich produzieren zu lassen. Dazu gehört vor allem, die gelieferten Datenströme zu erkennen und richtig zu interpretieren. Insbesondere die Datenkonvertierung in ein Datenformat, mit dem das Digitaldrucksystem etwas verstehen kann, ist teilweise enorm aufwändig und wird nur von wenigen Herstellern gut bzw. sehr gut beherrscht. In der Regel ist der Transaktionsdruck noch schwarz-weiß. Das mag daran liegen, dass entweder in den Datensätzen noch keine Farbinformationen vorhanden sind, oder aber daran, dass die hochproduktiven Drucksysteme, die in der Regel von Rolle arbeiten um Geschwindigkeiten bis zu 1.000 Seiten pro Minute zu bedrucken, erst in den kommenden Jahren auch als Vollfarbsystem verfügbar sein werden. Auch die Umsetzung von Werbeanteilen in freien Rechnungen oder ähnlichem wird zur Zeit nur sehr wenig umgesetzt. Denkt man in diesem Bereich an die unpersönlichen Rechnungsbeleger, so ist hier ein riesiges Verbesserungspotential, welches von den

meisten Auftraggebern in diesem Bereich noch nicht genutzt wird.

Die maximale Variabilität von Druckaufträgen erreicht man im Rahmen der Individualisierung.



Gab es im Vorfeld nur dynamische Adressen und Anreden, vielleicht noch wenige Bilder bzw. Grafiken, so werden bei individualisierten Druckaufträgen nahezu alle Seiten dynamisch gehalten, das heißt, dass jeder Adressat bzw. Empfänger eines gedruckten Exemplares eine völlig andere Version erhält. Im Klartext bedeutet das, dass nicht nur Adressen und Anreden ausgetauscht werden, sondern ganze Absätze, auch in formatierter Form, sowie Bilder und Grafiken. Weiterhin ist es mit vielen Software-Lösungen bereits möglich Diagramme, wie sie aus Microsoft® Excel bekannt sind, ebenfalls anhand von Datensätzen dynamisch „on the fly“ zu generieren. Damit bekommt der Digitaldruck ein fast unbegrenztes Betätigungsfeld und Möglichkeiten im Printbereich.

Eine weitere Steigerung gibt es nur noch in der Datenvorbereitung. Mussten bis vor einiger Zeit die Daten noch mehr oder weniger von Hand aufbereitet werden, so gibt es heute Lösungen, die einen Teil oder sogar die gesamte Aufbereitung übernehmen. Beispielhaft seien hier die Planet Press Suite von Objectif Lune oder Personal Effect von XMPie zu nennen. Während Planet Press aus dem Transaktionsdruck kommt, stammt Personal Effect aus dem grafischen Bereich. Dies wird schon daran deutlich, dass es Plug Ins für Adobe InDesign gibt, so dass der Funktionsumfang von InDesign bei der Gestaltung variabler Dokumente fast unlimitiert ausgenutzt werden kann.

Interessant ist hierbei die Entwicklung, dass durch viele Software-Tools nicht nur der eigentliche

Printbereich, sondern auch andere Medien mit abgedeckt werden. Sprach man bis vor kurzem bei VDP noch von Variable Data Printing, so muss man immer mehr umdenken in Richtung Variable Data Publishing. Printing ist und wird eine Untergruppe des Publishing sein und demnach ist ein massives Umdenken auch seitens der Digitaldruck Dienstleister zwingend notwendig. Wieso aber um-denken? Nun, betrachtet man einmal den Begriff Publishing etwas genauer: Was steckt dahinter? Informationen zu Publizieren in Form von gedruckten Mailings ist das eine. Aber reicht das für die heutige Zeit aus? Wie stellt sich der Wettbewerb auf? Wie bleibe ich bei meinen potentiellen Neukunden im Gedächtnis? Wie kann ich meine Bestandskunden halten? Eine Vielzahl an Fragen, die, zumindest im Ansatz, vielleicht mit Hilfe des VD-Publishing beantwortet werden können. Hilfreich, um diese Gedanken nachzuvollziehen, ist ein mehrstufiges Mailing.

Im ersten Schritt werden die Adressaten mit einer e-Mail zu einer Web-Seite geführt. E-Mail wie auch die Web-Seite haben selbstverständlich eine personalisierte Anrede. Die Datensätze hierzu stammen aus einer Datenbank. Mit Hilfe dieser Web-Seite kann sich nun jeder zum Beispiel zu einer Reise anmelden. Dazu werden Ziele, individuelle Interessen und Anreise abgefragt. Die gewonnenen Informationen fließen zurück in die Datenbank und werden mit den bereits bekannten Informationen verknüpft. Im nächsten Schritt wird nach der Reisebuchung, die ebenfalls per Internet realisiert werden kann, eine individuell nach den Bedürfnissen und Wünschen der Personen eine Broschüre erstellt, die genau die erforderlichen Informationen enthält. Als „Abfallprodukt“ könnte zum Beispiel ein Bahn- oder Flugticket gedruckt werden. Da zu diesem Zeitpunkt bereits die Reisedaten bekannt sind, ist sogar möglich bereits eine Sitzplatzbelegung im Zug oder Flugzeug mit einzudrucken. Hiermit sind bereits drei Möglichkeiten genannt:

1. e-Mail
2. Internet bzw. Web-Seite
3. Digitaldruck

Möchte man nun noch ein weiteres Medium einbinden, so kann man kurz vor Reisebeginn noch automatisiert ein Fax an den Empfänger schicken. Entweder um ihn an die Reise zu erinnern oder im Vorfeld um die Daten zu überprüfen. Letztgenannter Schritt kann auch über eine Webseite erfolgen. Aus diesen Ausführungen kann man erkennen, dass ein bunter Medienmix nicht nur denkbar, sondern auch umsetzbar ist. Durch derartige Aktionen wird ein Anbieter mit Sicherheit im Gedächtnis haften bleiben!



