

Diplomarbeit

„Digitaldruck“

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades eines
Dipl.-Ing. (FH) für Telekommunikation und Medien
am Fachhochschul-Diplomstudiengang Telekommunikation und Medien St. Pölten

unter der Erstbetreuung von

FOL Ing. Dipl.-Päd. Günter Molzar

Zweitbegutachtung von

Markus Seidl Bakk.

ausgeführt von

Christine Gratzl

tm0210038039

St. Pölten, im September 2006

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

- ich diese Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- Ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter / einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachtern beurteilten Arbeit überein.

.....

Ort, Datum

.....

Unterschrift

Kurzfassung

Postwurfsendungen, wie Broschüren, Prospekte, Werbeinformationen, Kataloge, usw. gehören zu den trivialen Dingen in unserem Leben. Doch mit welchen Drucksystemen, wo und wie schnell sie produziert werden, gehört bei weitem nicht zum Alltag.

Die vorliegende Diplomarbeit bietet daher einen allgemeinen Einblick über die Entstehungsgeschichte und Entwicklung der analogen und digitalen Druckverfahren, wobei der Schwerpunkt der Arbeit im Digitaldruck liegt. Verschiedene Drucksysteme sollen Aufschluss darüber geben, dass unter digitalem Drucken nicht nur beispielsweise die Ink Jet-Technologie verstanden wird, sondern es eine Vielfalt an Drucksystemen mit unterschiedlichen Verfahren gibt.

Diese teilweise ungleichen Systeme und jeweils ihre eigenen Techniken, wie die Information letztendlich auf den Bedruckstoff kommt, werden in dieser Arbeit beschrieben. Ein besonderes Augenmerk wird auch noch auf die unterschiedlichen Vor- und Nachteile jedes einzelnen Systems, sowohl im Druck als auch beim Endprodukt selbst, gelegt.

Ein weiteres Kapitel der Arbeit enthält neue Digitaldrucksysteme von Canon, Xerox, Hewlett Packard und Kodak, die darüber Aufschluss geben, dass Geräte nicht nur drucken können, sondern auch verschiedenste Finishing Optionen in ein und demselben Drucksystem zur Verfügung stehen. Nichts scheint unmöglich zu sein. Drucksorten werden gelocht, geheftet, gefalzt und zu kompletten Büchern gebunden.

Das Ziel der Diplomarbeit ist es, abzuschätzen, ob die digitalen Druckverfahren die konventionellen Drucktechnologien in naher Zukunft ersetzen werden. Um diese Frage abklären zu können, wird ein Vergleich der beiden Verfahren mit all den Vor- und Nachteilen erstellt.

Abstract

Bulk mails like brochures, prospects, advertising, catalogues etc. belong to the trivial things in our life. However, it doesn't belong to our everyday life where, how fast and which printing-systems these things are produced with.

Therefore this diploma thesis delivers a general insight about the history and development of analogue and digital printing technologies, whereas digital-printing is the main focus of this work. There are a lot of different printing-systems with different procedures - for example digital printing not only contains ink jet printing.

These unequal systems and their own techniques, how the information finally gets attached to the print substrate, will be described in this work. Also the advantages and disadvantages of each system, considering the printing as well as the final product, will be shown.

Another chapter contains new digital printing-systems from Canon, Xerox, Hewlett Packard and Kodak. It will be shown that devices are not only able to print but also provide several finishing options all in one system. Nothing seems impossible. Printing substrates are being perforated, tacked, crimped and bound to a complete book.

The aim of this diploma thesis is to estimate whether digital printing procedures will replace conventional printing technologies in the near future or not. To clarify this question, these two methods with all their advantages and disadvantages will be compared.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	3
Abstract	4
Inhaltsverzeichnis	5
1 Einleitung.....	7
2 Druckverfahren allgemein.....	9
3 Analoge Druckverfahren im grafischen Prozess	11
3.1 Offsetdruck.....	11
4 Digitale Druckverfahren im grafischen Prozess.....	13
4.1 Digitaler Offsetdruck.....	13
4.1.1 Computer to Film	14
4.1.2 Computer to Plate.....	14
4.1.3 Computer to Press.....	16
4.2 Digitaldruck – Computer to Print.....	18
4.2.1 Elektrofotografie	21
4.2.2 Ionografie	25
4.2.3 Magnetografie.....	27
4.2.4 Elektrografie	29
4.2.5 Ink Jet-Technologien	31
4.2.6 Thermografie	44
4.2.7 Fotografie	47
4.2.8 „X“-Grafie.....	49
5 Neue Technologien des Digitaldrucks	53
6 Digitaldruck vs. Offsetdruck (digital und analog)	58
6.1 Arbeitsaufwand und Rüstzeiten	59
6.2 Produktivität	61
6.3 Qualität.....	62
6.4 Auflagenhöhe und Herstellungskosten	65
6.5 Bedruckstoffe	67
6.6 Druckfarbe und Farbechtheit	69
6.6.1 Farbe im Druckvorgang	69
6.6.2 Farbe auf dem Druckerzeugnis.....	70
6.6.3 Trocknungsverfahren.....	71

Inhaltsverzeichnis	6
6.7 Kontrolle (Proof, Andruck, visuelle Kontrolle).....	73
6.8 Ausgabeformate.....	74
6.9 Störungen im Produktionsprozess, Fehlerbehebung	75
6.10 Vor- und Nachteile Zusammenfassung.....	76
7 Resümee	77
Abkürzungsverzeichnis	78
Literaturverzeichnis	79
Abbildungsverzeichnis	83
Appendix.....	85
CD-ROM	85

1 Einleitung

Digitaldruck kommt immer mehr in den Vordergrund. Nicht nur Druckereien und Copyshops arbeiten vermehrt mit Digitaldruck, auch in modernen Büro- und Informationssystemen gehört Digitaldruck zu einer professionellen Ausstattung.

Aber was ist nun Digitaldruck? Bei Digitaldruck handelt es sich um ein Druckverfahren, bei dem die zu druckenden Daten direkt per Mausklick an das digitale Drucksystem weitergegeben und anschließend z. B. auf Papier gedruckt werden. Dabei wird aber noch zwischen dem „echten“ und dem „unechten“ Digitaldruck unterschieden. Die Unterschiede der beiden Verfahren werden in **Kapitel 4.2 Digitaldruck – Computer to Print**, näher erklärt.

Zwischen der fertig gestellten Vorlage und dem gedruckten Dokument ist kein weiterer manueller Arbeitsschritt, wie z. B. Film- und Plattenbelichtung, mehr nötig.

Aufwändige und kostenintensive Einrichtungsarbeiten, die im konventionellen Offsetbereich gemacht werden müssen, entfallen in der Digitaltechnik, und genau diese Arbeiten sind es, die den Offsetdruck bei kleineren Auflagen teurer machen.

Der digitale Druck ist in vielen Bereichen nicht mehr wegzudenken und stellt eine wesentliche Konkurrenz zum Offsetdruck dar.

Typische Begriffe wie „Print on Demand“ oder „1:1 Marketing“ sind vom Digitaldruck geprägt.

Der Digitaldruck setzt auf individuelles Marketing, das heißt, er will jeden Kunden beim Versand von Prospekten oder anderen Werbemitteln individuell ansprechen.

Durch geeignete Softwarelösungen werden diese Bedürfnisse der Unternehmer gedeckt. Daten können von Druck zu Druck geringfügig oder ganz abgeändert werden, wobei jedoch keinerlei Mehrkosten anfallen und gerade diese individualisierten Druckerzeugnisse können nur durch Digitaldrucksysteme realisiert und produziert werden.

Auch bei kleineren Auflagezahlen ist Digitaldruck kostengünstiger als bei klassischen Druckmethoden wie dem Offsetdruck.

Durch den Fortschritt der Technik ist auch der qualitative Vorsprung von Offsetdruck geschrumpft. Hohe Druckqualitäten werden heutzutage auch schon bei Laserdruckern in Schwarzweiß oder in Farbe erzielt.

Ein Teil der Arbeit ist es, sich mit der Entwicklung des Digitaldrucks sowie die aktuellen Techniken auseinanderzusetzen und festzuhalten.

Digitaldruck-Technologien, unterschiedliche Arten von Tonern und Tinten, neuartige Entwicklungen von Drucksorten und der Aufbau verschiedener Drucksysteme sollen erläutert werden.

Weiters werden die Unterschiede zwischen Digitaldruck und Offsetdruck unter den Kriterien von Kosten, Qualität, Auflagenzahl, Bedruckstoffe usw. aufgearbeitet.

Vor- und Nachteile für das jeweilige Druckverfahren werden erläutert und festgehalten und somit ein Vergleich aufgestellt, der zeigen soll, inwieweit der digitale Druck eine Konkurrenz zum Offsetdruck darstellt.

2 Druckverfahren allgemein

Für den Druck von Geschäftsunterlagen, Folder, Katalogen, Plakaten, Postwurfsendungen, Zeitschriften oder einfach nur Visitenkarten gibt es viele verschiedene Möglichkeiten. Die bedeutendsten Druckverfahren sind aber vor allem der klassische Offsetdruck, der digitale Offsetdruck und der Digitaldruck (Computer to Paper oder Computer to Print). Die Entscheidung, welches Verfahren für die unterschiedlichen Drucksorten genommen wird, bedingt meist die Auflagenzahl¹, denn die Qualität der einzelnen Druckverfahren weist heutzutage keine großen Unterscheidungsmerkmale mehr auf. Der technische Fortschritt der grafischen Industrie schreitet unaufhaltsam voran und die Digitalisierung breitet sich immer weiter aus. Der Trend neigt nicht nur zu immer kürzer werdenden Rüstzeiten und immer schneller laufenden Druckmaschinen, sondern auch zu einem immer größer werdenden Einsatz digitaler Systeme.



Abb. 1: Zeitschriften, Kataloge, Bücher [8], S. 5

Die Entwicklung der digitalen Drucktechniken begann in den 80er Jahren, besonders im Vorstufenbereich der Druckindustrie, mit der Einführung des Desktop-Publishing (DTP). Diese neue Art des Publizierens sollte einen digitalen Workflow² für die Herstellung von Drucksorten schaffen. Ziel des Desktop-Publishing war es, die Gestaltung der Druckvorlage auf dem Bildschirm bis zur Ausgabe auf Papier zu realisieren. Die übliche Produktionsweise von Beginn der Auftragserteilung über den Vorstufenbetrieb zur Druckerei und eventuell auch zur Buchbinderei sollte möglichst durch eine digitale Vernetzung verkürzt werden.

¹ Die Auflagenzahl ist die Menge an Drucksorten, die vom Kunden bzw. der Kundin benötigt wird.

² Unter digitalem Workflow in der Druckindustrie versteht man den Arbeitsablauf vom Auftragseingang bis zur Auslieferung des fertigen Druckproduktes.

Jedoch blieb vorerst Desktop-Publishing auf die Druckvorstufe beschränkt. Die Druckvorlagen wurden zwar mittels digitalem Workflow erstellt, doch wurden mit DTP nur Filme zur Weiterverarbeitung in den Druckereien produziert. Der nächste Vorgang war, dass diese Filme auf Druckplatten kopiert wurden und diese wiederum zur Produktion in die verschiedenen Druckmaschinen eingespannt wurden. Dieser Fortschritt wird als „Computer to Film“ bezeichnet.

Der Durchbruch gelang erst im Jahre 1991 mit dem Begriff „Computer to Plate“. Xerox führte ein monochromes Blattdrucksystem ein und Heidelberger Druckmaschinen, Presstek und Scitex präsentierten die *GTO-DI/Sparc* - ihre erste digitale Offsetdruckmaschine. Diese Druckmaschine war direkt mit dem Computer verbunden und konnte daher die Druckvorlage vom PC direkt auf die Druckplatten belichten und somit Farbdruke herstellen. Spätestens seit der IPEX 1993 (Druck- und Grafikmesse) war „Computer to Plate“ eines der wichtigsten Themen der Druck- und Vorstufenbetriebe. Dort wurden die zwei Farblaserdruckmaschinen, die *Chromapress* von Agfa und der *E-Print 1000* von Indigo, präsentiert. Mit diesen beiden Druckmaschinen konnten erstmals Farblaserdrucke direkt vom Computer aus, produziert werden. [1], S. 26

Der vollständige digitale Publishing-Workflow gelang erst ein Jahrzehnt später, auch wenn die digitalen Drucktechniken immer noch in Entwicklung sind.

3 Analoge Druckverfahren im grafischen Prozess

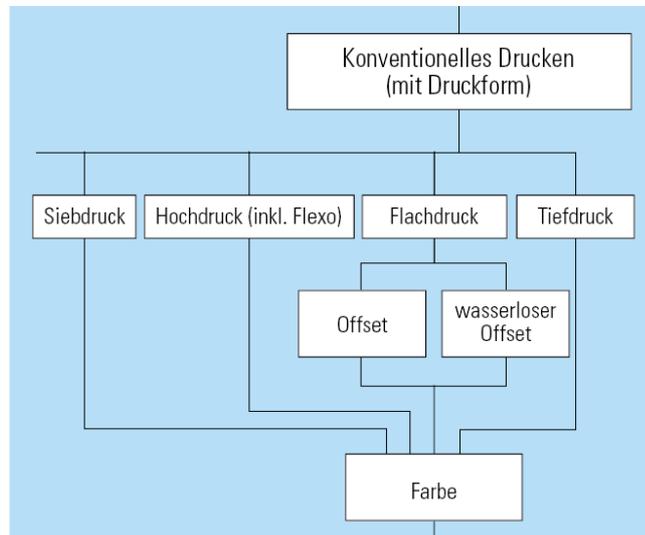


Abb. 2: Konventionelle Druckverfahren [8], S. 43

Zu den klassischen analogen Druckverfahren im grafischen Prozess zählen der Hochdruck, auch Buchdruck genannt, der Tiefdruck, der Durchdruck oder Siebdruck und der Flachdruck, allgemein auch als Offsetdruck bezeichnet. Da der Offsetdruck, vor allem der digitale Offsetdruck in engem Zusammenhang mit dem Digitaldruck steht, wird dieses Verfahren sowie dessen historische Geschichte kurz zusammengefasst.

3.1 Offsetdruck

Der Grundstein für den Offsetdruck wurde 1789 von Alois Senefelder durch die Erfindung des „chemischen Drucks“, auch Steindruck oder Lithografie genannt, gelegt. Dieser Steindruck findet jedoch heutzutage ausschließlich Einsatz für künstlerische Zwecke.

Die Entdeckung des Offsetdrucks wurde 1904 von Ira W. Rubel und Caspar Hermann gemacht. [2], S. 87-89

Das Jahr 1914 war die Geburtsstunde der ersten Offsetrotationsmaschine. [3], S. 204

Das konventionelle Offsetdruckverfahren ist heute das wichtigste analoge Druckverfahren für die Herstellung von Plakaten, Büchern, Katalogen usw., sei es auf Bogen- oder Rollen-Rotationsmaschinen.

Der Offsetdruck teilt sich in indirekte Druckverfahren³ und direkte Druckverfahren (siehe Abb. 3), wobei der direkte Offsetdruck nur mehr selten verwendet wird.

Beim indirekten Offsetdruck wird das zu druckende Werk mittels Druckfarbe auf das Gummituch aufgetragen und anschließend auf den Bedruckstoff übertragen. Durch das flexible Gummituch wird ermöglicht, dass die Druckfarbe auch auf rauen Papiersorten, wie z. B. das Conqueror, problemlos übertragen werden kann.

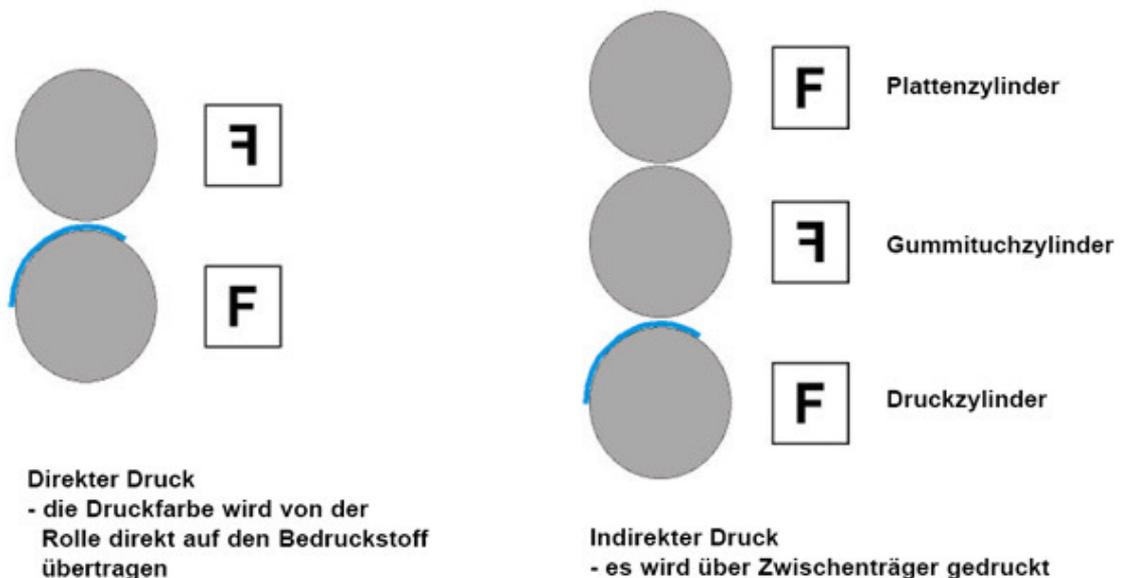


Abb. 3: Direkter und Indirekter Druck [4], S. 9

Zu den typischen Erzeugnissen des Offsetdruckes zählen Geschäftsunterlagen, Prospekte, Bücher, Zeitschriften, Etiketten, Zeitungen, Plakate usw. Die Höhe der Auflagen befindet sich im Bereich von 200 bis 100.000 gedruckten Bögen. [4], S. 30

³ Indirekte Druckverfahren bezeichnet Verfahren, die die Farbe nicht direkt auf den Bedruckstoff übertragen, sondern die Druckfarbe durch ein Hilfsmittel, wie z. B. beim Offsetdruck durch das Gummituch, übertragen wird.

4 Digitale Druckverfahren im grafischen Prozess

4.1 Digitaler Offsetdruck

Die digitalen Drucktechniken sind voll im Trend und gehören zu den jüngsten Vervielfältigungstechniken im Druckbereich. Der digitale Prozess beginnt beim digitalisierten Offsetdruck bereits in der Vorstufe.

Die Entstehung des digitalen Offsetdrucks war vor zirka 30 Jahren, bei dem erstmals digitale Bilddaten vom Computer direkt als analoges Druckbild auf einen Film belichtet wurden und dann dieser Film in weiterer Folge auf die Druckplatte übertragen wurde. Dieser Vorgang wird als „Computer to Film“ bezeichnet. Weitere digitale Offsetverfahren werden je nach Ausstattung der Druckmaschine „Computer to Plate“, „Computer to Press“ und „Computer to Polyester“ bezeichnet (siehe Abb. 4). Diese „Computer to Technologien“ werden auch als „unechter“ Digitaldruck bezeichnet. Die Unterschiede dieser digitalen Verfahren werden in den folgenden Kapiteln näher erklärt.

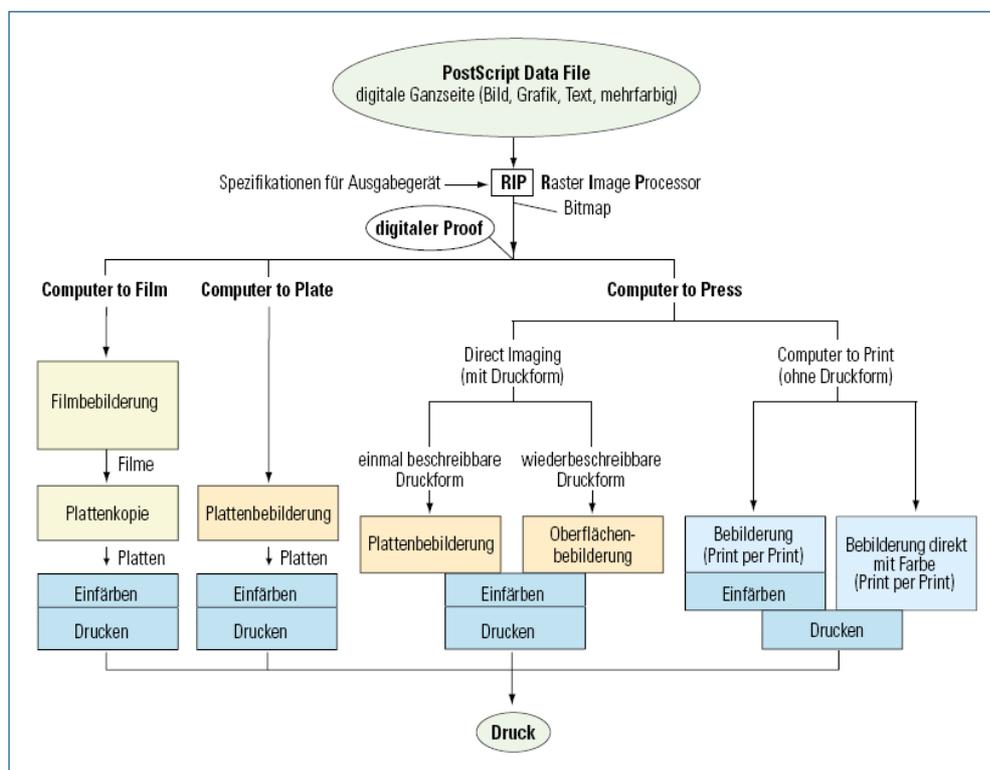


Abb. 4: Einteilung digitaler Offsetdruck [8], S. 606

4.1.1 Computer to Film

Unter „Computer to Film“ auch kurz „CtF“ genannt, versteht man die Übertragung von Informationen, z. B. das Layout einer Broschüre, direkt über einen CtF-Belichter auf eine Filmrolle. Der Film wird entwickelt und fixiert, anschließend auf die Druckplatte übertragen und in die Druckmaschine eingespannt.

CtF-Belichter gibt es in allen gängigen Druckformaten und werden auch von zahlreichen Herstellern angeboten.

Für Mittel- und Kleinbetriebe der grafischen Industrie mit häufig wechselnden Druckjobs bzw. mit einem hohen Druckplattendurchsatz, wäre diese so genannte „Computer to Film“ Produktion für ihren Vorstufenbereich eine günstige Variante.

Vorteile dieses digitalen Belichtungsverfahrens in Bogengröße sind vor allem die höhere Geschwindigkeit, Kostenersparnis bei den Montagefolien und natürlich auch eine größere Genauigkeit, da die Filme in der Größe der Druckplatten erzeugt werden und somit eine Bogenmontage, bei der es sehr wohl zu Verschmutzungen und Ungenauigkeit kommen kann, erspart bleibt.

„Computer to Film“ stellt einen großen Fortschritt in der Druckvorstufe dar, da das Montieren und Anpassen der einzelnen Filmseiten doch mit sehr viel und aufwändiger Arbeit verbunden war. Seiten mussten beschnitten werden, in richtiger Passform und richtiger Reihenfolge aufgeklebt werden, Kleberflecken entfernt werden und trotz allem konnte es immer wieder passieren, dass beim Endprodukt Schnittkanten oder Staubkörnchen, die mitgedruckt wurden, zu sehen waren. Montierfehler, wie spiegelverkehrt montierte Einzelseiten, die schon mal ab und zu in Stresssituationen vorkommen können, finden bei „Computer to Film“ keinen Platz mehr, da das Ausgabeprodukt ein ganzseitiger Film ist, der bereits entwickelt, fertig ausgeschossen und passergenau ist. [2], S. 93

4.1.2 Computer to Plate

„CtP“ steht als Abkürzung für „Computer to Plate“ und wurde in den späten 90er Jahren entwickelt. Auch wenn die Rede von „Direktbebilderung“ oder „Digitale Druckbildübertragung“ ist, ist damit der Prozess des direkten Belichtens der Daten auf die Druckform gemeint. [5], S. 16/17

Voraussetzung für dieses Prinzip der Druckplattenbelichtung ist, dass die gesamte Vorstufe digital sein muss – wie der Name so schön sagt „Computer to Plate“ (siehe Abb. 5). Bei dieser Technik fällt die Belichtung des Filmes komplett weg, da die Informationen des Computers direkt auf die Druckplatte belichtet werden.

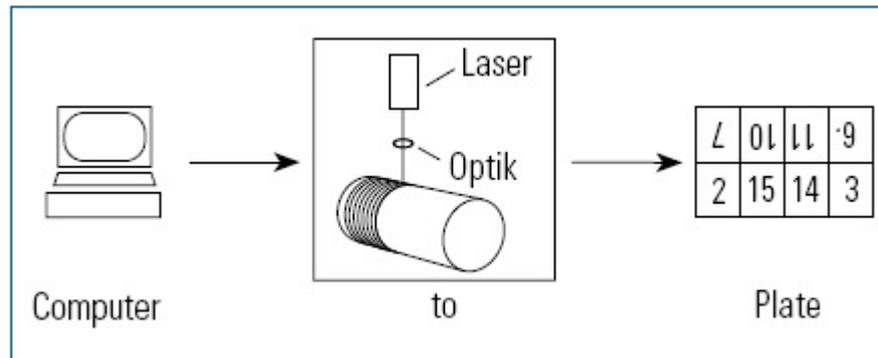


Abb. 5: Prinzip des Verfahrens "Computer to Plate" [8], 623

Die Vorteile der Technologie „Computer to Plate“ liegen in der Zeiteinsparung (Filme müssen nicht belichtet und montiert werden) und natürlich auch in der Materialeinsparung der Filme und der dazugehörigen Chemikalien zum Entwickeln. Ebenso fallen negative Faktoren wie Verschmutzung des Endproduktes durch Staubkörnchen weg, die es im analogen Offsetdruck nur allzu oft gegeben hat.

Kostensparnisse durch eine reduzierte Anzahl an fehlerhaften Druckplatten, sowie Einsparungen beim Makulaturdruck⁴ durch die präzisere Belichtung auf die Platte, können des Weiteren zu den Vorteilen gezählt werden. Auch Kosten von aufwändigen Einrichte- und Rüstzeiten können eingespart werden. [3], S. 138/139

Doch, wo es Vorteile gibt, existieren auf der anderen Seite natürlich auch Nachteile dieses modernen Verfahrens.

Hohe Anschaffungskosten für die Umstellung des Betriebes sind notwendig und die dafür benötigten speziellen Thermalplatten sind relativ teuer. Außerdem sind zusätzliche „Redigitalisierungskosten“ notwendig, wenn Kunden bereits mit fertigen Filmen einen Auftrag erteilen wollen. Aus meiner Erfahrung in meiner 4-jährigen Arbeitszeit in einer Druckerei kann ich sagen, dass dieser Fall des Öfteren vorkommt, da z. B. größere Betriebe und Firmen oft schon ihre Werbevorstellungen auf fertigen

⁴ Als Makulatur werden Fehldrucke bezeichnet, die entstehen können, wenn z. B. die Druckmaschine für den Druck eingerichtet wird. [19]

Filmen liefern. Diese vorproduzierten Filme müssen dann wie schon gesagt „redigitalisiert“ werden, das heißt sie müssen wieder in eine digitale Form gebracht werden, was wiederum mehr Arbeitsaufwand bedeutet.

„Computer to Plate“ erfordert daher eine gut funktionierende digitale Vorstufe und somit auch den Umgang mit größeren Datenmengen in der Druckindustrie. [2], S. 95

Computer to Polyester Plate

Der Begriff „CtPP“ steht für „Computer to Polyester Plate“ und zählt ebenfalls zu dem Verfahren „Computer to Plate“. Es handelt sich hierbei um eine Weiterentwicklung der Druckplatten auf Polyester, die jedoch ihren Einsatz nur im Kleinoffsetdruck für den Schnelldruck gefunden haben. Kleinoffsetdruck deswegen, da die Formate meist 32 cm x 46 cm oder 36 cm x 52 cm, das heißt nicht größer als A3-Überformat sind. [2], S. 99

Agfa bietet in diesem Bereich des Kleinoffsetdrucks eine Polyesterdruckplatte mit geringen Umstellungskosten an. Der Name der Platte ist *Setprint Plus* und sie überzeugt laut Agfa mit höchster Qualität und einfacher Handhabung. Die Auflagenhöhe liegt bei bis zu 20.000 Drucken mit gleich bleibender Qualität und besonders hoher Stabilität und Haltbarkeit durch verbesserte Entwicklung der Chemie. [6]

4.1.3 Computer to Press

„Computer to Press“ ist die Technik der Drucksysteme, bei der die Herstellung der Druckform oder des Plattenzylinders direkt mit einer elektronischen Form von Daten aus einem Computer erfolgt. Man spricht hier von einer direkten Bebilderung der Druckplatte bzw. der Druckform in der Druckmaschine. Auch bei diesem Druckverfahren ist die Voraussetzung, dass die Vorstufe digital ist und entsprechende Bebilderungsgeräte in Druckmaschinen eingebaut werden können. Im Gegensatz zum konventionellen Offsetdruckverfahren, bei dem die analoge Filmvorlage auf die Druckplatte aufgebracht werden muss. [2], S. 97

Einsatzbereiche von „Computer to Press“ sind beispielsweise im Vierfarbendruck mit kurzen Laufzeiten und in einer kleinen Auflage von etwa 200 bis 2000 Stk. [7]

Vorteile dieser Technik sind Einsparungen im Film- und Druckplattenmaterial, Einsparungen von Arbeitszeit, da weder Filme belichtet und auf die Druckform übertragen werden müssen, noch Druckplatten bebildert und in die Druckmaschinen

eingespannt und passgenau eingerichtet werden müssen. Auch Arbeitsvorgänge wie Plattenwechsel beim Vierfarbendruck bleiben erspart.

Doch auch dieses Verfahren bringt neben den vielen Vorteilen auch Nachteile im Druckprozess. Nachträgliche Korrekturen nach der Bebilderung der Druckplatte sind unmöglich und passiert bei der Druckformbelichtung ein Fehler, steht das komplette System. Somit wird kostbare und vor allem teure Zeit verschwendet.

Bezeichnungen wie Direktbebilderung in der Druckmaschine oder Direct Imaging, kurz „DI“ genannt, sind ebenfalls Namen, die sehr oft mit dem Begriff „Computer to Press“ kombiniert werden, obwohl man unter Direct Imaging an sich den Bebilderungsvorgang selbst versteht, der auch im Verfahren „Computer to Print“ eingesetzt wird.

Die zusätzliche Typenbezeichnung „DI“ auf Druckmaschinen bezieht sich somit auf die technischen Voraussetzungen eines Drucksystems. Diese Technologie ermöglicht es, eine Bebilderung der Druckform direkt in der Maschine ohne Zwischenträger herzustellen (siehe Abb. 6).



Abb. 6: GTO-DI/Sparc, Heidelberger Offsetdruckmaschine mit DI Technologie [8], S. 656

Bei „Computer to Press“ unterscheidet man zwei verschiedene Arten der Druckplatten. Auf der einen Seite gibt es Druckformen, die nach einer Auflage wieder gelöscht werden können und mit einem anderen Motiv wieder bebildert und auf der anderen Seite gibt es die nicht löschbaren Druckformen.

Bei der Variante mit nicht löschbaren Druckformen können alle Druckplatten zugleich in der Druckmaschine belichtet werden. Der Nachteil dieser Platten ist jedoch, dass sie bei jedem neuen Auftrag neu bebildert bzw. belichtet werden müssen.

Im Gegensatz dazu können die löschbaren Druckformen, auch als Master bezeichnet, nach jedem Druckauftrag mit Hilfe einer Löschlösung gelöscht und somit wiederum neu bebildert werden. In diesem Verfahren kann tatsächlich davon gesprochen werden, dass es film- und druckplattenlos ist. [8], S. 654/655

4.2 Digitaldruck – Computer to Print

Das Wort „digital“ gibt es in der Druckindustrie schon seit den 80er Jahren, doch wird dieser Begriff leider sehr häufig verwendet, ohne dabei wirklich zu wissen, was damit gemeint ist. Beim digitalen Offsetdruck ist beispielsweise gemeint, dass die Daten vom Computer digital auf den Belichter, den Film, die Druckplatten bzw. auf die Druckmaschine übertragen werden. Digitaldruck hingegen ist das direkte Verfahren vom Computer zur Papierausgabe, ohne weitere manuelle Schritte dazwischen. Die Rede ist von „Computer to Print“. Häufig wird der Digitaldruck auch als „echter“ und „unechter“ Digitaldruck bezeichnet. Der „unechte“ Digitaldruck stellt die „Print to Techniken“ des Offsetdrucks dar, und wenn die Rede vom „echten“ Digitaldruck ist, versteht man die Drucksysteme „Computer to Print“.

Der wesentlichste Unterschied zwischen den digitalen Offsetverfahren und „Computer to Print“ ist der, dass die Druckform während der Druckauflage bei „Computer to Print“ änderbar und somit variable Drucke möglich sind.

Der Digitaldruck zeichnet sich durch seine drei verschiedenen Eigenschaften „Printing on demand“, „Personalisiertes Drucken“ oder auch „Customized printing“ und „Verteiltes Drucken“ oder „Distributed printing“ im Druck aus.

Unter „Printing on demand“ versteht man, wie der Name schon sagt, ein Drucken auf Nachfrage, das heißt der Kunde kann bestimmen, ob er nur 1 Stück, 150 Stück oder eine beliebige Zahl wie 333 Stück eines Druckexemplars haben möchte. Es ist ein bedarfsgerechtes Drucken möglich. Man druckt genau die Auflage, die man momentan benötigt und kann somit ausschließen, dass Drucke veralten und eingestampft werden müssen. Dies bringt natürlich auch mit sich, dass die Umwelt geschont wird, da nur das gedruckt werden muss, was auch wirklich gebraucht wird.

Ein weiterer Vorteil dieser individuellen Auflage ist es, dass Kosten für eventuelle Lagerungen eingespart werden können und Nachdrucke trotzdem jederzeit möglich sind.

Der Digitaldruck ist auch für sein personalisiertes Drucken bekannt. Prospekte können mit individuellen Adressen, Daten und Bildern bedruckt werden und somit auf den einzelnen Kunden bzw. der Kundin variabel abgestimmt werden.

Auch das verteilte Drucken ist ein wesentlicher Bestandteil des „echten“ Digitaldrucks. Nach Fertigstellung eines Layouts können Daten weltweit in sekundenschnelle versandt und ebenfalls bei geeigneten Drucksystemen gedruckt werden. Es wird dort gedruckt, wo die Drucksorten benötigt werden. [9]

Non-Impact-Printverfahren

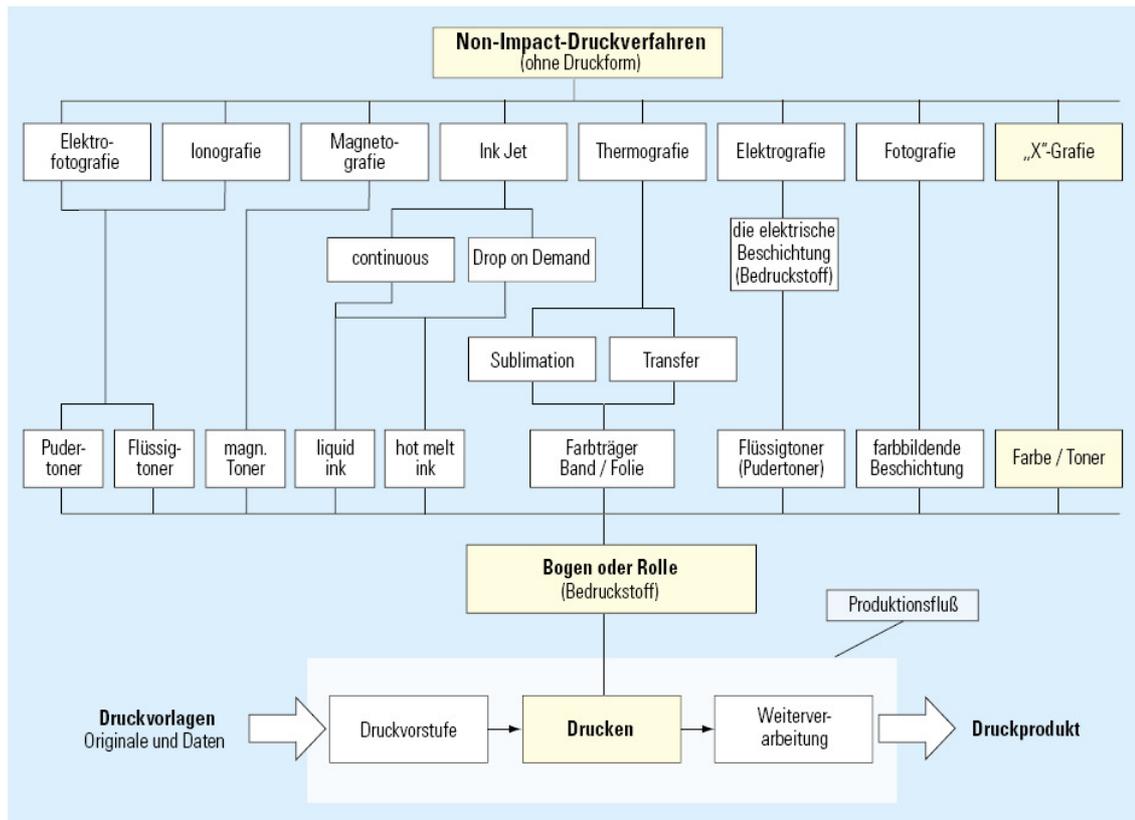


Abb. 7: Einteilung der Non-Impact-Druckverfahren [8], S. 794

Die Techniken des „Computer to Print“ wird in der Druckindustrie auch oftmals als „Non-Impact-Printing“ bezeichnet, das als nahezu berührungsloses Verfahren⁵ zur Erstellung eines Druckbildes verstanden wird. Die färbenden Substanzen wie Tinte, Toner und Druckfarben werden meist auf wiederbeschreibbare oder löschbare Druckformen übertragen. Filme, Belichter und Druckplatten finden im „echten“ digitalen Druck keine Verwendung mehr.

⁵ Berührungslose Verfahren sind Drucksysteme, die Zeichen ohne mechanischen Anschlag drucken.

Bei den Non-Impact-Printing (NIP) Verfahren unterscheidet man den Digitaldruck über speicherbaren und nicht speicherbaren Zwischenträger und den Digitaldruck ohne Zwischenträger. Elektrofotografie, ein Verfahren mit Trocken- und Flüssigtoner, Ionografie und Magnetografie zählen zu den Verfahren mit Zwischenträger. Das Thermo-Verfahren und der Ink-Jet-Druck gehören zum Digitaldruck ohne Zwischenträger.

In Abbildung 7 erfolgt die Einteilung der NIP-Verfahren nach ihrem Bebilderungsprozess. Werden in der Elektrofotografie fotoelektrische Effekte zur Bebilderung verwendet, ist die Erzeugung des Ladungsmusters der Ionografie direkt mit der Bebilderungseinheit auf geeignete Oberflächen. Beim magnetografischen Druck wird das elektronische Bild magnetisch auf der Druckbildtrommel aufgezeichnet und die Ink Jet Verfahren arbeiten mit Druckköpfen, die die Bildinformationen direkt auf das Trägermaterial schreiben. Die thermischen Techniken, zu denen beispielsweise der Thermo-Transfer und die Thermosublimation zählen, bebildern die dafür speziellen Bedruckstoffe durch thermische Effekte. Die Fotografie benutzt wiederum zur Bebilderung lichtempfindliches Spezialpapier. Die Elektrografie nutzt elektrische Kräfte und ein Papier mit Spezialbeschichtung um Bildinformationen auf den Bedruckstoff zu übertragen. NIP-Verfahren, wie Elcography, TonerJet Printing usw., die sich nicht eindeutig zuweisen lassen werden, werden in der „X“-Grafie näher beschrieben.

4.2.1 Elektrofotografie

Die Elektrofotografie zählt zu den weitverbreitetsten elektronischen Non-Impact-Printverfahren in der Druckindustrie. Die Technologie der Elektrofotografie findet den Einsatz bei vielen Laserdruckern und Kopiersystemen.

Der Druckvorgang der Elektrofotografie kann folgendermaßen eingeteilt werden:

1. elektrostatische Aufladung
2. Belichtung
3. Tonerauftrag auf die Druckform
4. Tonerübertragung
5. Fixierung
6. Reinigung

Der Druckvorgang der Elektrofotografie (siehe Abb. 8 und Abb. 9) beginnt mit der Aufladung der Fotoleitertrommel mit einer negativ elektrostatischen Ladung. Die Aufladung erfolgt meist mit einer Corona-Ladung. Dadurch wird die Oberfläche elektrisch geladen und somit für die Bebilderung vorbereitet.

Anschließend erfolgt die Bebilderung durch einen Laser oder durch Laserdioden. Die Laserbelichtung erfolgt gezielt auf die negativ elektrisch geladene Oberfläche. Bei diesem Vorgang kann jeder einzelne Pixel kontrolliert und in der Intensität geregelt werden. Unterschiedliche Ladungsintensität bedeutet somit, dass verschiedene Farbstufen gedruckt werden können. Nach der Belichtung entsteht ein latentes⁶ Bild auf der Oberfläche. Anschließend erfolgt die

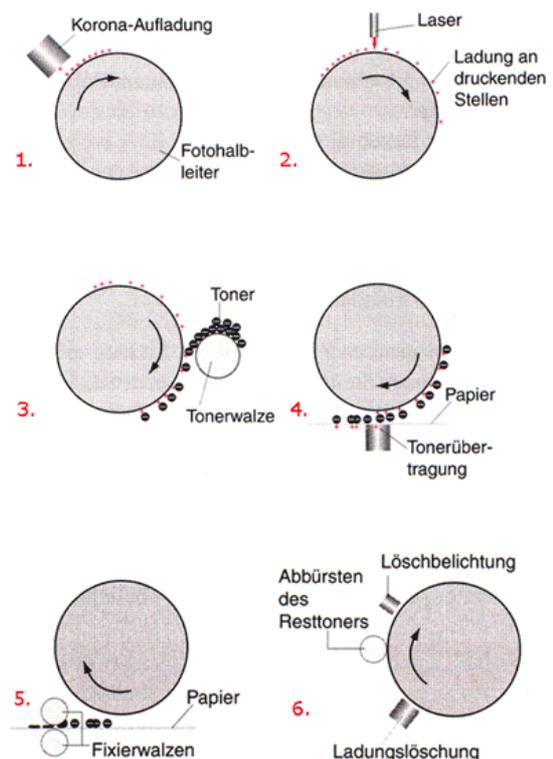


Abb. 8: Druckvorgang Elektrofotografie [5], S. 53/54

⁶ Unter einem latenten Bild versteht man ein vorhandenes Bild, das jedoch verborgen ist.

Einfärbung des Bildes entweder mittels Flüssig- oder Trockentoner. Toner alleine reicht jedoch nicht zur Bildübertragung, deshalb werden dem Toner Eisenteilchen zugefügt, die sich durch Bewegung des Gemisches positiv aufladen und somit von der negativ geladenen Oberfläche angezogen werden. Der Toner lagert sich überall dort an, wo durch die elektrische Ladung Bildinformationen entstanden sind. Durch die Anziehung des positiv geladenen Tonergemisches auf die Fotoleitertrommel entsteht eine berührungslose Übertragung. Das zuvor noch latente Bild wird sichtbar, das dann entweder direkt mit Unterstützung von Druckkontakt auf den Bedruckstoff (z. B. Papier) übertragen wird oder indirekt über das Gummituch.

Die endgültige Fixierung des Toners auf dem Papier erfolgt meist durch Wärmezufuhr und nochmaligen Druckkontakt in der Fixiereinheit. Anschließend erfolgt die mechanische und elektronische Reinigung der Fotoleitertrommel mittels Bürsten und elektrisch homogener Beleuchtung, damit die Oberfläche der Trommel wieder neutral für den nächsten Druckvorgang ist. [10], [3], S. 128/129

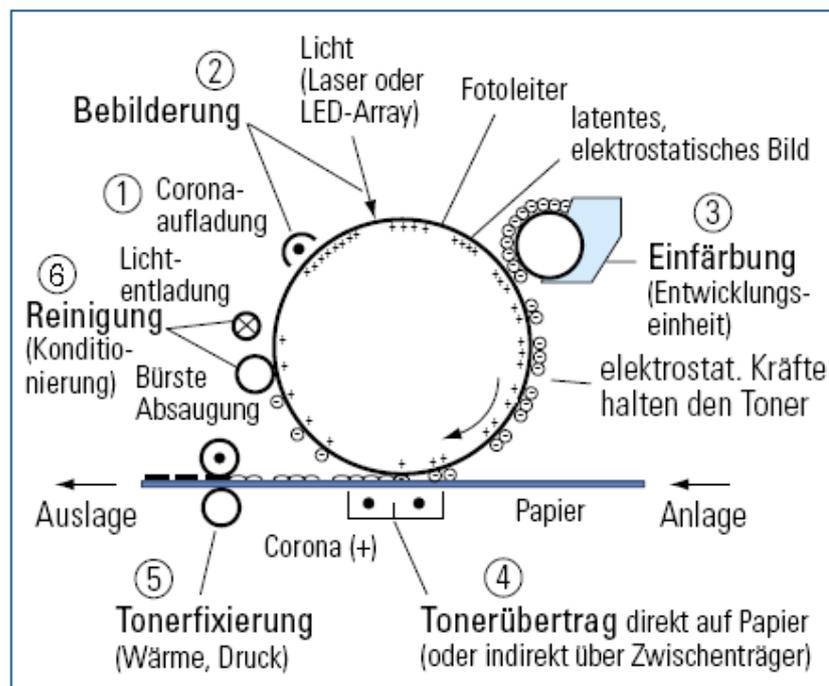


Abb. 9: Prinzip der Elektrofotografie [8], S. 722

4.2.1.1 Toner des NIP-Verfahrens

Eine der wohl wichtigsten Substanzen der Non-Impact-Verfahren (Ausnahme ist der Ink-Jet-Druck) ist der Toner. Ob Trockentoner, auch Pudertoner genannt oder Flüssigtoner, beide dieser Toner sind so aufgebaut, dass sie ein latentes Bild erzeugen können und somit den Anforderungen des Non-Impact-Verfahrens entsprechen. Auch Qualität des Toners spielt in der heutigen Zeit eine wesentliche Rolle. Er muss einen großen Farbraum – von Pastelltönen bis zu kräftigen Farben – abdecken, muss vom ersten bis zum letzten Blatt gleiche Druckqualität zeigen und somit auch seine Konsistenz halten können. Der Toner darf keine Feuchtigkeit aufnehmen und sollte natürlich auf möglichst vielen verschiedenen Drucksorten – vom normalen Papier bis hin zur Folie für Etiketten usw. – aufgetragen werden können.