Schlusswort

Der aufmerksame Leser wird erkennen, dass diese Broschüre nur einen groben Überblick über das gesamte Thema Digitaldruck geben kann.

Es ist auch nicht Sinn und Zweck, jedes einzelne Detail zu beleuchten, sondern einen umfassenden Überblick über die eingesetzten Verfahren und Technologien zu geben. Auch soll der Leser eine Vorstellung davon bekommen, welche Anwendungen im Digitaldruck überhaupt sinnvoll zu fertigen sind.

Auch der Digitaldruck ist keine »Eierlegende-Woll-Milch-Sau« der Druckindustrie. Selbstverständlich gibt es Bereiche oder Auftragsstypen, die sich mit dem Digitaldruck einfach nicht sinnvoll im Sinne von wirtschaftlich produzieren lassen. Oder wer würde im Digitaldruck ein Telefonbuch von Berlin drucken? Andererseits gibt es aber auch Druckaufträge oder Kampagnen, bei denen der Digitaldruck durchaus eine sinnvolle Ergänzung der konventionellen Druckverfahren sein kann und auch schon ist. Man denke auch an die Vielzahl an Fotobüchern, die jeden Tag bestellt und dann auch produziert werden müssen. Dies ist ein Geschäftszweig, der nicht für jeden Digitaldruck Dienstleister umsetzbar ist. Das ist auch nicht wichtig und notwendig, trägt diese Sparte dennoch dazu bei, dass der Digitaldruck an Boden gewinnt, bekannter wird und vielleicht auch seinen Ruf in Verbindung mit »schlechter« Qualität ein bisschen aufpolieren kann.

Auch im Business-Bereich trägt das Segment Printing-on-Demand, kurz PoD, deutlich zu einer Verbreitung des Digitaldrucks bei.

Es bleibt abzuwarten, wie sich der Transaktionsdruck im Bereich Farbe entwickeln wird und wie seine Akzeptanz, auch die Kosten betreffend, Einzug halten wird. In diesem Zusammenhang ist auch von Interesse, in wie weit sich der Transaktionsdruck und der grafische Bereich aneinander annähern werden. Wird es weiterhin zwei, fast völlig von einander getrennte Bereiche geben? Oder werden die Bereiche im Sinne des Kunden zusammenwachsen?

Egal wie sich der Digitaldruck entwickeln wird – er wird sich entwickeln! Er wird in den kommenden Jahren deutlich an Geschwindigkeit zunehmen,

man denke hier an die bereits sehr schnell laufenden Kodak Versamark Systeme mit über 1.400 Seiten Vollfarbe pro Minute. Er wird noch deutlich besser und stabiler werden. Die ersten xerografischen Systeme sind bereits fast in der Lage, Drucke nach dem Prozessstandard Offsetdruck zu drucken. Zugegebenermaßen drängt sich die Frage auf, ob man sich auf eine Qualitätsdiskussion einlassen sollte. Eigentlich ist dies der falsche Weg, dennoch wird ein Maß für die Qualität immer der Offsetdruck bleiben. Auch wenn heute längst nicht jeder Offsetdrucker sich nach dem Prozessstandard Offsetdruck richtet ...

Bild- und Quellennachweise

Wir danken für die freundliche und hilfsbereite Mitwirkung, ohne die die vorliegende Broschüre nicht zu realisieren gewesen wäre. Das Copyright der Bilder und Inhalte liegt bei den genannten Firmen und Personen.

Diese Broschüre wurde mit freundlicher Unterstützung folgender Firmen verwirklicht:
(in alphabetischer Reihenfolge)

Heidelberger Druckmaschinen AG, Kurfürsten Allee 65, Heidelberg

www.heidelberg.com

Abbildungen auf folgenden Seiten:

27, 28, 29, 30

Koenig & Bauer AG, Friedrich-Koenig-Str. 4, 97080 Würzburg

www.kba-print.de

Abbildungen auf folgender Seite:

29

MAN Roland Druckmaschinen AG, Mühlheimer Straße 341, 63075 Offenbach / Main

www.man-roland.de

Abbildungen auf folgenden Seiten:

9, 29, 30

Das Copyright alle anderen Bilder, Grafiken und Zeichnungen liegen bei der Canon Deutschland GmbH oder beim Autor dieser Broschüre.

you can
Canon

Canon Deutschland GmbH

Europark Fichtenhain A10

D-47807 Krefeld

Tel.: 02151/345-0

Fax: 02151/345-102

www.canon.de

© Canon Deutschland GmbH Oktober 2006