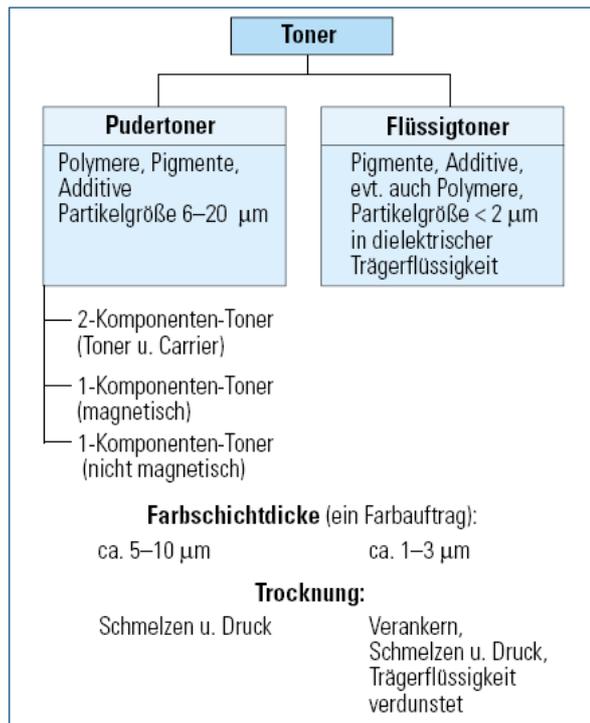


Abb. 10: Druckfarben der NIP-Systeme [8], S. 718

4.2.1.2 Trockentoner

Der Trockentoner ist ein pulverisiertes trockenes Farbmittel, das aus vielen kleinen runden Partikeln besteht. Die Tonerfarben Cyan, Magenta und Yellow bestehen aus farbigen Pigmenten, die Tiefenschwärze wird meist aus Graphit hergestellt. Beim Druck einer vierfärbigen Vorlage wird dann Tonerfarbe für Tonerfarbe nacheinander auf den Bedruckstoff aufgetragen.

Je nach Druckverfahren wird der Toner in den Einkomponententoner (magnetisch oder nicht magnetisch) und Mehrkomponententoner eingeteilt (siehe Abb. 10).

- **Einkomponententoner**

Einkomponententoner sind je nach Gerätetyp entweder magnetisch oder nicht magnetisch. Die Haupteigenschaft des Einkomponententoners ist, dass sich der Entwickler ebenfalls schon in der Kartusche befindet und somit der Tonertausch schon fast zum Kinderspiel wird. Der wesentliche Nachteil dabei sind jedoch die hohen Kosten um eine hervorragende Qualität zu gewährleisten.

- **Zweikomponententoner**

Der Zweikomponententoner ist die günstigere Variante der Toner, da Entwickler und Toner im Gegensatz zum Einkomponententoner getrennt sind und somit kein spezielles Gemisch aus Toner und Entwickler bestehen muss, um eine hochwertige Qualität zu garantieren. Der Toner besteht aus den zwei Komponenten: Toner und Carrier. Carrier sind magnetische Metallpartikeln, meist aus Stahl oder Eisen, die selbst nicht auf den Bedruckstoff aufgetragen werden, somit nicht zum Verbrauchsmaterial gezählt werden und deshalb in der Produktion kostengünstiger sind. [11]

4.2.1.3 Flüssigtoner

Der Flüssigtoner unterscheidet sich vom Trockentoner nicht nur vom Material, sondern auch durch seine Größe der Tonerteilchen. Beim Trockentoner werden bei der Partikelgröße etwa 6 bis 20 Mikron (μm) verwendet, da Teilchen unter dieser Größe zu klein und zu leicht wären und sich als feiner Staub verteilen würde und nicht wie vorgesehen, auf der Fotoleitertrommel haften würde. Beim Flüssigtoner ist dies anders. Hier werden Partikel in der Größe von 1 bis 2 Mikron verwendet und dadurch wird ein sehr feiner Druck, nahezu gleichwertig dem Offsetdruck, möglich.

Das wohl bekannteste Verfahren mit Flüssigtoner ist „ElectroInk“ von Indigo. Die Größe der Partikel ist 1 bis 2 Mikron klein und es befinden sich, genauso wie im Trockentoner auch, elektrisch geladene Teilchen im Flüssigtoner. Indigo ist durch dieses „ElectroInk“-Verfahren sehr nahe an den Offsetdruck gekommen, da die Farbe durch diese kleine Pigmentgröße sehr fein und auch dünn auf den Bedruckstoff aufgetragen werden kann. Die Druckqualität wird dadurch deutlich schärfer, Bilder und Grafiken glänzender und es ermöglicht einen Druck in höherer Auflösung.

Sogar die Übertragung der Farbe auf den Bedruckstoff ähnelt dem konventionellen Offsetdruckverfahren. Die Farbteilchen werden nicht direkt auf den Bedruckstoff übertragen, sondern vorher auf einen Übertragungszylinder, auch als Gummituch bezeichnet, aufgetragen. Die erhitzte Oberfläche, zwischen 100° und 200° Celsius, des Gummituchzylinders ermöglicht es, dass die „ElectroInk“-Teilchen plastifiziert werden und ineinander verschmelzen. Kommt dieser erwärmte Toner dann in Berührung mit dem kalten Bedruckstoff, bleibt er daran haften und kühlt sofort ab. Dieser Prozess hat den Vorteil, dass ein anschließendes Trocknungsverfahren und somit Wartezeit zur Endfertigung erspart bleibt. Die Vervielfältigung von vierfärbigen Drucksorten funktioniert im Prinzip gleich wie beim Trockentoner. Die einzelnen Farbschichten werden nacheinander, das heißt Tonerlage für Tonerlage, auf das Papier übertragen. [11]

Vorteile des Flüssigtoners sind wie schon beschrieben, dass der Toner sofort trocknet, keine Fixierung im Nachhinein notwendig ist und die Drucksorten sofort weiterverwendet werden können. Sei es für etwaige Schneide- und Falzarbeiten oder auch nur für den Duplexdruck.

4.2.2 Ionografie

Ein weiteres elektrostatisches Non-Impact-Verfahren ist die Ionografie, bei der die Bildtrommel der Zwischenspeicher für die zu druckenden Daten ist. Auch hier handelt es sich, wie bei der Elektrofotografie, um einen Digitaldruck, dessen Prozess auf einem nicht speicherbaren Zwischenträger beruht. Dieses Verfahren wird hauptsächlich für den monochromen Druck verwendet. In den USA verwendet man dieses Drucksystem zur Herstellung von Sicherheitsmerkmalen beispielsweise auf Schecks. [14]

Der Prozess, der das Druckbild auf den Bedruckstoff überträgt, wird in folgenden Schritten eingeteilt:

1. Bebilderung
2. Einfärbung
3. Tonerübertragung
4. Fixierung
5. Reinigung

Die Herstellung der zu druckenden Daten auf der Bebilderungstrommel erfolgt direkt mit der Bebilderungseinheit und nicht wie bei der Elektrofotografie durch eine homogene Aufladung. Das nicht sichtbare elektrostatische Druckbild wird vom Ionen-Schreibkopf direkt auf der Bildtrommel erzeugt.

Danach erfolgt die Einfärbung der Bebilderungseinheit und somit die Entwicklung des Bildes mit leitfähigem Trockentoner. Der Tonertransfer auf das vorgewärmte Blatt Papier und die Fixierung des Tonerbildes erfolgen fast gleichzeitig durch eine mechanische hohe Pressung und Wärmezufuhr zwischen der dielektrischen Bildtrommel und der Andruckwalze. Eine Xenonlampe ist am Ende für die endgültige Fixierung zuständig. Durch sie werden die Tonerteilchen nochmals erwärmt und letztendlich mit dem Papier verschmolzen. Anschließend werden Tonerrückstände, die sich noch an der Oberfläche der Bildtrommel befinden, mit Hilfe eines Rakels entfernt. Die Entladung und Vorbereitung der dielektrischen Trommeloberfläche für den nächsten Druck erfolgt durch einen Löschkopf. Auflösungen sind in der Ionografie von der Art des Schreibkopfes bis zu 600 dpi⁷ möglich. [12], [13], S. 21/22

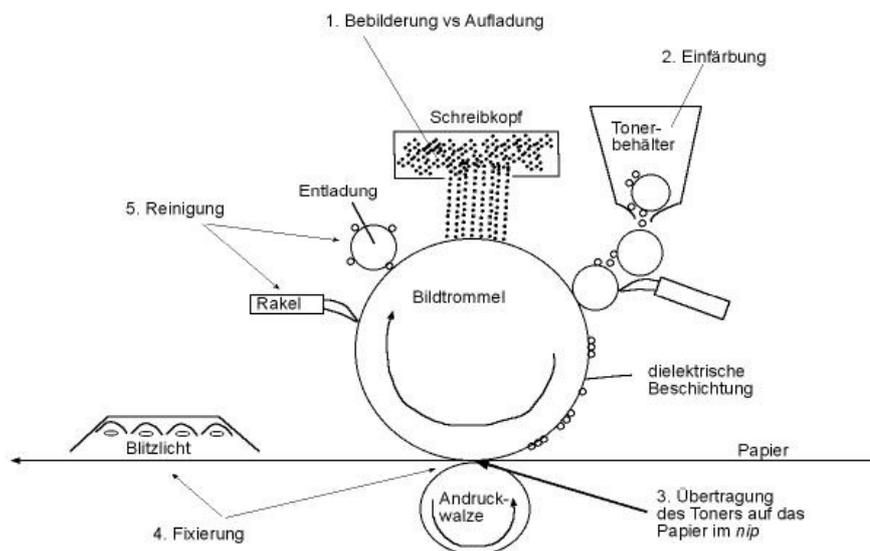


Abb. 11: Aufbau des Druckvorgangs der Ionografie [12]

⁷ Unter dpi oder dots per inch (Punkte pro Zoll) versteht man die Zahl der Punkte, die ein Drucksystem fähig ist, zu drucken. Je höher die Anzahl der Punkte pro Zoll (1 Zoll = 2,54 cm), desto besser ist die Qualität der gedruckten Daten und Bilder.

4.2.3 Magnetografie

Die Entwicklung der Magnetografie war in den frühen 80er Jahren und sie basiert ebenfalls auf dem nahezu berührungslosen NIP-Verfahren. Auch beim magnetischen Drucken dient die Druckbildtrommel als Zwischenträger. Im Gegensatz zur Elektrofotografie wird das elektrostatische Bild jedoch auf einer Drucktrommel magnetisch und nicht elektrostatisch aufgezeichnet. Ein wesentlicher Nachteil der Magnetografie ist jedoch der verwendete magnetische Einkomponentenpulvertoner. Der Toner besteht aus einem großen Anteil an Eisenoxid (Kern) und dieser wird nur mit einer Hülle aus Farbpigmenten umgeben (siehe Abb. 12). Da die Konzentration des dunklen Eisenoxides sehr hoch und die Hülle der Farbschicht nur sehr dünn ist, sind Drucke mit hellen Nuancen kaum möglich. Daher wird die Magnetografie auch nur hauptsächlich in der Schwarzweiß-Produktion eingesetzt.

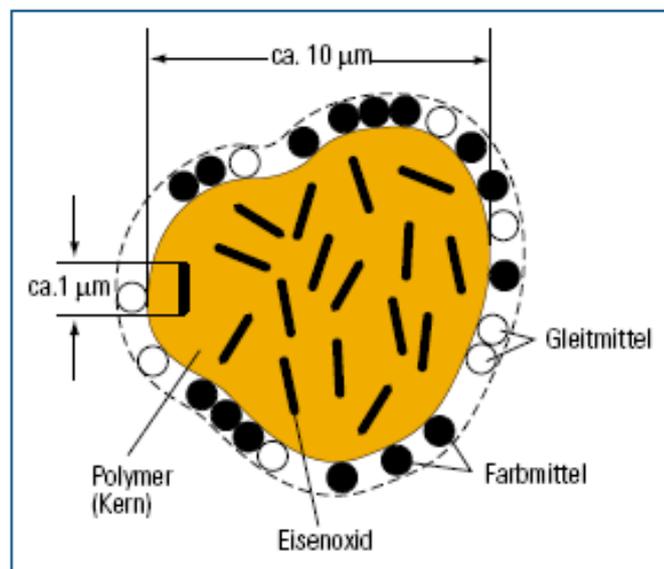


Abb. 12: Einkomponententoner (schematische Darstellung) [8], S. 741

Magnetische Schreibköpfe sind für die Bebilderung der Oberfläche der Drucktrommel zuständig, indem sie ein kleines magnetisches Feld als späteren Bildpunkt erzeugen. Die magnetischen Tonerteilchen werden anschließend von diesem magnetischen Feld angezogen und erzeugen ein latentes Druckbild. Überschüssige Tonerpartikel werden von einer Absaugeinrichtung entfernt um ein schärferes Bild zu erzielen. Dieses latente Bild ist sehr stabil und könnte beliebig oft auf den Bedruckstoff übertragen werden, kommt jedoch in der Praxis

eher selten vor. Anschließend erfolgt die Tonerübertragung unter hohem Druck von der Drucktrommel auf das vorbeilaufende Papier. Damit dieser auch auf dem Papier bleibt, wird der Bedruckstoff von der Rückseite mittels Heizplatte vorgewärmt und fixiert. Weiters können die Farbpigmente durch Heizstrahlen auf das Papier

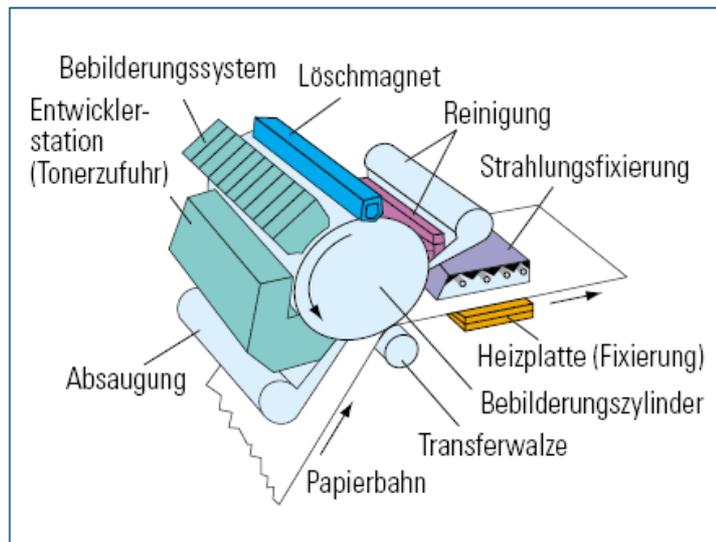


Abb. 13: Druckvorgang Magnetografie [8], S. 740

angeschmolzen werden. Nach diesem Vorgang wird die magnetische Drucktrommel von den restlichen Tonerpartikeln mittels einer Reinigungseinheit gesäubert. Zur Neutralisierung der magnetisierten Drucktrommel wird ein Löschmagnet eingesetzt. Dieser stellt den Grundstein für eine neue Bebilderung wieder her. [13], S. 23-25; [15]

4.2.4 Elektrografie

Die Elektrografie gehört ebenfalls den Druckern ohne Druckform an. In diesem Verfahren ist es jedoch wichtig, dass der Bedruckstoff selbst eine dielektrische Schicht hat, da die elektrostatische Aufladung direkt auf dem Papier erfolgt. Das hat wiederum den Nachteil, dass die Vielseitigkeit der Elektrografie durch die Verwendung eines Spezialpapiers eingeschränkt wird. Die Vorteile dieser Drucksysteme sind, dass sie auch bei kleinen Auflagen großformatiger Ein- und Mehrfarbendrucke, wie z. B. Zeichnungen von CAD-Programmen⁸, rentabel sind. Auch die hohe Druckgeschwindigkeit bis zu 1 Meter pro Sekunde spricht für das Verfahren. Flüssigtoner bis zu sechs Farben können eingesetzt werden und Auflösungen bis 600 dpi und höher sorgen für eine ausreichende Qualität bei großen Ausdrucken. [5], S. 86

Der Druckvorgang, der die Farbe auf das Papier bringen soll, wird mit Hilfe eines elektrischen Feldes vollzogen. Hierbei können drei Arten der Übertragung unterschieden werden. In Abbildung 14 a befindet sich ein Luftspalt zwischen dem Schreibkopf und der dielektrischen Schicht des Papiers. In diesem System müssen hohe Feldstärken für einen erfolgreichen Druckvorgang gegeben sein. Die zweite Möglichkeit, die die Abbildung 14 b zeigt, ist, dass der Schreibkopf direkt auf der dielektrischen Oberfläche des Bedruckstoffes anliegt. Dabei muss jedoch darauf geachtet werden, dass das Papier sowie der Schreibkopf selbst

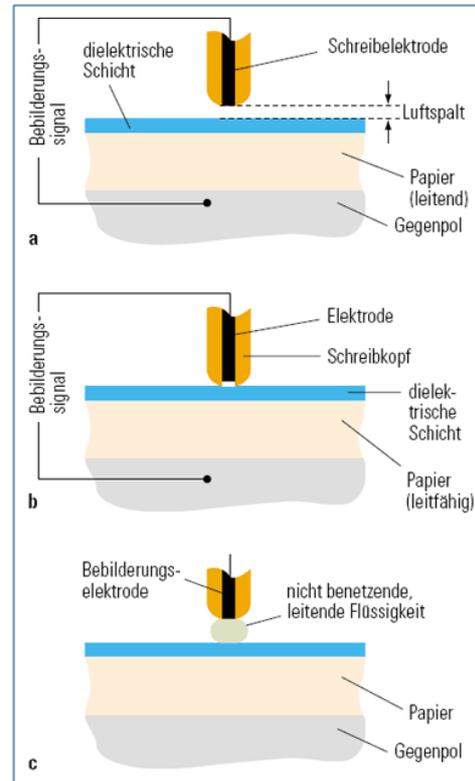


Abb. 14: Darstellung Elektrografie

- a) Schreibkopf ohne Papierkontakt
- b) Schreibkopf mit Papierkontakt
- c) Bebilderung durch leitfähige Kontaktflüssigkeit [8], S. 777

⁸ CAD-Programme (CAD = **C**omputer **A**ided **D**esign) sind Programme zur Erstellung von zwei- oder dreidimensionale Zeichnungen, die in Fachbereichen wie z. B. in der Architektur, im Maschinenbau oder im Bauwesen notwendig sind.

eine gute Gleiteigenschaft haben und verschleißarm sind. Abbildung 14 c zeigt die dritte Möglichkeit zur Bebilderung, indem eine leitfähige Flüssigkeit die Verbindung zwischen Schreibkopf und der beschichteten Oberfläche darstellt. [8], S. 777

In der Elektrografie erfolgt die Farbübertragung ohne Zwischenträger. Man spricht hierbei von einem direkten elektrostatischen Druckprozess. Dieser Prozess kann in folgende Schritte eingeteilt werden:

1. Bebilderung
2. Einfärben
3. Fixierung

Schon im ersten Prozess der Bebilderung unterscheidet sich hier die Elektrografie beispielsweise von der Elektrofotografie. Die Erzeugung des latenten Ladungsbildes erfolgt nämlich direkt auf der dielektrischen Schicht des Bedruckstoffes und nicht wie in der Elektrofotografie auf der Fotoleitertrommel. Anschließend wird dieses verborgene Bild mit einem elektrostatisch geladenen Flüssigtoner eingefärbt. Der Abschluss des Druckvorgangs wird durch die Fixiereinheit getätigt. [8], S. 778

Abbildung 15 zeigt ein elektrografisches Drucksystem von **Xerox Engineering Systems**, für den großformatigen Mehrfarbendruck. Es verwendet Flüssigtoner bis zu sechs Farben mit einer Auflösung bis 400 dpi. Der *Xerox 8954* ermöglicht großformatige Drucke bis zu einer Breite von 1330 mm und einer Druckgeschwindigkeit bis zu 0,08 m/s. [8], S. 779



Abb. 15: Xerox 8954 [8], S. 779

4.2.5 Ink Jet-Technologien

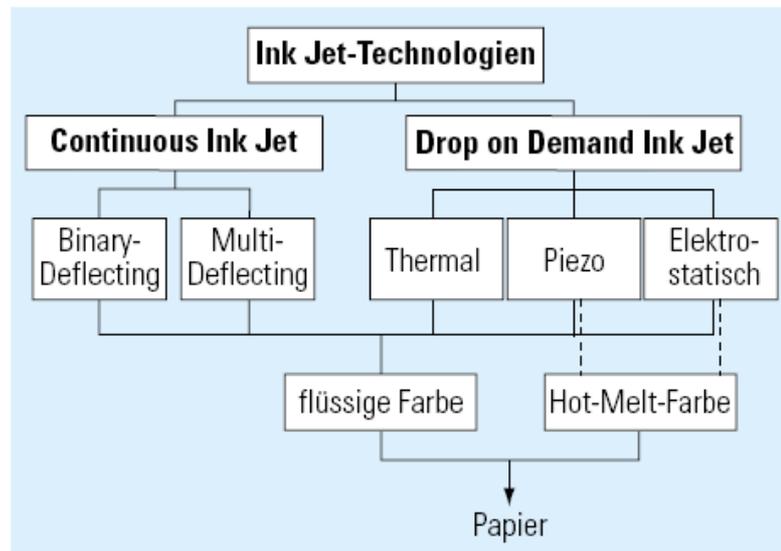


Abb. 16: Übersicht der Ink Jet-Technologien [8], S. 745

Leistungsfähige Ink Jet-Drucker werden immer preiswerter und sind heutzutage durch diese geringen Anschaffungskosten in sehr vielen Büros und auch Haushalten bereits vorhanden. Die ersten Versuche wurden bereits im Laufe des 19. Jahrhunderts gemacht und der Ink Jet-Druck hat sich zu einer erfolgreichen Technologie mit hochwertiger Druckqualität und Brillanz entwickelt.

Ink Jet-Druck, auch als Tintendruck bezeichnet, unterscheidet sich von den bereits erwähnten Verfahren Elektrofotografie, Ionografie und Magnetografie, indem der Druckvorgang ohne Zwischenträger stattfindet. Das heißt, die färbenden Substanzen werden direkt durch feine Düsen auf den Bedruckstoff übertragen, ohne dabei vorher auf einem digitalen Zwischenträger wie z. B. die Fotoleitertrommel, belichtet zu werden.

Der digitale Ink Jet-Druck wird je nach Art der Farbübertragung in die Verfahren „Continuous Ink Jet“ (CIJ) oder auch *Tintenstrahldrucker* genannt und „Drop on Demand Ink Jet“ (DOD), auch als *Tintendrucker* bezeichnet, eingeteilt. Binary-Deflecting Ink Jet und Multi-Deflecting Ink Jet zählen zur „Continuous Ink Jet Technologie“. Piezo Jet, Bubble Jet (Thermal Jet) und elektrostatische Verfahren gehören den „Drop on Demand Ink Jet“ Verfahren an. [8], S. 745

Alle Verfahren haben gemeinsam, dass sie berührungslos Tintentropfen durch die Luft auf den Bedruckstoff übertragen können und dass der Inhalt der Seiten von Blatt zu Blatt variabel sein kann. Ein weiterer Vorteil ist, dass Ink Jet-Drucker sehr leise arbeiten und ein Druck mit hoher Auflösung, bis zu 2400 dpi, möglich ist. Mit dieser hohen Auflösung und Spezialpapieren kann der Ink Jet-Druck zu hervorragenden Ergebnissen führen. Zusätzliche Farbpatronen in den Systemen führen zu weiteren Verbesserungen der Druckqualität. Neben den üblichen Prozessfarben Cyan, Magenta, Yellow und Key (zur Kontrasterhöhung) werden heute oftmals zusätzliche Farben wie Hell-Cyan und Hell-Magenta oder Orange und Grün eingesetzt. Hell-Cyan und Hell-Magenta führen zu weicheren Verläufen und natürlicheren Hauttönen. Die Zusatzfarben Orange und Grün sorgen für eine Erweiterung des allgemeinen Farbumfanges. [5], S. 82

Doch auch dieses Verfahren hat seine Nachteile. Bei der Papierwahl ist darauf zu achten, dass es nicht zu grob, aber auch nicht zu fein ist. Verwendet man ein Papier mit einer zu rauen Struktur, kann es zum Löschpapiereffekt kommen. Das bedeutet, dass die Tinte zu stark aufgesaugt wird und Schriften sowie Bilder und Grafiken unscharfe Konturen bekommen. Ist das Papier jedoch zu glatt, dauert der Trocknungsvorgang der Tinte zu lange und die Folge ist, dass die Tinte verläuft. Ein weiteres Problem bei vielen Druckern ist die Tinte selbst. Auch wenn die Farbe bereits auf dem Bedruckstoff längst trocken ist, ist die Berührung mit Wasser auf jeden Fall zu meiden. Passiert es doch, dass Wasserspritzer auf das gedruckte Papier kommen, kann es zu unschönen Effekten wie Verschmierungen kommen. Sogar im Drucker selbst haben diese flüssigen färbenden Substanzen den Nachteil, dass sie bei längerer Nichtbetätigung des Druckers, austrocknen oder die Druckdüsen verstopfen können. Weiters sind die laufenden Kosten von großer Bedeutung. Originaltinten sind bei vielen Systemen sehr teuer und deshalb wird auch vermehrt darauf zurückgegriffen, Tintenpatronen von günstigeren Herstellern zu kaufen oder sie selbst nachzufüllen, dass wiederum damit verbunden sein kann, dass die Qualität der Drucke darunter leiden kann. [16]

Aufgrund der niedrigen Gerätekosten der Tintendrucker, aber der hohen Druckkosten, findet der Ink Jet-Druck seinen Einsatz hauptsächlich in Privathaushalten und kleinen Betrieben, aber wenig Einsatz in der Druckindustrie für die Massenproduktion.

4.2.5.1 Continuous Ink Jet

Continuous Ink Jet-Drucker sind Geräte, die mit einem kontinuierlichen Tintenstrahl, das bedeutet einem ununterbrochenen Tintenstrahl arbeiten.

Die Continuous Jet-Technologie ermöglicht es, Substanzen wie Tinten, Lacke und sogar Klebstoffe auf sehr vielen verschiedenen Oberflächen zu drucken. [17], S. 4 Daher wird sie auch hauptsächlich für Drucke von Haltbarkeitsdaten, zur Produktcodierung mit EAN-Codes⁹ oder zur Adressierung von Zeitschriften und Zeitungen (siehe Abb. 17) eingesetzt, aber auch Verpackungsdrucke, also Drucke, die nicht eben sein müssen, können mit diesem Verfahren bedruckt werden. [16]

Es gibt zwei verschiedene Technologien der Continuous Ink Jet-Verfahren, die in den nächsten beiden Unterkapiteln näher erläutert werden.



Abb. 17: Multi-Deflecting Ink Jet-System zur Adressierung [8], S. 751

⁹ EAN steht für International Article Number (früher European Article Number) und wird mittels eines Strichcodes zur Produktkennzeichnung von Waren verwendet.

4.2.5.1.1 Binary-Deflecting Ink Jet

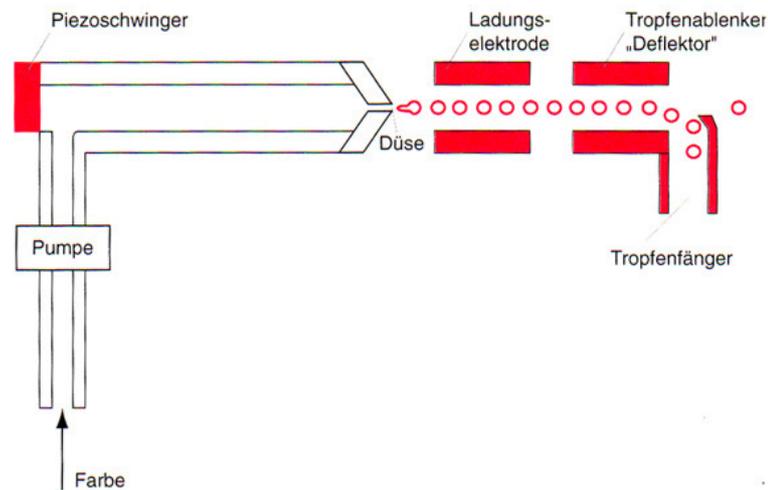


Abb. 18: Düse der Continuous Ink Jet-Druckers [5], S. 79

Die binäre Continuous Technologie, wie die Binary-Deflecting Ink Jet-Technologie im Deutschen genannt wird, arbeitet mit einem permanenten Tintenstrahl, der über eine Düse aus dem Druckkopf kommt. Dieser Strahl wird durch die Bewegung der piezoelektrischen Einheit in einzelne Tropfen zerlegt und Tröpfchen, die nicht auf den Bedruckstoff gelangen sollen, über eine Ladeelektrode elektrostatisch aufgeladen. Die geladenen und nicht geladenen Teilchen queren anschließend den Tropfenablenker („Deflektor“). An dieser Stelle kommt es zur Selektion der einzelnen Tröpfchen. Ungeladene setzen ihren Weg in Richtung Bedruckstoff fort und geladene Tröpfchen werden durch das elektrische Kraftfeld des Deflektors abgefangen und wieder zurück in den Tintenkreislauf geführt. Je nach Art des Gerätes, ist dieser Druckvorgang auch umgekehrt möglich, das heißt, dass ungeladene Tropfen aufgefangen und umgeleitet werden und geladene Teilchen auf das Papier gespritzt wird. [5], S. 78/79

4.2.5.1.2 Multi-Deflecting Ink Jet

Bei Multi-Deflecting Ink Jet, auch als „Druck durch Ablenkung“ bekannt, ist die Funktionsweise ziemlich ähnlich der Continuous Technologie. Auch hier werden

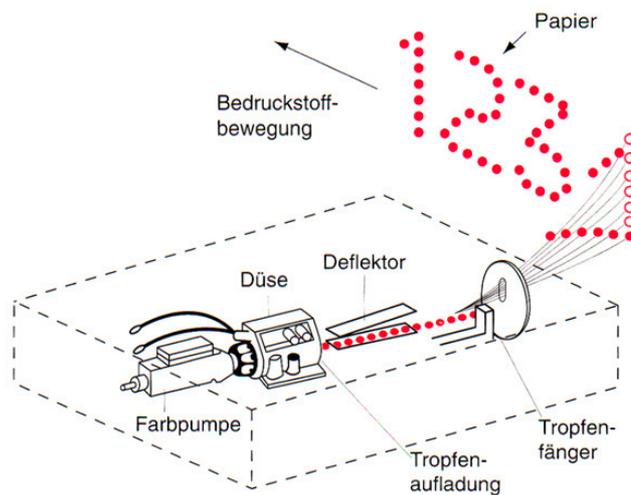


Abb. 19: Darstellung der Multi-Deflecting Ink Jet-Düse [5], S. 79

Tröpfchen durch das piezoelektrische Bauelement aus dem Tintenstrahl erzeugt und über Düsen auf den Bedruckstoff gespritzt. Der wesentliche Unterschied liegt jedoch bei der elektrostatischen Ladung. In der Multi-Deflecting Ink Jet-Technologie werden die einzelnen Tröpfchen unterschiedlich elektrostatisch geladen und durch Ablenk-Elektroden unterschiedlich abgelenkt. Somit können diese auf verschiedene Stellen des Bedruckstoffes treffen. Ungeladene

Tropfen werden nicht abgelenkt und landen im Tropfenfänger, dessen Weg wieder zurück zum Farbtank führt.

Durch die ständige Bewegung des Tintenstrahls können bei diesem Verfahren auch Farben, die in sekundenschnelle trocknen, eingesetzt werden und somit auch glatte Oberflächen wie Glas oder Metall bedruckt werden. [18], S. 3

4.2.5.2 Drop on Demand Ink Jet

Drop on Demand Ink Jet findet sowohl im Haushaltsbereich, als auch in Büros seine Anwendung und erreicht durch die feinen Tintentröpfchen Auflösungen bis 2400 dpi und somit eine hochwertige Druckqualität.

Drop on Demand Ink Jet ist, wie der Name schon sagt, ein Tropfen, der auf Bedarf erzeugt wird. Das heißt, er wird nur dann erzeugt, wenn er auch für das Druckbild benötigt wird. Nach der Art, wie die Tinte auf das Papier transportiert wird, unterscheidet man beim Drop on Demand Ink Jet noch weiters die Verfahren Piezo Jet, Bubble Jet und das elektrostatische Verfahren. [5], S. 79

4.2.5.2.1 Piezo Ink Jet

Das Prinzip der Piezo Ink Jet Technologie ist es, dass die Tinte solange in der Düse lagernd bleibt, bis sie auch wirklich gebraucht wird. Ist dies der Fall, nutzt das Piezo Ink Jet-Verfahren Stäbchen oder Scheiben aus piezokeramischen Material, die sich durch elektrische Spannung verformen, um Tropfen auf das Papier zu übertragen. Durch die Verformung entsteht Druck, da der Hohlraum an Volumen verliert und der Farbtropfen wird aus der Düse auf das Papier geschleudert. Danach kehrt der Piezo-Kristall wieder in dessen ursprünglichen Ruhezustand zurück.

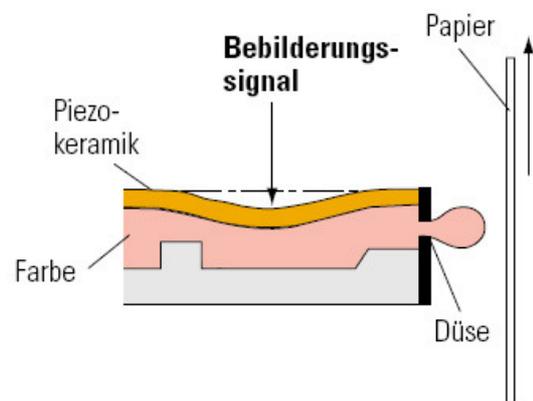
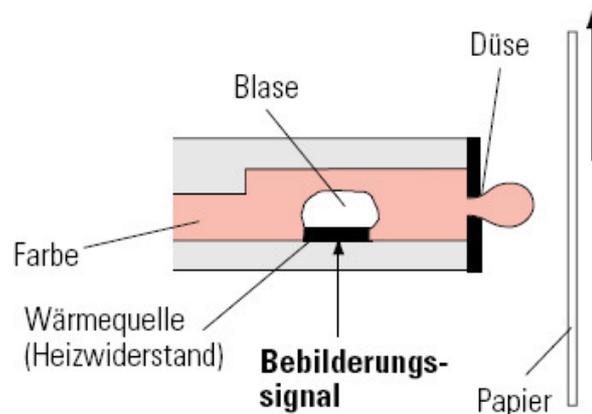


Abb. 20: Darstellung Piezo Ink Jet [8], S. 746

Diese so genannten Piezo-Wandler zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie eine sehr hohe Lebensdauer haben und die Druckkosten bei einem Piezo Ink Jet-Drucker hauptsächlich für die Tintenpatronen anfallen. Das Piezo Verfahren ermöglicht durch das elektronische System eine hohe Druckgeschwindigkeit und zusätzlich eine sehr gute Auflösung bei den Druckergebnissen. Die Erzeugung von klaren und auch scharfen Druckbildern stellt für die Piezo Ink Jet-Technologie kein Problem dar. [16]; [20], S. 6

4.2.5.2.2 Bubble Ink Jet

Bubble Ink Jet oder auch Thermal Jet-Drucker befördern die Tintentröpfchen mit Hilfe einer Dampfblase in der Düse auf den Bedruckstoff. Auch in diesem Verfahren befindet sich die Tinte „auf Abruf“ bereits in der Düse des Druckers. Soll nun ein Druckbild erzeugt werden, wird der Heizwiderstand durch elektrische Impulse erhitzt. Durch diesen Vorgang verdampft ein Teil der Tinte und eine winzige Dampfblase wird explosionsartig gebildet. Dies bringt mit sich, dass das Volumen in der Düse vergrößert wird und zum Ausgleich der Tropfen aus der kleinen Öffnung herausgeschossen wird. Wird die Tinte nicht mehr länger aufgeheizt, fällt die Gasblase wieder in sich zusammen und kondensiert zu ihrem ursprünglichen Zustand. Der daraus resultierende Unterdruck in der Druckdüse wird ausgeglichen, indem neue Tinte angesaugt wird. **Abb. 21:** Darstellung Bubble Ink Jet [8], S. 746 [20], S. 7



Je nach Hersteller wie z. B. Canon, Hewlett Packard (HP) oder Lexmark befindet sich die kleine Düsenöffnung, aus der der Tropfen austritt, entweder gegenüber der Gasblase oder im rechten Winkel zu dieser. „Sideshooter“ wird die Öffnung genannt, wenn sie sich gegenüber dem Heizelement befindet und „Edgeshooter“, wenn die Gasblase im rechten Winkel zur Öffnung steht. [16]

Die Vorteile der Bubble Jet-Systeme liegen in dem besonders leisen Druckvorgang und natürlich in ihren kontrastreichen, farbintensiven und brillanten Druckergebnissen.

Die geringere Druckgeschwindigkeit von Thermal Jet Druckern gegenüber Piezo Ink Jet zeichnet sich dadurch aus, dass sich bei jedem Tintentröpfchen eine neue Gasblase bilden muss. Doch auch dieses Verfahren schafft es zirka 5.000 bis 8.000 Tropfen in der Sekunde auf das Papier zu schleudern, wobei die Tröpfchen einen größeren Durchmesser haben, als Piezo Ink Jet-Drucker. [5], S. 79

Ein weiterer Nachteil liegt in den Druckköpfen. Durch die hohe Hitzebildung bei jedem Druckvorgang ist die Lebensdauer der Druckköpfe von Thermal Ink Jet-Drucker weit geringer als beim Druckverfahren mit Piezo Kristallen. Daher werden für diese Technologie von vielen Herstellern bereits Tintenpatronen einschließlich Druckköpfen angeboten. [17], S. 3/4

Den Namen Bubble Jet hat diese dennoch preiswerte Ink Jet-Technologie aufgrund der Bildung der Gasblase in der Düse erhalten. [5], S. 79

4.2.5.2.3 Elektrostatischer Ink Jet

Der elektrostatische Ink Jet-Druck befindet sich noch im Entwicklungsstadium. Der große Unterschied zu den schon genannten Drop on Demand Verfahren ist, dass sich ein elektrostatisches Feld zwischen dem Drucksystem und der Bedruckstoffoberfläche befindet. Soll ein Tropfen übertragen werden, ist ein Bebilderungssignal für die Veränderung der Oberfläche im elektrischen Feld zuständig. Der Tropfen wird dann sozusagen mit Hilfe eines elektrischen Impulses oder durch Wärmezufuhr von der Austrittsdüse freigegeben und in Richtung Bedruckstoff befördert. [21]

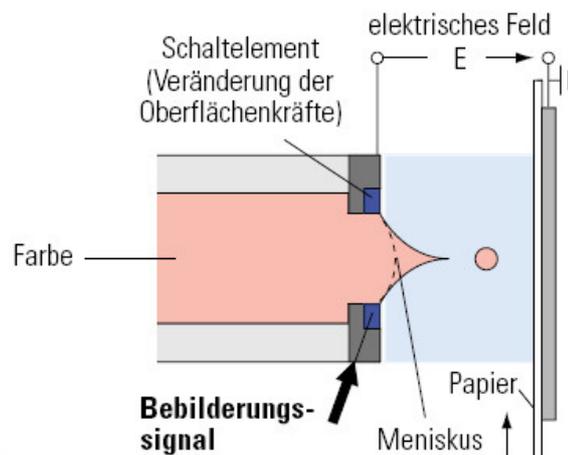


Abb. 22: Darstellung elektrostatischer Ink Jet [8], S. 746

4.2.5.3 Druckfarbe des Ink Jet-Druckverfahrens

Die Druckfarbe der Ink Jet-Systeme ist flüssige Tinte in den Farben Cyan, Magenta, Yellow und Key. Key steht dabei für die Kontrastbildung des Druckbildes. Die Grundfarben Cyan, Magenta und Yellow sollten zwar übereinander gedruckt die Druckfarbe Schwarz (subtraktive Farbmischung¹⁰) ergeben (siehe Abb. 23), doch dies ist nur in der Theorie, nicht jedoch in der Praxis möglich. In der Praxis würde es eher zu einem verwaschenen Schwarz bzw. einem dunklen Braun kommen und deshalb muss Schwarz zusätzlich den Tintensystemen zugefügt werden.

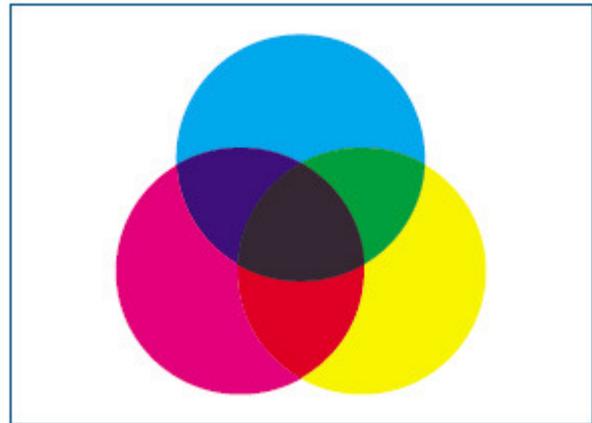


Abb. 23: subtraktive Farbmischung [8], S.71

Erweiterungen im Farbsystem können Hell-Cyan und Hell-Magenta sein und auch die beiden Farben Grün und Orange werden bereits zu feineren Abstufungen im Halbton und zur Farbverbesserung eingesetzt. [16]

Ein weiterer Vorgang um die Druckqualität zu steigern, ist indem das Volumen der Tintentröpfchen verändert wird. Weiters kann auch eine Bildstelle mehrmals mit Tinte bespritzt werden und erhöht somit die Dichte des Druckpunktes. Systeme, die mit dieser Variante arbeiten, können ein und denselben Druckpunkt bis zu 29 Mal überlagern. Das bedeutet, dass 30 verschiedene Tonwerte auf einer Stelle möglich sind. Die Zahl 30 deswegen, da die Farbe des Bedruckstoffes selbst natürlich auch zusätzlich addiert werden muss. Diese Qualitätssteigerung wäre ohne die beiden Techniken nur mit einer höheren Auflösung des Drucksystems möglich. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass die Beschaffenheit des Bedruckstoffes selbst eine große Rolle für eine höhere Brillanz spielt. Aufgrund dieser Tatsache muss das Druckpapier

¹⁰ „Subtraktive Farbmischung: Einzelne Wellenlängenbereiche des sichtbaren Spektrums, das heißt Farben, werden aus dem gesamten Spektrum des sichtbaren Lichts herausgefiltert, also subtrahiert. Jede hinzugemischte Farbe absorbiert einen weiteren Teil des sichtbaren Spektrums. Die Mischfarben sind somit immer dunkler als die Ausgangsfarben. In der Summe ergeben alle Farben schwarz.“ [36]

auf die färbenden Substanzen gut abgestimmt sein, um ein perfektes Druckbildergebnis zu erzielen und beispielsweise ein Verrinnen zu verhindern. [5], S. 82

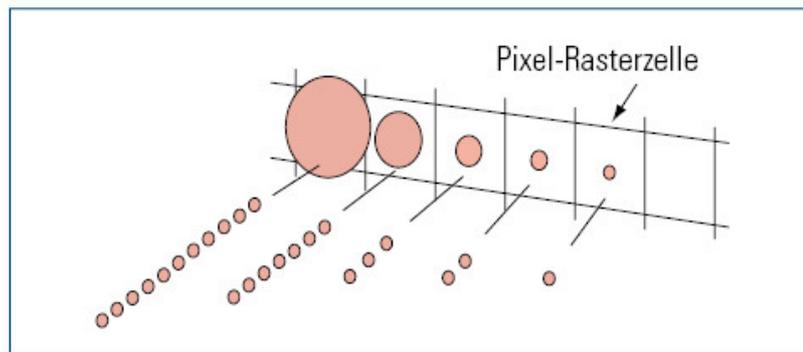


Abb. 24: Mehrmaliges Bespritzen der gleichen Bildstelle erhöht die Dichte des Druckpunktes [8], S. 747

Allgemein hat flüssige Tinte den Vorteil gegenüber Tonern, dass sie auf das Trägermaterial dünner und somit auch sparsamer aufgetragen werden kann und sie kein weiteres Element zum Trocknen benötigt.

Somit können die Eigenschaften der Tinten klar definiert werden. Sie müssen eine gewisse Zähigkeit haben, damit sie auf dem Papier nicht verrinnen und nach dem Druck auch schnell trocknen, sollen aber auch nicht zu dickflüssig sein, um die Systeme bei niedrigerer Temperatur nicht lahm zulegen. Die Farbtinten sollten auch nicht oder zumindest nicht gleich eintrocknen, wenn die Ink Jet-Drucker, vor allem die Drop on Demand Drucker, längere Zeit ohne Tätigkeit sind. Dies ist jedoch nur eingeschränkt möglich und von Drucker zu Drucker verschieden. Tinten sollen ein gutes Farbbild ergeben, das wiederum möglichst lange lichtecht sein sollte, wobei in diesem Punkt wiederum das Papier bzw. der Bedruckstoff eine wesentliche Rolle spielt.

Neu entwickelte Fotopapiere wie beispielsweise das *ChromaLife100* von **Canon** versprechen bereits in Verbindung mit bestimmten Farbtinten eine Farbbeständigkeit bis zu 100 Jahre, vorausgesetzt die gedruckten Fotos werden in einem Album aufbewahrt (siehe Abb. 25 und Abb. 26). [22]

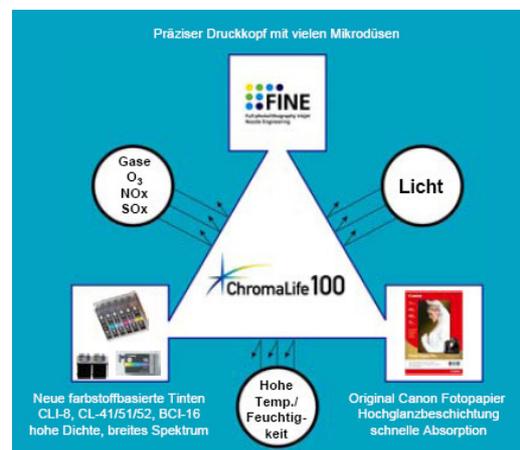


Abb. 25: Das ChromaLife100 Dreieck von Canon [22], S. 7



Abb. 26: ChromaLife100: neue farbstoffbasierte Tinten
im Zusammenhang mit Canon Hochglanzfotopapier [22], S. 6

Hier ist jedoch gleich zu erwähnen, dass die Lichtbeständigkeit abhängig davon ist, ob es sich bei der färbenden Substanz um Pigmente¹¹ oder Farbstoffe¹² handelt. Pigmente, die die Eigenschaft haben, dass sie unlöslich sind, bleiben zum Teil an der Oberfläche des Bedruckstoffes. Dies ist auch spürbar, wenn man ein mit Pigmenten bedrucktes Bild mit den Fingern abtastet. Der Vorteil dieser Druckfarbe ist, dass sie lichtundurchlässig und farbecht ist. Aufgrund dieser Eigenschaften hat sie auch eine lange Farbbeständigkeit. Pigmenttinten sind größtenteils wasserfest und können im Gegensatz zu Tinten mit Farbstoffen auch für den Außenbereich angewendet werden. Trifft man die Entscheidung für einen Ink-Jet-Drucker mit Tintenpatronen, die Pigmente einsetzen, kann es jedoch sein, dass man sich mit einem kleineren Farbraum als im Bereich der Farbstofftinten zufrieden geben muss. [17], S 5-7

Farbstofftinte oder wie sie im englischen Sprachraum „dye ink“ genannt wird, hat nicht nur einen außergewöhnlich großen Farbraum, sondern überzeugt in Verbindung mit dem bereits erwähnten Spezialpapier von Canon, dass auch sie eine hohe

¹¹ Pigmente sind unlösliche Farbmittel, die je nach Intensität der Farbe auf dem Bedruckstoff verteilt werden.

¹² Farbstoffe sind lösliche Farbmittel, mit der Eigenschaft, andere Materialien einzufärben.

Langlebigkeit der Farbqualität haben. Farbstoff versehene Tinten sind auch für hellere Ausdrücke und kräftigere Farben möglich, da sie nicht wie die pigmentierte Druckfarbe an der Oberfläche bleiben, sondern die kleineren Farbtröpfchen vom Bedruckstoff „aufgesaugt“ werden. Der Einsatzbereich von Farbstofftinten ist aufgrund der Wasserlöslichkeit weitgehend auf den Innenraum beschränkt. [17], S. 6/7

Es gibt eine Vielzahl von flüssigen Tinten der Ink Jet-Systeme. Die wohl verbreitetste Druckfarbe wird nach dem Prinzip der wasserbasierenden Tinte hergestellt. Weitere färbende Substanzen können auf lösemittelhaltiger Basis erzeugt werden. Ölfarben, UV-Farben und Hotmelt-Farben zählen ebenfalls zu den Tinten der Tinten(strahl)drucker.

Wasser- und lösemittelhaltige Farben haben die Eigenschaft, dass sie sehr dünn auf den Bedruckstoff übertragen werden. Sie haben eine Viskosität¹³ von 1 bis 30 mPas¹⁴ und sind daher im Vergleich zum Offsetdruck mit mehreren 100 mPas dünnflüssiger als dieser. Das wirkt sich wiederum auf die Farbschicht des bedruckten Papiers aus. Im Offsetverfahren ist die Dicke der Farbe, die aus Pigmenten besteht, im Bereich von 0,8 bis 1,2 Mikrometer. Der Ink Jet-Druck, der wasser- oder lösungsmittelbasierend ist, hat eine Schicht mit nur 0,5 Mikrometer.

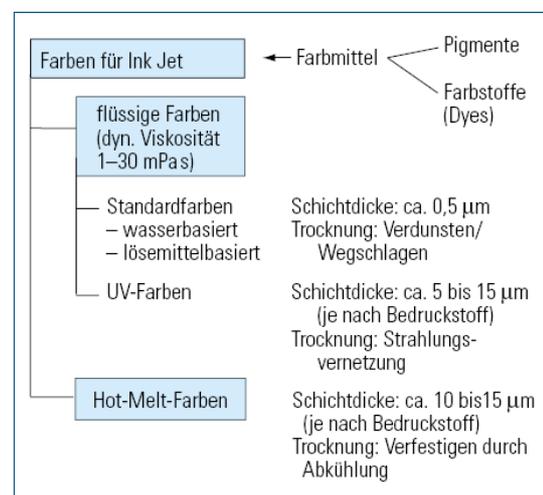


Abb. 27: Druckfarben der Ink Jet Technologien [8], S. 719

Die Schichtdicke der UV- und Hotmelt-Farben liegt in einem höheren Bereich. Sie kann je nach Bedruckstoff bei UV-Farben 5 bis 15 Mikrometer und bei den Hotmelt-Farben 10 bis 15 Mikrometer, dick sein. An diesen Zahlen ist bereits zu sehen, dass es sich bei den beiden letzteren Farben um eher zähflüssigere färbende Substanzen handelt. [5], S. 82/83

¹³ Viskosität ist die Zähigkeit von Flüssigkeiten

¹⁴ „Die Pascalsekunde (Pas) ist die Maßeinheit für die dynamische Viskosität oder Zähigkeit einer Flüssigkeit und bringt zum Ausdruck, welcher Druck in welcher Zeit aufzuwenden ist, um Schichten einer Flüssigkeit gegeneinander zu verschieben. Hier wird ein Druck von tausendstel Pascalsekunden angesprochen = mPas.“ [5], S. 83

Weitere Druckfarben sind die so genannten Öl- oder Wachsfarben. Sie werden in speziellen Ink Jet-Druck Systemen verwendet und haben die Eigenschaft, dass sie sich bei Raumtemperatur in festem Zustand befinden. Sollen Bildinformationen gedruckt werden, wird die Wachsfarbe kurz vor dem Druck geschmolzen und über die Druckdüse auf den Bedruckstoff übertragen. Sobald sich das Wachströpfchen auf dem Trägermaterial befindet, erstarrt es wieder in seine feste Form und wird durch eine anschließende Nachbehandlung fixiert. Auch hier wird kein zusätzliches Trocknungsverfahren der färbenden Substanz benötigt. Daraus ergibt sich, dass die Endprodukte schneller verarbeitet werden können. Aufgrund der hohen Herstellungskosten werden die Wachsfarben ausschließlich im professionellen Bereich z. B. für Poster oder Proofdrucken eingesetzt. Vorteile gegenüber Flüssigtinten sind nicht nur die bessere Bildqualität, sondern auch, dass Wachstinten unabhängiger von der Art des Bedruckstoffes sind. Ink Jet Drucksysteme zeichnen sich durch ihre große Vielfalt an bedruckbaren Materialien aus. Kartons, Vinyl und Stoffe, unbeschichtete Papiere und Spezialpapiere,... für den Tinten(strahl)druck durchaus kein Problem. Nachteile dieser Druckfarbe ist aber, dass sie bei zu hoher Temperatur schmieren kann und dass Bilder, Grafiken und Texte auf dem Bedruckstoff eine empfindliche Oberfläche gegenüber Kratzern darstellen. [5], S. 83/84

Die Entwicklung der Ink Jet Systeme schreitet immer weiter voran und natürlich auch der Marktanteil an Flüssigtinten für dieses Verfahren. Jedes Drucksystem benötigt die Tinte oder auch spezielle Tintenbehälter, die dafür vorgesehen sind. So kann beispielsweise ein Bubble Jet Drucker nichts mit einer Tinte anfangen, die für den Piezo Ink Jet Drucker vorgesehen ist und umgekehrt. Doch Tintenhersteller, ob es sich nun um Originaltinten selbst oder um Tinten im Nachbau handelt, gibt es heutzutage zur Genüge. Von einer Verwendung von fremden Tinten raten Druckerhersteller ab. Als Begründung wird die Beschädigung des Druckers durch Fremdtinten angegeben und mit dem Verlust der Garantieansprüche gedroht. Doch im Allgemeinen sind durch die Verwendung von Alternativtinten keinerlei Schäden am Drucker zu befürchten. Einzig und allein die Farbqualität kann, muss aber nicht, darunter leiden. Probleme kann es auch bei Fremdtinten und Spezialpapieren geben. Sind die Tinten für Papiersorten wie zum Beispiel für Fotopapier, nicht geeignet, können sie schmieren, verrinnen oder benötigen eine längere Zeit für den Trocknungsvorgang. Trotz Garantieverlust und minderer Farbqualität werden oft Tinten von Drittanbietern den Originaltinten aufgrund der Kostenersparnis bevorzugt. [17], S. 8

4.2.6 Thermografie

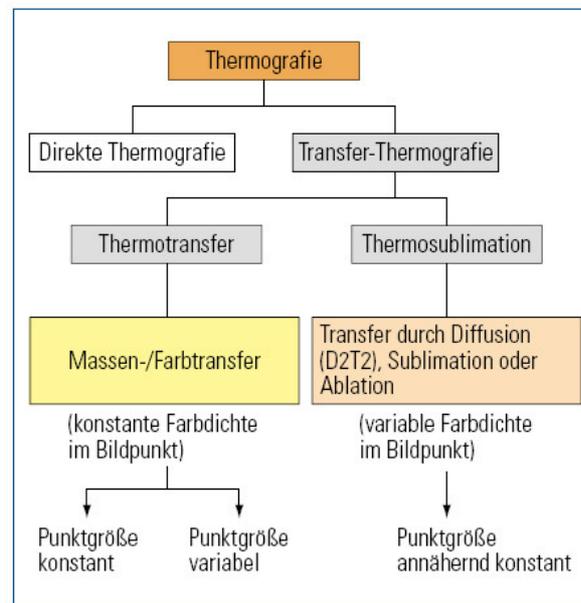


Abb. 28: Einteilung der Thermografie [8], S. 766

Neben den bereits erwähnten Bebilderungstechniken der Non-Impact-Verfahren gibt es noch eine weitere Technologie – die Thermografie. Der große Unterschied zu den anderen digitalen Bebilderungstechniken ist, dass es sich hierbei um eine virtuelle Druckform handelt. Die Thermografie lässt sich weiters in die direkte Thermografie, bei der es beim Druckvorgang hauptsächlich um die Beschaffenheit des Trägermaterials geht, und die Transferthermografie einteilen. Bei der letzteren Technik wird entweder der Bedruckstoff mit spezieller Druckfarbe beschichtet oder das Papier selbst ist mit einer Beschichtung versetzt. [5], S 86; [13], S. 31

4.2.6.1 Direkte Thermografie

Tankstellenrechnungen, viele Kaufhausrechnungen, Kreditkartenbelege, Faxausdrücke und einiges mehr werden auf dem Prinzip der direkten Thermografie gedruckt. In dieser Technologie spielt dabei die Papierwahl eine wesentliche Rolle. Das Trägermaterial ist so konzipiert, dass sich durch Wärmeeinwirkung die Beschichtung verfärbt und so die Informationen auf dem Papier zum Vorschein kommen. [13], S 31

4.2.6.2 Transferthermografie

Die beiden Digitaldrucksysteme Thermotransfer und Thermosublimation gehören der Transferthermografie an. Sie unterscheiden sich in der Art der Drucktechnologie nur gering voneinander, wie in den nächsten beiden Unterkapiteln näher erklärt wird.

4.2.6.2.1 Thermotransfer

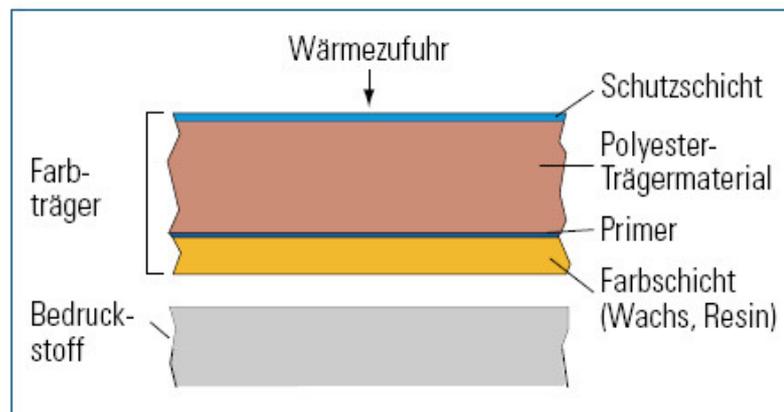


Abb. 29: Schichtaufbau der Farbträger bei der Thermotransfer [8], S. 767

Das Thermotransferverfahren ist materialbedingt eine sehr kostenintensive Drucktechnik, die speziell in der Druckindustrie verwendet wird. Es werden wachsartige Farbschichten in den Farben Cyan, Magenta, Yellow und Schwarz verwendet, die sich auf einem gleich breiten Farbband wie die Breite des Papiers, befinden. Ein Heizelement sorgt dafür, dass sich die Farbschicht löst und auf den Bedruckstoff übertragen wird. Sobald die Farbsubstanzen auf das Papier gedruckt sind, verfestigen sie sich sofort und benötigen kein weiteres Trocknungselement. Beim Thermotransfer herrscht eine konstante Farbdichte durch das einzelne Heizelement des

Thermokopfes. Mit dieser Technologie sind Auflösungen bis zu 600 dpi möglich. Nachteil dieser Technik ist es, dass sich die wachsartige Substanz auf dem Papier befindet und die Endprodukte somit anfällig gegenüber Kratzern und Knicken sind. [13], S. 32-34

4.2.6.2.2 Thermosublimation

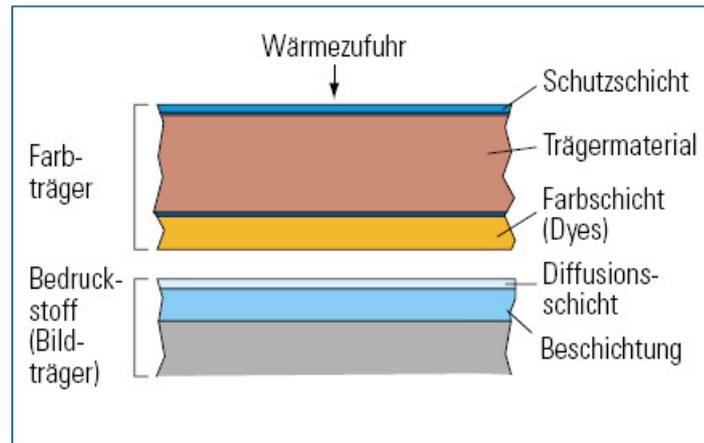


Abb. 30: Schichtaufbau der Farbträger bei der Thermosublimation [8], S. 767

Die Thermosublimation ist ein ähnliches Verfahren wie der Thermotransfer. Unterschiede gibt es im Heizelement bzw. im Thermodruckkopf. Verwendet der Thermotransfer nur ein Heizelement, sind es in der Thermosublimation mehrere kleine Heizelemente, bei denen die Temperatur bis zu 256 Stufen angesteuert werden kann. Dadurch kann wiederum die Menge der übertragenen Farbe (Farbdichte) variabel gestaltet werden – die Größe der Bildpunkte bleibt jedoch im Gegensatz zum Transferdruck gleich. Durch die Erzeugung von unterschiedlichen Tonwerten ist auch zugleich beim Druck eine sehr feine Rasterauflösung bis zu 2400 dpi möglich.

Der Druckvorgang selbst ähnelt dem des Thermotransferverfahrens. Die wachsartige Farbe wird durch die Thermodruckköpfe so stark erhitzt, dass sie als Farbdampf von der Trägerfolie auf das spezielle Thermopapier übertragen wird. Das heißt, dass die Farbe kurzfristig vom festen in den gasförmigen Zustand übergeht, bis sie auf den Bedruckstoff auftrifft. Die Farben Cyan, Magenta, Yellow und Schwarz befinden sich auch hier wiederum hintereinander auf einem Farbband angeordnet und für den Druck bereit. Der Vorteil gegenüber dem Thermotransferdruck ist, dass die wachsartige

Farbe direkt in die Papieroberfläche eintritt. Dadurch sind diese Ausdrücke robuster gegenüber Kratzern und Knicken, als beim Thermotransferverfahren.

Der Thermosublimationsdruck hat sich in der Druckindustrie als Farbproofdrucker, trotz hoher Kosten aufgrund des Spezialpapiers und niedriger Druckgeschwindigkeit (ca. dreimal langsamer als Ausdrücke bei der Thermotransfertechnik), aber durch seine ausgezeichnete Druckqualität bewährt. [13], S. 35; [5], S. 86

4.2.7 Fotografie

Die Technik der Non-Impact-Fotografie dient zur Vervielfältigung von Bildern in fotografisch hoher Qualität. Im Kapitel 4.2.1.4 der Elektrografie wurde bereits erwähnt, dass Endprodukte auch in Verbindung mit speziell beschichtetem Papier hergestellt werden können. In der Elektrografie handelt es sich um den Bedruckstoff, der mit einer dielektrischen Schicht überzogen ist, in der Fotografie wird speziell beschichtetes Material, das auf Einwirkung von Laserlicht reagiert, verwendet. Glaslaser, Halbleiterlaser, aber auch Laserdioden spielen in dieser Technologie der Bebilderung eine Rolle.

Die digitale Fotografie ermöglicht bereits mit Proof-Systemen großformatige Drucke mit einer Auflösung bis zu 4000 dpi unter Verwendung der dazugehörigen Spezialpapiere. Doch auch digitale Farbdrucker sind heutzutage schon in der Lage fotografische Bebilderungen durchzuführen. Abbildung 31c zeigt das Proof-System *Pictroproof3000* des Herstellers **Fuji Film**, welches durch die Kombination der Thermografie und der Fotografie Ausdrücke in Fotoqualität ermöglicht. Die Übertragung der Bildinformationen auf das beschichtete und lichtempfindliche Fotopapier erfolgt mit dem Licht der Wellenlängen¹⁵ Blau, Grün und Rot. Der gewünschte Farbton wird durch die Intensitätssteuerung der Lichtquelle, beim *Pictroproof3000* durch Laserdioden, erzeugt. Im nächsten Schritt kommt die Technologie der Thermografie zum Einsatz, denn das latente Bild wird mittels Wärmezufuhr entwickelt und auf das beschichtete Papier übertragen. Der Auswurf des fotografischen Abzuges vollendet den Prozess.

¹⁵ Lichtteilchen bewegen sich in einem Lichtstrahl wellenförmig fort. Die Wellenlänge des sichtbaren Lichts liegt zwischen 400 und 800 nm (Nanometer). Je nach Wellenlänge des Lichts werden die Farben empfunden.

Rot = 633 nm, Blau = 458 nm, Grün = 543 nm

Das Proof-System von Fuji Film ermöglicht Ausdrücke bis zu einem Überformat A3+ (315 x 462 mm) mit einer Geschwindigkeit von ca. 90 Sekunden pro Seite. Dieses digitale Halbton-Proofsystem kann bis zu 256 unterschiedliche Grauwerte pro Bildpunkt erzeugen und sorgt mit einer Auflösung von 400 dpi für hochwertige Farbproofs¹⁶. [8] S. 782

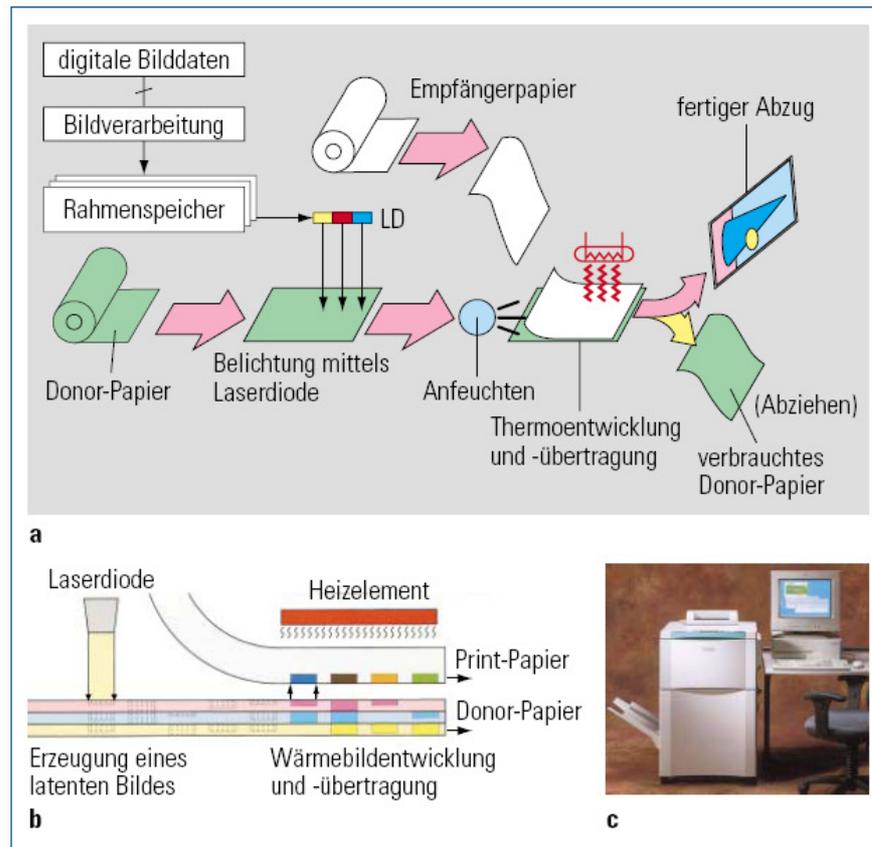


Abb. 31:

a) Schema Druckvorgang Fotografie

b) Belichtung und Bebilderung des Fotopapiers

c) Pictografie 3000: Proof-System des Herstellers Fuji Film [8], S. 783

¹⁶ Farbproofs werden vor dem endgültigen Auflagendruck zur Vermeidung von teuren Fehlbebilderungen als Kontrolle hinsichtlich Farbigkeit und Vollständigkeit der Ausgabedatei verwendet.

4.2.8 „X“-Grafie

Die „X“-Grafie umfasst alle anderen, meist neueren Technologien, die sich nicht direkt zu den bereits bekannten Verfahren wie der Elektrofotografie oder der Magnetografie zuordnen lassen.

4.2.8.1 Elcografie

Die Erfindung der Elcografie geht auf den Kanadier A. Castegnier, Gründer der Firma Elcorsy im Jahre 1981, zurück.

1996 wurde diese neue NIP-Technologie, die auf dem elektrochemischen Phänomen der Elektrokoagulation¹⁷ basiert, vorgestellt. Dieses Verfahren benötigt eine spezielle Druckfarbe, die durch elektrische Impulse zum Ausflocken gebracht wird und vom flüssigen in den festen Zustand übergeht. Die Farbe besteht aus einer wässrigen Trägerflüssigkeit vermischt mit elektrolytischen Salzen mit Polymeren und Farbpigmenten. Der Druckkopf selbst besteht aus einer Vielzahl von Kathoden¹⁸, die je nach Stromstärke unterschiedliche Farbpunkte (siehe Abb. 32) in Dicke und Durchmesser produzieren können. Die Auflösung der Elcografie liegt in der Praxis bei ca. 400 dpi.

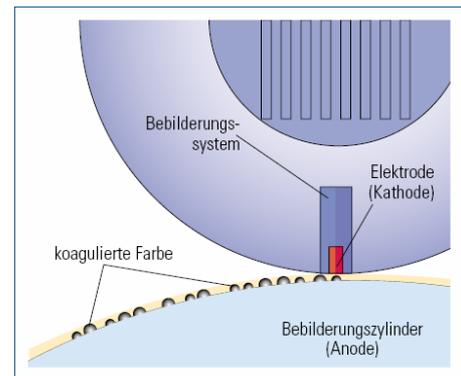


Abb. 32: unterschiedliche Punktgrößen je nach Stromstärke [8], 78

Die Abbildung 33 zeigt den Vorgang des elcografischen Druckverfahrens. Zu Beginn wird der Druckzylinder mit einem dünnen Ölfilm überzogen und somit zur Bebilderung vorbereitet. Der Spalt zwischen Druckkopf und dem Metallzylinder dient zur Einspritzung der Druckfarbe. Dieser Farbfilm wird anschließend durch die elektrischen Schreibimpulse der Kathoden an den Stellen, wo das Druckbild entstehen soll,

¹⁷ Unter der Elektrokoagulation (lat. coagulatio „Zusammenballung“) versteht man in der Elektrofotografie das Ausflocken eines Stoffes.

¹⁸ Kathoden sind Elektroden, an denen eine Reduktionsreaktion stattfindet. [35]

verfestigt. Nach dieser Elektrokoagulation wird der restliche flüssige Druckfarbenfilm mit Hilfe eines Rakels wieder von der Oberfläche des Zylinders entfernt. Die verfestigte Farbe wird im nächsten Schritt durch den Gegendruck der Transferwalze auf den Bedruckstoff übertragen. Am Ende des Druckvorganges wird die Oberfläche des Druckbildzylinders durch eine Reinigungsstation von Restbeständen der Druckfarbe gesäubert.

Die Vorteile des elcografischen Verfahrens sind die hohen Druckgeschwindigkeiten. Mit der Presse *ELCO 400* der Firma **Elcorsy** sind Ausdrücke von etwa zwei Metern pro Sekunde möglich. Die Technologie der Elcografie hat weiters den Vorteil, dass einzelne Daten bzw. jedes Blatt individuell bedruckt werden kann, daher eignet es sich auch hervorragend zur Adressierung von Drucksorten. [23], S. 221

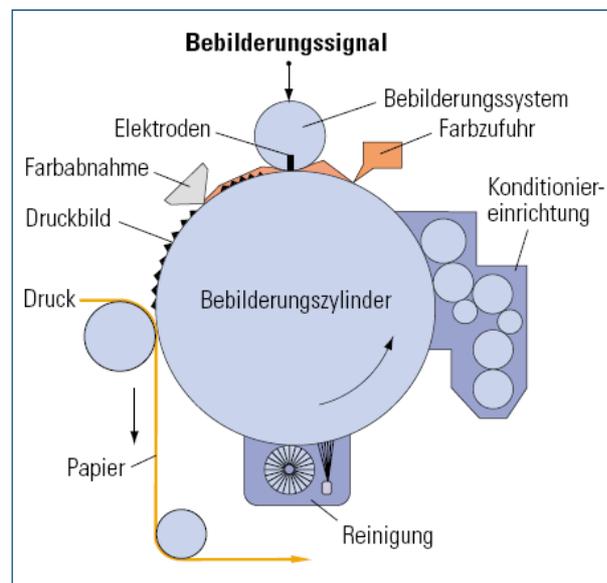


Abb. 33: Schema Elcografie [8], S. 788

4.2.8.2 TonerJet Printing Technologie

Ein weiteres Verfahren, das nicht genau zugeordnet werden kann, ist die von der Firma **Array Printing** vorgestellte Technologie des TonerJet Printings. Auch dieses Drucksystem fällt aufgrund neuer Techniken im Druckvorgang in die Kategorie der „X“-Grafie.

Die Ähnlichkeit in der Namensgebung zum Ink Jet hat die TonerJet Printing Technologie aufgrund von Gemeinsamkeiten im Druckvorgang erhalten. Sowohl beim Ink Jet als auch beim TonerJet werden elektrische Kräfte zur Farbbeförderung aus den düsenähnlichen Formen verwendet. Beide Verfahren haben außerdem gemeinsam, dass sie aus einem relativ einfachen Druckwerk bestehen und beide Systeme die Tinte bzw. den Toner direkt auf das Papier übertragen.

Beim verwendeten Pudertoner der TonerJet-Systeme, der wie schon erwähnt, vom Zufuhrsystem ohne Zwischenträger auf den Bedruckstoff übertragen wird, handelt es sich hierbei um einen magnetischen Einkomponententoner.

Eine Magnetwalze transportiert den Pudertoner in einer dünnen Schicht zu einem Array¹⁹ von Öffnungen, das mit Hilfe einer Steuerelektrode geöffnet oder geschlossen werden kann. Wird Toner zur Bebilderung benötigt, werden Spannungsimpulse in den Ringelektroden²⁰ ausgelöst und die Tonerpartikel anschließend durch elektrische Feldkräfte von der Magnetwalze gelöst. Im nächsten

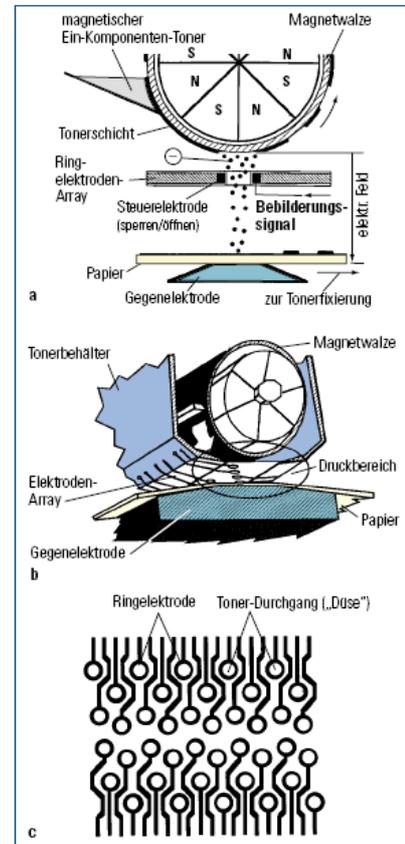


Abb. 34:

a) Transport des Toners auf das Papier

b) Schema TonerJet Printing

c) Array der Ringelektroden

[8], S. 785

¹⁹ „Ein Array (engl.: Anordnung, Aufstellung, Reihe, Reihung, Feld, Bereich) ist der Sammelbegriff für eine Anordnung, Aufstellung, Reihe von gleichen Elementen in festgelegter Art und Weise.“ [34]

²⁰ Unter einer Ringelektrode versteht man einen ringförmigen Leiter von Elektronen.

Prozess durchqueren die Farbteilchen die Schleuse der Ringelektroden (siehe Abb. 34c) und gelangen schließlich aufs Papier. Danach folgt die Fixierung des magnetischen Toners in der dafür zuständigen Fixiereinrichtung. Dieser Vorgang erfolgt meist in einem Zusammenspiel von Wärmezufuhr und Druck.

Wie die Abbildung 36 schon zeigt, kann die TonerJet-Technologie auch für den digitalen Mehrfarbendruck eingesetzt werden. Auflösungen bis 600 dpi sind durchaus möglich, jedoch beruht diese erhöhte Qualität auf einer mehrreihigen Anordnung von Ringelektroden (siehe Abb. 35), die zusätzlich mit Ablenk-Elektroden ausgestattet sind. Diese so genannten elektrischen Ablenkkräfte beeinflussen die Flugrichtung der kleinen Tonerteilchen auf ihrem Weg zum Papier und ermöglichen somit einen Druck mit höherer Auflösung. [8], S. 785/786

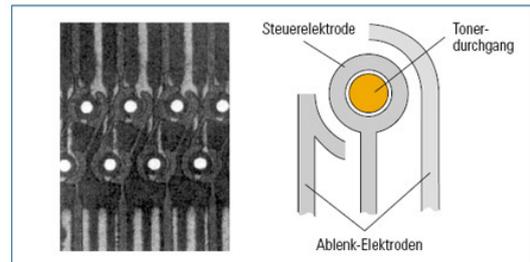


Abb. 35: Ringelektroden-Anordnung mit Ablenkfeder [8], S. 787

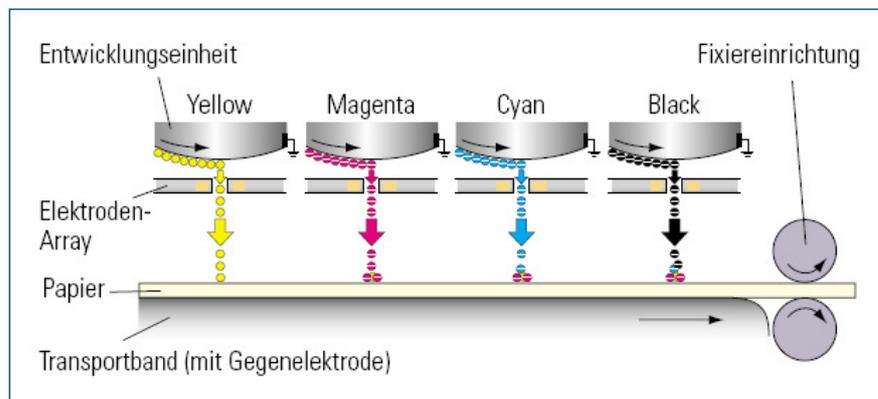


Abb. 36: TonerJet-Technologie für den digitalen Mehrfarbendruck [8], S. 786

5 Neue Technologien des Digitaldrucks

Die Entwicklung der Digitaldrucksysteme geht rasant voran. Neue Technologien sollen Digitaldruckmaschinen günstiger machen. Verbrauchsmaterialien wie Tinte, Toner und Bedruckstoffe werden qualitativ hochwertiger und durch neue chemische Aufbauvarianten von Farben sollen günstigere Seitenpreise ermöglicht werden. Das bedeutet wiederum, dass der Digitaldruck natürlich auch für die Endverbraucher interessanter gestaltet wird und eine Erhöhung des Marktanteils der Digitaldruckverfahren erwartet wird.

Eine Technologie von **Canon** betreffend des Bedruckstoffes wurde bereits in Kapitel 4.2.5.3 vorgestellt. Hierbei wird auf ausgezeichnete Druckqualität von Fotos mit dem dementsprechend beschichteten Papier gesetzt.

Auch im Bereich des Laserdrucks hat Canon das neuartige Konzept „Quick first print – On-demand fusing“ entwickelt. Hierbei richten sie ihr Ziel nicht allgemein auf die Druckgeschwindigkeit, sondern nutzen eine neue Technik um lange Aufwärmzeiten zu verkürzen. Befindet sich der Drucker im Standby Modus kann die erste Seite ohne lange Vorwärmzeit, dank der „On-demand fusing“ Technologie, in nur wenigen Sekunden gedruckt werden. In Verbindung mit dem EF Toner (Energy-saving Fine Toner) soll der Energieverbrauch noch zusätzlich reduziert werden. [27], S. 3

Die meisten Laserdrucker verwenden eine Rolle, deren komplette Oberfläche erhitzt werden muss, um den Toner letztendlich fixieren zu können. Die neue Technologie von Canon, setzt auf einen dünnen Fixierfilm, der nur sehr kurze Zeit benötigt, um auf Temperatur gebracht zu werden. Die Hitze geht von einem keramischen Heizelement aus und kann im Standby Modus sofort auf die Fixiereinheit übertragen werden. Somit wird die Aufwärmphase gegenüber der „Roller fixing“ Methode verkürzt. [27], S. 3

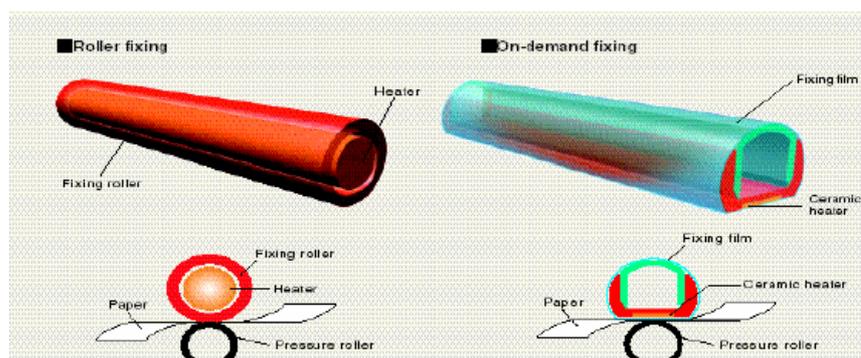


Abb. 37: Roller fixing vs. On-demand fusing [27], S. 3

Canon-Drucker, die diese neue Technologie bereits verwenden, sind beispielsweise die Schwarzweiß Laserdrucker *LBP2900* und *LBP3200* sowie der Farblaserdrucker *LBP5000*.

Die Abbildung 38 zeigt einen Vergleich der beiden Laserdrucker gegenüber Druckern von anderen Herstellern. Hierbei geht es darum, wie schnell die ersten drei Seiten nach dem Standby Modus gedruckt werden. Dabei ist ersichtlich, dass der *LBP2900* und der *LBP3200* eine sehr kurze Aufwärmphase haben und der Druck der ersten Seite, im Gegensatz zu den Druckern anderer Hersteller, schon etwa nach neun Sekunden startet. [27], S. 3

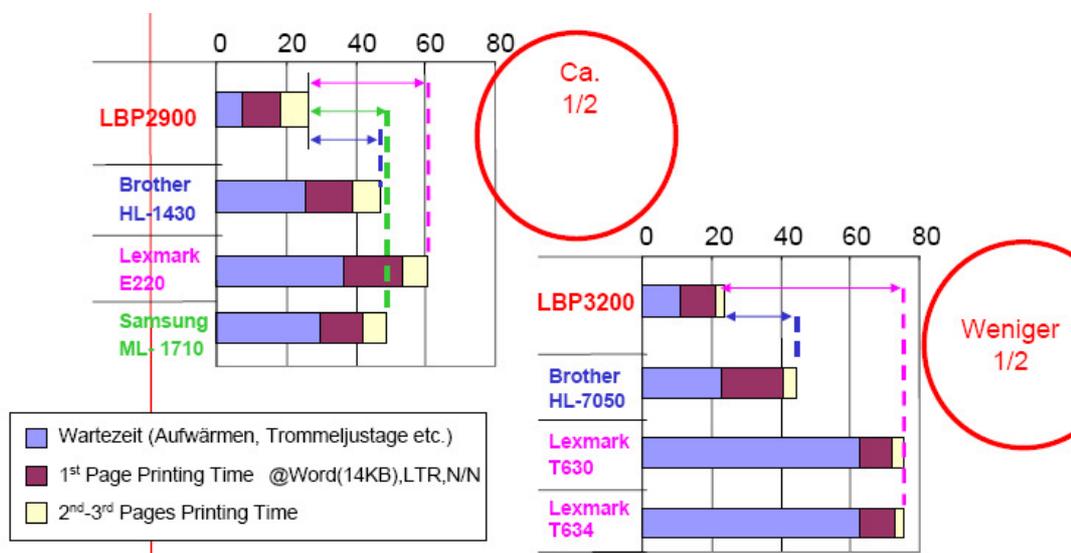


Abb. 38: Vergleich "Job Print Out Time" [27], S. 3

Jedoch rüstet Canon nicht nur bei den Systemen des Office Bereiches auf. Produktneuheiten wie die *imagePRESS C1* und die *imagePRESS C7000VP* zählen zu den neuesten On-Demand-Auflagendrucksystemen von Canon. Beide Geräte versprechen eine konsistente Tonerverteilung und eine stabile und hohe Qualität bei 1200 dpi, die dem Offsetdruck schon sehr nahe ist. Zusätzlich können Endprodukte direkt in den Systemen geheftet, gelocht, gebunden oder stapelweise abgelegt werden. Auch strukturierte Papiere bis 256 g/m² sind für die beiden Drucker kein Problem mehr. Dies ermöglicht das neue Transfer-Band. Auch an der Temperatur der Tonerfixierung wurde gearbeitet. Durch die neue niedrigere Temperatur wird vermieden, dass sich Blasen auf dem Druckergebnis befinden oder das Papier selbst durch zuviel Hitze Falten bekommt. Weiters arbeiten beide Systeme mit einem neu entwickelten Toner

ohne Silikonöl. Dies verspricht wiederum eine noch höhere Bildqualität. Der Einsatzbereich des kompakten Digitaldrucksystems *imagePRESS C1* ist sowohl in Grafik-Büros als auch in Copy-Shops oder in Druckereien möglich. Das weitaus größere Modell, die *imagePRESS C7000VP* ist nicht nur für den Kleinauflagedruck gerüstet, sondern kann auch sehr wohl in Druckereien als Hochleistungsdrucker für höhere Druckvolumen verwendet werden. [28], S. 2



Abb. 39: imagePRESS C1 [25], S. 17



Abb. 40: imagePress C7000VP [25], S. 17

Auch **Hewlett Packard** präsentiert mit der *HP indigo press w3250* ein neues Rollen-Digitaldrucksystem. Der Einsatz dieser Maschine ist besonders für personalisierte Drucke, aber auch für den Bücher- und Broschürendruck geeignet. Auch hier sind verschiedene Finishing Optionen direkt eingebaut, die für bestimmte Endfertigungen verwendet werden können.



Abb. 41: HP indigo press w3250 [28], S. 1

Die *HP indigo press w3250* glänzt nicht nur durch ihre hohe Druckqualität, sondern auch mit einer Druckgeschwindigkeit von 4000 doppelseitigen A4 Seiten im Vierfarbendruck pro Stunde. Ein weiteres Highlight zeigt sich im Bereich der Farben. Zu den Standardfarben CMYK werden zusätzlich noch die Farben Orange und Violett angeboten und des Weiteren ist ein Druck bis zu drei Schmuckfarben bei einer Auflösung von 800 x 1600 dpi in einem Durchgang möglich. [29], S. 1

Doch HP hat auch im Monochromdruck mit der verbesserten *HP indigo press 5000* nicht geschlafen. Dieses digitale Farbdrucksystem kann bis zu 16.000 einfärbige A4 Seiten pro Stunde bedrucken. Selbst durch einen Auftragswechsel lässt sich die Maschine nicht lange stoppen. Ob ein-, zwei oder vierfärbig, die *HP indigo press 5000* ist für alle Aufträge bereit. Sie bietet genauso wie die *HP indigo press w3250* im Farbdruck zusätzliche Stationen für den Siebenfarbendruck an und schafft eine Auflösung von 812 x 1624 dpi [30], S. 1



Abb. 42: HP indigo press 5000 [30], S. 1

Der *DocuColor™ 5000* ist das neueste Digitaldrucksystem von **Xerox**. Der Drucker weist hohe Druckgeschwindigkeiten von 50 A4 Seiten pro Minute auf. Er liefert Endprodukte in dementsprechend hoher Qualität bei 2400 x 2400 dpi und kann Papier bzw. Karton bis zu 300 g/m² problemlos bedrucken. Fertige Drucksorten können am Ende noch zusätzlich geheftet oder einfach nur stapelweise abgelegt werden.

Xerox stellt mit der *DocuColor™ 5000* ein Produktionssystem vor, dessen Einsatz für kommerzielle Druckereien, Haus- und Schnelldruckereien geeignet ist. [31]



Abb. 43: DocuColor™ 5000 von Xerox [31]



Abb. 44: Kodak NexPress 2500 [33], S. 2

Von **Kodak** wurde erst kürzlich eine Erweiterung der *Kodak NexPress 2100* auf den Markt gebracht, die *Kodak NexPress 2500*. Sie ist mit 5.000 vierfärbigen A4 Seiten pro Stunde auf eine noch größere Produktivität mit hoher Qualität ausgelegt. Weiters verfügt sie über eine Finishing Station, die es ermöglicht, Produkte mit einer Hochglanzveredelung zu versehen. Diese kann aber auch nur als Schutzbeschichtung von Dokumenten verwendet werden. Dadurch wird dem Endprodukt auch noch nebenbei ein laminatähnlicher Glanz mitgegeben, der die Bildqualität noch zusätzlich erhöht. Mit der *Kodak NexPress 2500* können Grammaturen von 60 g/m² bis 350 g/m² bei fast gleich bleibender Geschwindigkeit bedruckt werden. Selbst Sonderfarben und Wasserzeichen stellen aufgrund der neuen Farbdruckmaschinenteknologie für die *NexPress 2500* kein Problem dar. [32], S. 2

6 Digitaldruck vs. Offsetdruck (digital und analog)

Da nun die verschiedenen Drucksysteme des Digitaldrucks, der konventionelle Offsetdruck und die Computer to Technologies des Offsetdrucks näher erklärt wurden, stellt sich die Frage, welche Systeme – Digitaldruck oder Offsetdruck – sich nun am Besten für die Produzierung von Drucksorten eignen.

Doch diese Entscheidung ist nicht so einfach zu treffen. Ob für den Druck nun der Offsetdruck oder die neuen Technologien des Digitaldrucks geeignet sind, muss von Auflage zu Auflage neu entschieden werden. Eignet sich beispielsweise der Digitaldruck für den flexiblen, personalisierten und schnellen Druckvorgang, kann der Offsetdruck bei hohen Auflagenzahlen und hervorragender Qualität punkten.

Doch bevor die beiden Verfahren verglichen werden, wird nochmals der unscharfe Begriff „digital“ der Druckverfahren erklärt. Oftmals werden die Direct Imaging Offsetdruckmaschinen ebenso als Digitaldruckmaschinen bezeichnet, jedoch versteht man unter dem „echten“ Digitaldruck nur die Verfahren, bei denen sich das Druckbild pro Seite individuell ändern lässt. Elektrofotografie, Magnetografie und Ink Jet gehören beispielsweise zu den Digitaldruckverfahren. Sie zeigen damit eine größere Flexibilität beim variablen Druck.

Die DI-Technologie ermöglicht zwar ebenso die Verarbeitung digitaler Daten direkt in der Druckmaschine, jedoch liegen hier die Stärken im Bereich des hohen Auflagendrucks und der Druckqualität. Weitere Unterschiede zwischen dem „echten“ Digitaldruck und dem Offsetdruck, sowie Vor- und Nachteile der jeweiligen Druckverfahren werden in den nächsten Kapiteln näher erklärt.

6.1 Arbeitsaufwand und Rüstzeiten

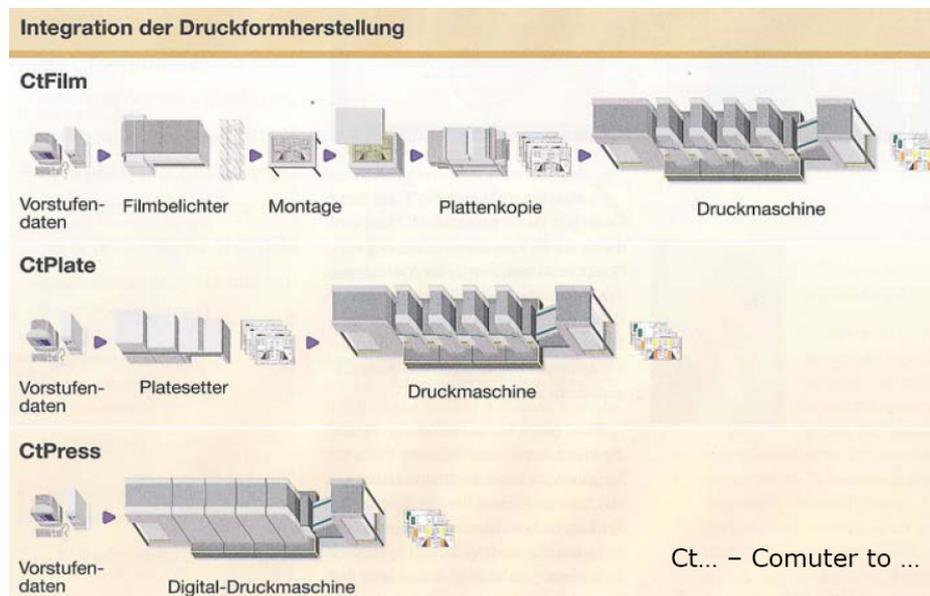


Abb. 45: Arbeitsschritte des digitalen Offsetdrucks [13], S. 11

Die Arbeitsschritte des Offsetdrucks können nicht direkt mit dem Digitaldruck verglichen werden.

Der konventionelle Offsetdruck ist mit Abstand das Verfahren, das den größten Arbeitsaufwand und Rüstzeiten mit sich bringt. Bis es endlich zum Druck kommt, müssen vorher noch einzelne Filmseiten zurecht geschnitten, montiert und angepasst, Druckplatten belichtet und eingespannt werden. Dieser Arbeitsaufwand steht somit in keiner Relation mit dem Digitaldruck, bei dem der Druckvorgang bequem per Mausklick gestartet werden kann.

Auch die „Computer to Film“-Druckverfahren schneiden im Vergleich mit dem Arbeitsaufwand des Digitaldrucks, schlecht ab. Es werden zwar Montierarbeiten durch die Herstellung des fertigen Films bereits verkürzt, dennoch müssen danach noch Arbeitsschritte wie z. B. die Belichtung der Platten, die Einstellung der Druckmaschine und letztendlich der Druck selbst getätigt werden.

Wie schon im Kapitel 4.2 erwähnt, benötigen die „echten“ digitalen Systeme keinerlei manueller Schritte zwischen der fertigen Druckvorlage, die sich auf einem Computer

befindet, und dem zu druckendem System. Der Druckvorgang wird manuell gestartet – der Rest geht dann fast von allein. Es muss kein Film oder keine Platte belichtet werden, nur der Papiervorrat muss bei Bedarf aufgefüllt werden. Weiters kommt es beim Digitaldruck hinzu, dass Tinten oder Toner getauscht und je nach Modell des Digitaldruckers auch beispielsweise Fixieröl nachgefüllt werden muss. Jedoch sind diese Tätigkeiten eher als Wartungsarbeiten anzusehen, da sie ja nicht bei jedem Druckvorgang notwendig sind. Allgemein ist der Arbeitsaufwand beim Digitaldruck äußerst gering.

Auch die „Computer to Plate“-Technologien kommen an diesem kurzen Produktionsprozess des Digitaldrucks nicht heran. Hier liegen zwar auch schon kürzere Wege zwischen dem Personal Computer und der Druckmaschine vor, dennoch setzt sich der Digitaldruck auch gegen dieses Verfahren durch.

Bei der Technik der „Computer to Press“ steht dann erstmals der digitale Offsetdruck mit dem Digitaldruck in Konkurrenz. In beiden Verfahren wird der Druckauftrag direkt in die Maschine geschickt und der Druck kann beginnen. Rein vom Arbeitsaufwand und Personaleinsatz können diese beiden Technologien schon sehr gut miteinander verglichen werden. Sowohl beim Digitaldruck, als auch beim digitalen Offsetdruck sind hohe Druckgeschwindigkeiten gegeben. Entscheidungen, welches Verfahren für den Druck geeignet ist, hängt dann schon mehr mit der Auflagenzahl, dem individuellen Druck und/oder der Weiterverarbeitung ab. Personalisierte Auflagen schnelle Weiterverarbeitung und kurze Lieferzeiten sprechen für den Digitaldruck. Um die anfallenden Kosten für Rüstzeiten des Offsetdrucks zu amortisieren²¹, sind gleichbleibende Drucke mit einer hohen Auflagenzahl (bis zu 20.000) dafür bestens geeignet.

Schon im ersten Unterkapitel ist deutlich zu sehen, dass nicht so einfach gesagt werden kann, welche Technologie nun die bessere für die Produzierung von Drucksorten geeignet ist. Digitaldruck und Offsetdruck sind in vielerlei Hinsicht sehr ähnliche Produktionsverfahren. Im Detail betrachtet, haben jedoch beide auch ihre unterschiedlichen Vor- und Nachteile.

²¹ Amortisieren bezeichnet die Drucke, die benötigt werden, damit beispielsweise die Rüstkosten des Offsetdrucks gedeckt sind.

6.2 Produktivität

Die Produktivität, das heißt die Geschwindigkeit mit denen Drucksorten gedruckt werden, zeigt noch große Differenzen zwischen Digital- und Offsetdruck. Auch wenn Rüstzeiten pro Auftrag im Offsetverfahren mehr Aufwand und längere Zeit darstellen, heißt das nicht, dass auch der Druckvorgang selbst länger braucht als im Digitaldruck. Ganz im Gegenteil. Der digitale Offsetdruck kann beispielsweise in einer Stunde ca. 10.000 vierfärbige Drucksorten bei einseitigem Druck im A4 Format produzieren. Beim Elektrofotografieverfahren sind es da nur mehr zwischen 1.000 und 3.000 Stück, wobei jedoch die NIP-Technologie immer weiter ausgebaut wird und beispielsweise mit der *NexPress 2500* von Kodak bereits 2500 beidseitig vierfärbig bedruckte Seiten pro Stunde gedruckt werden können. [24]

Der Tinten(strahl)druck, der je nach System gerade mal bis zu 100 Stück pro Stunde schafft, liegt da noch eher abseits der schnell produzierenden Maschinen. [5], S. 90



Abb. 46: NexPress 2500 [25], S. 21

6.3 Qualität

Auch die Qualität und deren Stabilität spielen in der Auswahl des Druckverfahrens eine große Rolle. Der Offsetdruck ist für seine gleich bleibend hohe Qualität bekannt. Der Digitaldruck nähert sich zwar ebenfalls zu qualitativ hohen Druckerzeugnissen, jedoch steigen Kosten und Aufwand je näher das Druckergebnis an der Offsetqualität liegen soll.

Generell kann die Qualität der unterschiedlichen Verfahren durch die Rasterweite gemessen werden. Mit der Rasterweite oder auch Rasterfrequenz kann die Auflösung bei Drucken bestimmt werden. Sie gibt die Druckpunkte pro Längeneinheit an (L/cm). Man unterscheidet dabei die amplitudenmodulierten und die frequenzmodulierten Raster. Amplitudenmodulierte Raster erzeugen dunklere Farben durch größere Punkte. Hingegen werden im frequenzmodulierten Raster die dunkleren Farben durch größere Anzahl der Punkte produziert. Allgemein gilt, je feiner die Rasterweite, desto weniger Störungen sind in einem Druckbild zu sehen.

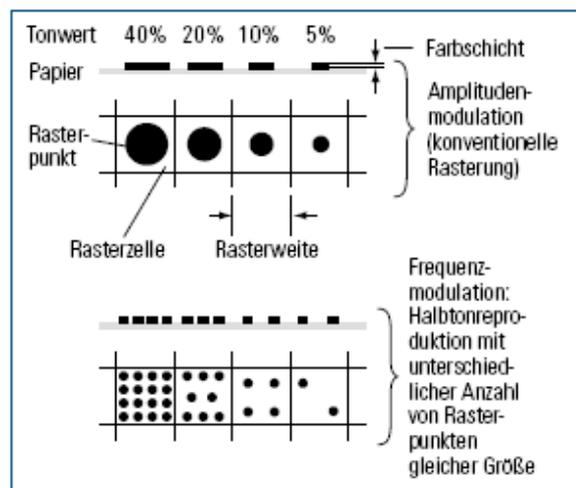


Abb. 47: Bild oben: Amplitudenmodulation
Bild unten: Frequenzmodulation [8], S. 95

Im konventionellen Offsetdruck sind Rasterweiten von ca. 70 – 80 Punkten pro cm üblich, dies kann jedoch bei hochwertigen Produkten auf bis zu 120 Punkten pro cm gesteigert werden. Der „echte“ Digitaldruck hingegen druckt mit ca. 60 Punkten pro cm, der wiederum durch längere Bebilderungszeiten oder längere Herstellungszeiten auf 80 Punkten pro cm erhöht werden kann. Jedoch verfügen nur wenige Digitaldrucker über diese Fähigkeit. [5], S. 91

Auch bei Schriften hat der Offsetdruck mit seiner hohen Auflösung, die bis zu 3200 dpi gehen kann, die Möglichkeit sehr feine Haarstriche zu drucken. Der Digitaldruck muss hier zu weiteren Mitteln wie dem Linienraster greifen, um annähernd solch hohen Auflösungen Stand zu halten. Mit diesem so genannten Linienraster, ist es möglich jede einzelne Bebilderungslinie unterschiedlich dick und in unterschiedlichen Abständen zu brechen (siehe Abb. 48 b) und somit einen weitaus feineren Druck als mit dem Punktraster zu produzieren. Dass es auf eine gute Auflösung auch bei der Schrift ankommt, zeigt die Abbildung 49. Eine ungenügende Auflösung bringt bei Schriften den „unschönen“ Sägezahn Effekt an den Schriftkanten zum Vorschein.

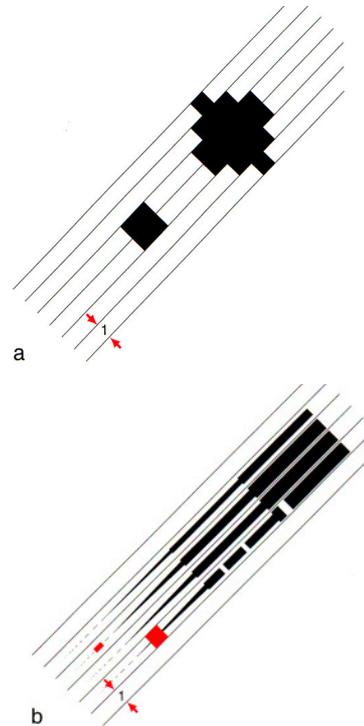


Abb. 48:

a) Punktraster [5], S. 61

b) Linienraster [5], S. 62

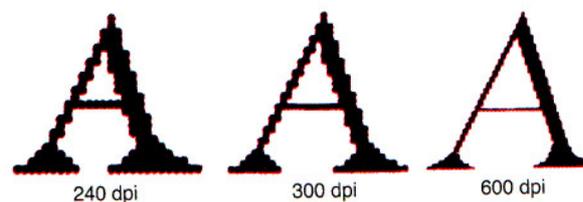


Abb. 49: Vergleich der Auflösungen von 240 bis 600 dpi [5], S. 61

Abgesehen von der Auflösung der Druckqualität muss beim Digitaldruck auch die Stabilität der Druckqualität beachtet werden. Beim Offsetdruck wird die Druckfarbe über die Farbwalze mit Hilfe von Druck auf den Bedruckstoff übertragen und man kann fast davon ausgehen, dass der Druck des ersten Blattes genauso hohe Druckqualität zeigt, als das letzte. Dabei muss jedoch bedacht werden, dass beim Offsetdruck eine gewisse Zeit für die Einrichtung der Druckmaschine benötigt wird, um die geforderte Qualität zu gewährleisten. Dieser Vorgang beansprucht kostbare Zeit und es werden Makulaturen, das heißt nicht verkaufbare Druckbögen produziert, die in den Gesamtkosten einberechnet werden müssen. Weiters muss je nach Offsetverfahren, ob konventionell oder digital, darauf geachtet werden, dass Filme bzw. Druckplatten staubfrei sind, damit es nicht zu Fehlstellen auf dem Endprodukt kommt, wie es in der Abbildung 50 zu sehen ist. Diese Fehlerüberprüfung kann bei hohen Qualitätsansprüchen und dementsprechender Auflage automatisch durchgeführt werden.



Abb. 50: Druckfehler im Bild [8], S. 324

Der Digitaldruck hingegen verwendet je nach Verfahren unterschiedliche Arten, wie Toner oder Tinte aufs Papier gelangen. Bei der Elektrofotografie bewegen sich die Tonerteilchen mit Hilfe eines Kraftfeldes in Richtung Papier und verweilen bis zur Fixierung nur durch die elektrostatischen Kräfte auf dem Papier. Dies verursacht aber eine gewisse Instabilität, die sich auf das Endprodukt auswirken kann. Werden z. B. Toner schlecht gelagert oder steht die Druckmaschine auf einem ungeeigneten Platz mit ständig wechselnder Temperatur oder Luftfeuchtigkeit, kann dies bereits erhebliche Auswirkungen auf die Qualität beim Ausdruck haben. Daher sollte beim Kauf einer Digitaldruckmaschine nicht nur darauf geachtet werden, was das Gerät alles kann, sondern auch, ob es dafür einen geeigneten Standort gibt. Nebenbei sollte auch noch beachtet werden, ob auch Toner und Bedruckstoffe richtig gelagert werden können und man selbst im Stande ist, kleine Mängel in der Druckqualität z. B. durch eine Kalibrierung der Maschine, zu beheben. Eine Kalibrierung durchzuführen, ist nichts anderes, als die Digitaldruckmaschine wieder auf Ihre Sollwerte zurückzustellen um somit eine konstant hohe Druckqualität zu erzielen und Farbschwankungen zu unterbinden. Selbstverständlich wirkt sich auch der Toner selbst auf die Qualität des Endprodukts beim Digitaldruck aus. Hier sollte nur der vom Hersteller empfohlene Toner verwendet werden, um nicht zu Einbußen in der Qualität zu kommen.

Ungeeignete Toner können sich negativ auf das Druckbild auswirken oder sogar das empfindliche Digitaldrucksystem lahm legen. Hält man sich aber generell an der richtigen Handhabung der Druckmaschine und dem entsprechenden Verbrauchsmaterial können diese Instabilitäten klein gehalten werden.

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Offsetdruck qualitätsmäßig immer noch an erster Stelle steht, um jedoch auch wirtschaftlich zu drucken, muss eine gewisse Auflagenhöhe produziert werden. Der Digitaldruck hingegen hat zwar keine ganz so hohe Qualität wie die des Offsetdruckverfahrens – wobei die Qualität der Flüssigtoner schon sehr nahe der Offsetqualität liegt – kann dafür aber auch schon bei niedrigen Auflagen wirtschaftlich eingesetzt werden.

6.4 Auflagenhöhe und Herstellungskosten

Da die Herstellungskosten sehr eng mit der Auflagenhöhe in Zusammenhang stehen, werden diese beiden Thema in einem Kapitel zusammengefasst.

Die Herstellungskosten setzen sich nicht nur aus dem Verbrauchsmaterial (Toner, Tinte, Papier usw.) zusammen. Es müssen auch Kosten für Personal, Wartungs-, Servicekosten und auch Finanzierungs- und Abschreibungskosten für das jeweilige Drucksystem berechnet werden. Dabei spielen selbstverständlich auch Kosten wie die Raummiete, in der das Gerät steht, eine Rolle. Ebenso müssen Vertriebs- und Verwaltungskosten in die Berechnung miteinbezogen werden. Daraus ergeben sich die Gesamtkosten pro Blatt.

Die Abbildung 51 zeigt somit beispielhaft die Druckkosten pro Blatt bei einem doppelseitigen Mehrfarbendruck im A3 Format unter Einbeziehung der Gesamtkosten. Natürlich werden die Kosten immer in Anbetracht ihrer optimalen Auflagenhöhe dargestellt, da sonst kein wirtschaftlicher Vergleich möglich wäre. Überschneidungen einzelner Druckverfahren werden auch als „kritische Auflagenhöhe“ bezeichnet. Darunter versteht man, wenn zwei Drucksysteme bei einer gewissen Auflage, die gleichen Herstellungskosten verursachen.

Aus der Grafik ist ersichtlich, dass der „echte“ Digitaldruck vor allem bei einer niedrigen Auflagenhöhe (bis ca. 350 Stück) sehr kostengünstig ist. Dabei muss aber auch mit niedriger Druckqualität gerechnet werden. Wird ein Druckauftrag mit einer Auflagenhöhe zwischen 350 und 5.000 Stück gegeben, können hier beispielsweise die

Direct Imaging Systeme im Vergleich zum Digitaldruck und Bogenoffsetdruck am günstigsten produzieren. Ab ca. 5.000 Stück sollte das konventionelle Bogenoffsetverfahren gewählt werden, da der Offsetdruck im Allgemeinen bei höheren Auflagen in Punkto Herstellungskosten die günstigste Variante für den Mehrfarbendruck ist. Der kostengünstigste Einsatzbereich der Rollenoffsetmaschinen liegt erst bei einem Auflagenbereich von etwa 30.000 Stück. Alle Angaben sind lediglich allgemeine Richtwerte, da sich die Kosten der jeweiligen Systeme je nach Weiterentwicklung von Verbrauchsmaterial und der Druckmaschinen selbst, ändern können.

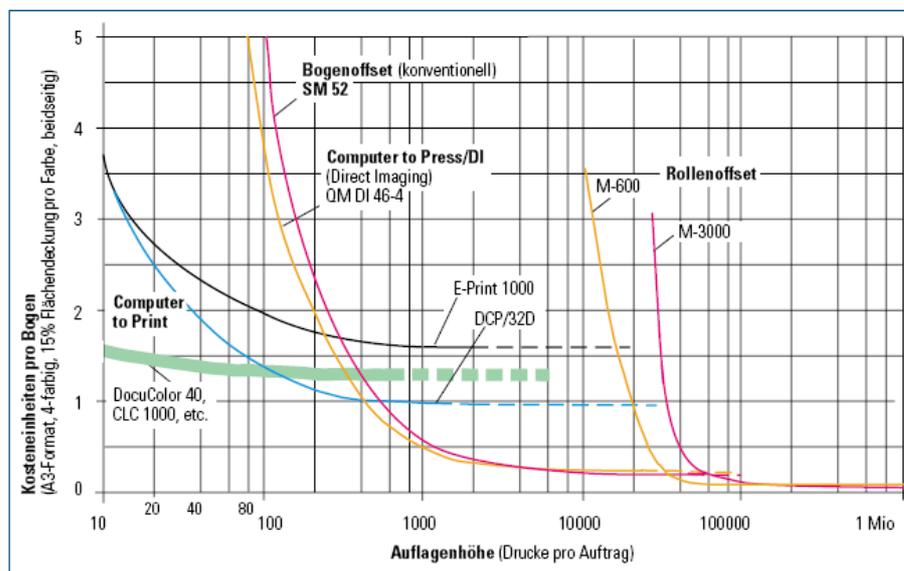


Abb. 51: Vergleich der Gesamtkosten in Bezug auf Auflagenhöhe und Herstellungskosten. Stand 1999 [8], S. 1018

Anhand der Grafik ist zwar zu sehen, bei welcher Auflagenhöhe mit welcher Technologie am kostengünstigsten gedruckt werden kann, jedoch ist der Druck auch noch von anderen Komponenten abhängig. Sollen beispielsweise personalisierte Auflagen in großer Stückzahl gedruckt werden, kommt trotz höherer Kosten der Digitaldruck mit seiner variablen Druckherstellung in Frage. Auch Lieferzeiten, Weiterverarbeitung und Standorte der Auslieferung können entscheidend sein, welches Druckverfahren gewählt wird, da z. B. der Digitaldruck dafür bekannt ist, dass die Auflagen nicht extra getrocknet werden müssen und daher eine schnellere Produktivität und auch ein Druck am jeweiligen Standort der Auslieferung möglich ist (verteilt Drucken siehe Kap. 4.2).

Hat man jedoch Ansprüche auf höchste Qualität, die im Digitaldruck vielleicht nicht produziert werden kann, könnte wiederum der Offsetdruck in den Vordergrund kommen, mit dem ein hohes Auflösungsvermögen gedruckt werden kann. Selbst vom Verbrauchsmaterial „Papier“ ist die Wahl des Druckverfahrens abhängig. Digitaldrucker haben Einschränkungen, was die Stärke und das Format des Bedruckstoffes angeht. Kann beispielsweise der digitale Offsetdruck Kartons im A2 Format bis zu 600 g/m² bedrucken, sind im elektrofotografischen Digitaldruck Kartons nur bis zu einem Flächengewicht von 250 bis 350 g/m² möglich. Weiters ist die Auswahl des geeigneten Druckverfahrens aufgrund der maximalen Druckformate zu betrachten. Dies wird jedoch in Kapitel 6.8 detailliert beschrieben.

Jedenfalls sollte bei der Auswahl des Druckverfahrens darauf geachtet werden, ob es für den gewünschten Druck und die Stückzahl geeignet ist.

6.5 Bedruckstoffe

Zu dem Begriff Bedruckstoffe gehören nicht nur unterschiedliche Papiersorten, sondern auch Karton, Pappe, verschiedene Sonderpapieren wie selbst durchschreibende Papiere usw.

Die Bedruckstoffe spielen sowohl im Offset- als auch im Digitaldruck eine wesentliche Rolle, da nicht jedes Papier für das jeweilige Verfahren geeignet ist und auf einzelne Eigenschaften der Bedruckstoffe geachtet werden muss. Die optische Qualität eines Druckerzeugnisses, aber auch die Geschwindigkeit mit welcher das Papier durch die Maschine läuft und der Papierlauf selbst, sind von verschiedenen Faktoren abhängig. Glanz, Glätte, Gleichmäßigkeit der Oberfläche, Saugfähigkeit, Weißgrad und Annahme der Druckfarbe sind nur einige Beispiele, die sich auf die optische Qualität im Druck auswirken können. Bruchlast, Einreißfestigkeit und Feuchtdehnung sind beispielsweise Eigenschaften, die für den Maschinendurchlauf entscheidend sind.

Der Offsetdruck ist dafür bekannt, dass er eine große Auswahl an Papierarten bis hin zum Karton bedrucken kann. Das liegt vor allem daran, dass das Einfärben beim Offsetdruck durch flüssige unkomplizierte Druckfarbe erfolgt. Der Digitaldruck hingegen arbeitet mit Farbstoffen oder Pigmenten, die bei der Bebilderung teilweise stark von der Temperatur und/oder elektrischen Vorgängen abhängig sind. Wird beispielsweise zu glattes Papier für den Tonerdruck in Digitalsystemen verwendet, können Ungleichmäßigkeiten bzw. Wolkigkeit auftreten. Selbst der Papierlauf kann von einer

zu glatten Oberfläche negativ beeinflusst werden. Papierstau oder ungünstige Transportbedingungen sind die Folge. Dennoch muss die Oberflächenglätte aber so hoch sein, dass sich das Papier beispielsweise bei der Elektrofotografie gut an die Fotoleiterschicht anlegen kann. Weiters muss bei elektrofotografischen Drucksystemen darauf geachtet werden, dass es sich um ein dielektrisches Papier handelt, um eine gleichmäßige Tonerübertragung zu gewährleisten. Wird nach dem Druck festgestellt, dass das Papier durch den Druckvorgang spröde bzw. wellig geworden ist, kann dies ein Zeichen dafür sein, dass der Feuchtigkeitsgehalt des Papiers zu hoch oder zu niedrig war und deshalb bei der Tonerfixierung darunter gelitten hat. Allgemein ist der Feuchtigkeitsgehalt bei Bedruckstoffen im Digitaldruck niedriger als im Offsetdruck. Drucksysteme, die Flüssigtoner verwenden, müssen auch die chemische Zusammensetzung des Papiers beachten um eine gute Annahme der Farbe zu erzielen und somit hohe Druckqualität erreichen können.

Beim Tinten(strahl)druck müssen ebenfalls die Eigenschaften des Papiers auf das Drucksystem abgestimmt werden. Es sollte wenn möglich nicht zu fein, aber auch nicht zu raufasrig sein. Wählt man ein zu glattes Papier, trocknet die Tinte nur sehr schlecht und kann daraufhin schmieren bzw. verlaufen. Bei zu grobem Papier hingegen, saugt das Papier die Tinte wie ein Löschblatt auf und die Konturen der gedruckten Information werden unscharf. Weiters kann zu raufasriges Papier die Düsen der Druckköpfe verstopfen.

Das bedeutet aber nicht, dass der Digitaldruck nur eine Sorte Papier zur Verwendung hat. Auch hier gibt es die Möglichkeit auf Normalpapier und speziellen Papiersorten zu drucken. Diese Auswahl an Bedruckstoffen ist zwar nicht ganz so groß wie beim Offsetdruck, doch auch hier gibt es eine reichhaltige Palette, die je nach Drucksystem vom Hersteller empfohlen und angeboten wird.

6.6 Druckfarbe und Farbechtheit

Neben den Bedruckstoffen ist auch die Farbe ein wichtiger Bestandteil der Druckindustrie, sei es für den Offsetdruck oder den Digitaldruck. Je nach Konsistenz unterscheidet man dünnflüssige, zähflüssige und pulverisierte Farben. Diese unterschiedlichen Zustände weisen auch verschiedene Eigenschaften beim Druckvorgang, auf dem Druckerzeugnis, im Trocknungsverfahren und in der Endfertigung (Schneiden, Rillen, Falzen, ...) auf.

Im Offsetdruck können außerdem zusätzlich zu dem schon bekannten CMYK-Farbsystem auch noch Sonder- und Schmuckfarben gedruckt werden. Die wohl bekanntesten Sonderfarbsysteme, die nicht mit den CMYK Farben gemischt werden können, sind Pantone und HKS. Diese Sonderfarben haben natürlich den Vorteil gegenüber dem Digitaldruck, dass es im Offsetdruckverfahren eine breitere Auswahl an Schmuck- und Sonderfarben wie etwa Metalltöne und Neonfarben gibt. Die gemischten Farbvarianten der Pantone- und HKS-Farben haben auch noch eine weitere positive Eigenschaft. Sie werden weltweit verwendet und sind nach der Euroskala normiert. Dies trägt wieder dazu bei, dass Kunden an unterschiedlichen Orten und Druckereien immer dieselbe exakte Farbe für etwaige Endprodukte verwenden können.

6.6.1 Farbe im Druckvorgang

Im Offsetdruck wird entweder eine dünnflüssige, ölige Druckfarbe und Feuchtmittel verwendet oder im wasserlosen Offset Druckfarbe und Silikonöl. Beim konventionellen Druckvorgang wird über Walzensysteme ein dünner Farbfilm und die Feuchtmittel indirekt auf den Bedruckstoff aufgetragen. Das Feuchtmittel ist zuständig, dass die ölige Farbe an den bildfreien Stellen abgestoßen wird und nur an den zu bedruckenden Stellen aufgenommen werden kann. Im wasserlosen Offsetdruck hat das Silikonöl die Aufgabe, die nicht bedruckbaren Stellen, nicht einzufärben.

Die Druckfarben des Digitaldrucks können sowohl flüssige Tinte, als auch pulverisierter oder flüssiger Toner sein. Wobei bei den Tinten wiederum Farbstoffe von Pigmenten unterschieden werden.

Die Elektrofotografie färbt den Bedruckstoff mittels Trockentoner oder Flüssigtoner ein. Beide Toner sind entweder schon elektrostatisch geladen oder werden in der

Entwicklungseinheit elektrostatisch geladen. Die Fotoleitertrommel, die gegenpolig geladen ist, zieht den Toner an und überträgt ihn wiederum durch elektrostatische Kräfte auf das Papier.

Das zweite große Digitaldruckverfahren, der Ink Jet-Druck benötigt zur Bildübertragung dünnflüssige, fast wässrige Tinte. Diese wird je nach Verfahren tröpfchenweise oder in Form eines kontinuierlichen Strahls direkt auf den Bedruckstoff aufgetragen. Die Viskosität der Tinten muss auf das Drucksystem und den Bedruckstoff abgestimmt sein, da es sonst zu Verstopfung von Druckdüsen, Eintrocknung der Tinten oder zu unschönen Verschmierungen auf dem Papier kommen kann.

Die oben genannten Drucksysteme zeigen bereits, dass Druckfarbe nicht gleich Druckfarbe ist. Je nach Farbübertragung weist die färbende Substanz unterschiedliche Eigenschaften auf, wobei das Einfärben mit dem Walzensystem des Offsetdrucks immer noch sicherer erscheint, als die Farbübertragung der elektrostatischen Tonerteilchen.

6.6.2 Farbe auf dem Druckerzeugnis

Durch die verschiedenen Arten der Druckfarbe je nach Druckverfahren, folgt daraus, dass die Eigenschaften bezüglich Detailwiedergabe und Farbschichtdicke auch unterschiedlich auf den Bedruckstoffen dargestellt wird.

Die ölige Druckfarbe des Offsetdrucks hat beispielsweise eine Schichtdicke von 0,8 bis 1,2 μm und auch eine sehr hochwertige Druckqualität. Einzige Nachteile der zähflüssigen Farbe ist der Hohe Feuchtigkeitsgehalt, der eine langsame Trocknung der Druckfarbe auf dem Bedruckstoff mit sich bringt.

Die pulverisierten Tonerteilchen des Elektrofotografieverfahrens sind wesentlich größer und ergeben daraus auch eine Farbschicht im Bereich 5 bis 10 μm . Das bedeutet, dass der Toner dicker auf dem Bedruckstoff übertragen wird und somit auch eine gute Volltondichte, eine hohe Deckkraft und auch eine gute Brillanz ergeben kann. Nachteilig ist jedoch durch die dickere Schicht, dass Endfertigungsverfahren wie beispielsweise Falzarbeiten oder Rillen Probleme darstellen können. Hier sollte wenn möglich Aussparungen beim Falz gemacht werden, da die dicke Tonerschicht bei glatten Bedruckstoffen leicht aufplatzen kann. Diese dicke Farbschicht auf der Papieroberfläche kann sogar mit den Fingern gefühlt werden, wenn man beispielsweise über die gedruckten Buchstaben streicht. Dies bringt jedoch wiederum den Nachteil mit sich, dass sich der Toner mit der Zeit auch abscheuern kann.

Digitaldruckmaschinen, die mit flüssigem Toner arbeiten, haben durch die Schichtdicke von nur 1 bis 3 μm den Vorteil, dass hier keine Probleme in der Endfertigung entstehen können. Der Toner sorgt weiters für einen hochwertigen Druck, da die Wiedergabe kleiner Details besser ist, als beim Trockentoner. Aber auch hier ist wiederum ein Trocknungsverfahren notwendig, um den Toner zu verfestigen.

Beim Ink Jet-Verfahren wird ebenfalls flüssige Druckfarbe übertragen. Nur handelt es sich hier nicht um einen Toner, sondern um Tinten. Diese haben die Eigenschaft, dass die Schichtdicke zum Beispiel bei der Piezo Technologie und der Thermal Technologie noch dünner als beim Offsetdruck ist, nämlich nur 0,5 μm . Daher kann hier auch von Qualitätsdruckern gesprochen werden, die bis zu einer Auflösung von 2.400 dpi drucken können. Da es sich bei dieser Tintenform aber um eine sehr wässrige Farbe handelt, müssen Papiere mit Spezialbeschichtung verwendet werden, um ein Auslaufen der Tinte zu verhindern.

Auch die Continuous Technologie verfügt, wie die beiden letzten genannten Verfahren, eine sehr dünne Farbschicht mit nur 0,5 μm . Allgemein ist zu sagen, dass diese Druckfarben zum Teil vom Papier aufgesaugt werden und somit der Druck selbst beim Darüberstreichen mit den Fingern nicht spürbar ist. Jedoch muss auch beim Continuous Ink Jet-Verfahren auf ein Spezialpapier zurückgegriffen werden, um eine hochwertige Qualität beim Druckerzeugnis zu erhalten.

Einige Digitaldrucksysteme verfügen über ein erweitertes Tintenpatronensystem. Zusatzpatronen wie hell-cyan, hell-magenta, Foto-schwarz, orange und grün sorgen für eine sehr umfangreiche Vielfalt an Druckfarben, die den Abstand zwischen Offset- und Digitaldruckqualität immer geringer werden lassen.

6.6.3 Trocknungsverfahren

Das Trocknungsverfahren, das die Druckfarbe entweder trocknen oder aushärten lässt unterscheidet sich ebenfalls je nach Drucksystem.

Dabei ist es natürlich in jedem Verfahren wichtig, dass die Druckfarbe schnellstmöglich in den trockenen Zustand übergeht um mit einer raschen Weiterverarbeitung beginnen zu können. Diese Trocknungszeiten sind ein sehr wichtiges Kriterium in der Druckbranche, da es für Kunden oftmals ausschlaggebend für die Wahl des Druckverfahrens ist, ob sie ihre Endprodukte innerhalb eines Tages nach Druckauftrag oder erst drei Tage danach erhalten.

Beim Offsetdruck muss ca. 90 bis 100 % der Druckfarbe zum Trocknen gebracht werden. Dies geschieht durch das Wegschlagen²², das schon während des Druckprozesses läuft und wird durch die Oxidation²³ abgeschlossen. Diese Methode hat den Nachteil, dass der Trocknungsvorgang länger braucht und Endfertigungsarbeiten nicht gleich im Anschluss an den Druck gemacht werden können. Die Öle bzw. Harze in der Farbschicht sorgen jedoch für einen gewissen Schutz und Elastizität des bedruckten Stoffes und somit auch für eine größere Inanspruchnahme nach dem Druck.

Der Trocknungsvorgang im Digitaldruck, speziell in der Elektrografie unterscheidet sich jeweils vom verwendeten Toner. Benützt das Verfahren einen Trockentoner, muss auch dieser zu 100 % auf dem Papier verfestigt werden. Dieser Vorgang wird mittels Wärme und Druck durchgeführt. Flüssigtoner hingegen verankert²⁴ sich bereits während des Druckvorganges auf dem Bedruckstoff und wird anschließend ebenfalls durch Hitze und/oder Druck verfestigt. Hier ist jedoch nur eine Trocknung von etwa 2 bis 5 % der Druckfarbe notwendig. Die im Flüssigtoner beinhaltenen Trägerflüssigkeit wird durch Verdunsten entfernt.

In der Piezo-, der Continuous- oder Thermaltechnologie wird die Druckfarbe wie auch schon beim Offsetdruck durch Wegschlagen bzw. Verdunsten verfestigt. Dies heißt aber auch, dass dafür ein geeigneter Bedruckstoff gewählt werden muss, um beispielsweise ein Auslaufen der Farbe zu vermeiden.

Im Trocknungsvorgang hat eindeutig der Digitaldruck die größeren Vorteile. Die Drucksorten sind nach dem Druck sofort für den Kunden verfügbar bzw. für Endfertigungsarbeiten bereit.

²² Wegschlagen bedeutet, dass die flüssige Farbe vom Bedruckstoff aufgesaugt wird bzw. in das Papier eindringt.

²³ Von der Oxidation spricht man im Druckverfahren, wenn die Öle bzw. Harze der Druckfarbe unter Einwirkung von Sauerstoff miteinander vernetzt werden.

²⁴ Unter der Verankerung im Bedruckstoff ist das Eindringen der Farbe in die Poren des Papiers zu verstehen.

6.7 Kontrolle (Proof, Andruck, visuelle Kontrolle)

Bei diversen Drucken, vor allem bei Großauflagen, ist eine Kontrolle bzw. korrekte Wiedergabe der Farben notwendig, um nicht am Ende des Drucks vor dem Problem zu stehen, dass teure Fehlbebilderungen entstehen.

Die weitaus teuerste Variante der Kontrolle ist der Andruck selbst. Hierbei muss der Druckvorgang gestartet werden und kann bei Änderungen sehr kostspielig werden. Passt jedoch der Andruck, werden auch die restlichen Druckerzeugnisse dem ersten gleichen.



Abb. 52: Digitalprooferstellung mittels Thermosublimationsdrucker [8], S. 586

Eine günstigere Version ist der Analogproof des Offsetverfahrens. Dieser ist zwar ebenfalls sehr aufwendig, aber ebenso verlässlich in der Farbechtheit.

Im digitalen Offsetdruck erfolgt die Kontrolle hinsichtlich der Farbigkeit bzw. die allgemeine Prüfung, ob sich auch Texte und Bildelemente dort befinden, wo sie sein sollen, durch den Soft- oder Digitalproof. Der Softproof ist die Überprüfung der Daten am Bildschirm und bringt auch keine Extrakosten mit sich. Der digitale Prüfdruck, wie der Digitalproof auch genannt wird, hilft durch den Ausdruck auf Papier Fehler im Druck vorab zu erkennen und somit teure Druckplattenkosten und Arbeitszeiten bei Fehldrucken zu verhindern. Digitalproofs



Abb. 53: Ink Jet Proofdrucker [8], S. 588

stellen im Prinzip eine Verbindung vom Offset- zum Digitaldruck her, da die Prüfdrucke teils auf Farblaserdruckern und auf Thermosublimationsdrucker (siehe Abbildung 52) erstellt werden. [5], S. 99

Das meist eingesetzte Druckverfahren für Digitalproofs sind jedoch die Ink Jet Drucker, da diese wie bereits erwähnt, mit zusätzlichen Tinten außer den Prozessfarben Cyan, Magenta, Yellow und Key ausgestattet sein können. Damit wird der komplette Farbumfang des Drucksystems größer und die Abweichungen der Farbwiedergabe zwischen Digitaldruck und Offsetdruck kleiner. Voraussetzung dafür ist, dass die beiden Geräte farblich aufeinander abgestimmt sind. Dies bezeichnet man auch als Colormanagement. Dass es zu minimalen Unterschieden im Farbbereich kommen kann, ist aufgrund der verschiedenartigen Drucksystemen und deren individueller Druckfarben.

Der „echte“ Digitaldruck erzeugt identische Farbproofs, da der Prüfdruck im Prinzip auf der Druckmaschine entsteht, wo auch nach der Druckfreigabe gedruckt wird.

6.8 Ausgabeformate

Bei den Ausgabeformaten punktet in Verbindung mit der Auflösung noch eindeutig der Offsetdruck.

Der konventionelle Offsetdruck kann Formate bis DIN A0 (841 x 1189 mm) problemlos drucken. Das wären dann im Fachjargon ein Vierfachbogen, der im Prinzip 16 unterschiedliche DIN A4 Seiten beinhalten könnte. Dieses Bogenformat wäre beispielsweise für den Zeitungsdruck geeignet. Das B-Format des Offsetdrucks geht bis zu einer Druckgröße von 1000 x 1414 mm sprich DIN B0. Im Prinzip ist der Papierbogen selbst noch um einige Zentimeter größer, jedoch benötigen die Druckmaschinen einen gewissen Greiferrand, mit dem das Papier durch die Maschine geführt wird. [8], S. 347

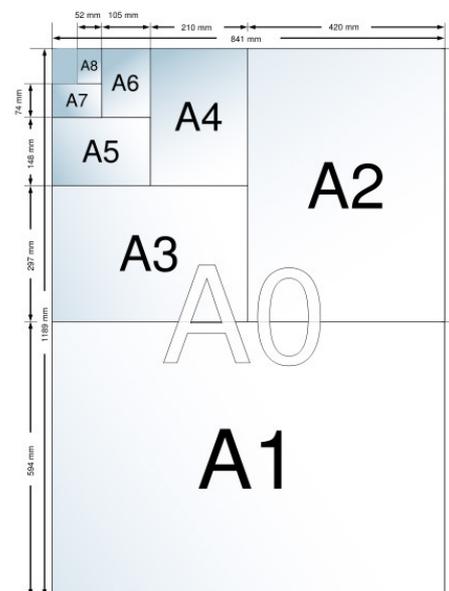


Abb. 54: Aufteilung A0-Bogen [26]

Aber auch kleine Formate, wie sie bei Hochzeitseinladungen oder Geburtsanzeigen vorkommen, können mit dem Offsetverfahren problemlos und kostengünstig bedruckt werden. Möchte das Brautpaar beispielsweise einen Eindruck in weinroter Farbe, wird dies im Offsetdruck als einfarbig bezeichnet. Im Digitaldruck hingegen würde dieser

Druck trotz einer einzigen Farbe als vierfärbig zählen und dementsprechend verrechnet werden.

Auch der Ink Jet-Druck kann bis zu einem Format von DIN A0 drucken, allerdings nur bei einer niedrigeren Auflösung als im Offsetdruck. Wird jedoch nur eine geringe Stückzahl benötigt, ist diese Druckvariante von Vorteil.

Beim Elektrofotografieverfahren sieht es da mit den Formaten nicht mehr ganz so „groß“ aus. Hier können die Maschinen systemabhängig zum Beispiel nur mehr Formate bis DIN A2 (594 x 420 mm) drucken.

6.9 Störungen im Produktionsprozess, Fehlerbehebung

Sowohl bei Offset- als auch bei Digitaldruck kommt es immer wieder zu Fehlern, wie etwa Rechtschreibfehler, unkorrekte Anordnungen von Seiten, falsche Bilder, unleserliche Schriften usw.

Die Fehlerbehebungen können den Produktionsprozess dabei erheblich stören. Beispielsweise können zu spät entdeckte Fehler im Offsetdruck sehr kostspielig sein, denn ist einmal die Platte belichtet, kann eine Korrektur nur noch mit einer Neubelichtung ausgebessert werden. Dadurch wird auch der nachfolgende Produktionsprozess, nämlich das Drucken selbst, gestoppt und teure Arbeitszeit unnötig verschwendet. Erst wenn die Platte wieder neu belichtet ist, kann der Druck beginnen.

Fehlerkorrekturen im Digitaldruck sind da schnell behoben. Es ist keine Plattenbelichtung notwendig. Bereits nach dem ersten fehlerhaften Druck, kann die Datei überarbeitet werden und der Druck erneut beginnen. Dazwischen gibt es keine langen Stillstände von Druckmaschinen, so wie es im Offsetdruck vorkommen kann.

Daher ist es beim Offsetdruck besonders wichtig, zu druckende Daten sorgfältig vor Druckbeginn zu prüfen, um teure Richtigstellungen zu vermeiden.

6.10 Vor- und Nachteile Zusammenfassung

Grundsätzlich kann man nun sagen, dass der Offsetdruck auch weiterhin bei Großauflagen die richtige Wahl ist. Auch beim Druck von verschiedenen Papierformaten und unterschiedlichen Papierarten und Grammaturen²⁵ setzt sich der Offsetdruck immer noch vom Digitaldruck ab. Weiters sind Schmuckfarben wie beispielsweise Gold und Silber im Druck möglich und auch Logos können bei Angabe der genauen Farbbezeichnung identisch gedruckt werden. Der feine Farbraster sorgt zusätzlich im Offsetverfahren dafür, dass Kunden mit sehr hohen Qualitätsansprüchen stets zufrieden gestellt werden.

Kleinere Auflagen hingegen wären meist ratsam mittels Digitaldruckverfahren zu produzieren. Sie sind schnell und ohne hohe Vorkosten herstellbar, können personalisiert, also auf verschiedene Empfänger in einem Zug adressiert werden, und können je nach Bedarf, also „Printing on demand“ produziert werden. Letzterer Punkt bedeutet wiederum, dass Lagerkosten eingespart werden können und das Produkt auch jeweils so gedruckt werden kann, dass es auf dem neuesten Stand ist. Dabei dürfen aber Einschränkungen, bezüglich der Darstellung von Schmuckfarben bzw. der Druck auf beschränkten Ausgabeformaten und Papierstärken, nicht vergessen werden.

Wie schon bereits zu Beginn des Kapitels erwähnt, muss das jeweilige Druckverfahren von Auftrag zu Auftrag neu bestimmt werden, um am Ende ein zufrieden stellendes Ergebnis zu erreichen.

²⁵ Grammatur ist das Papiergewicht

7 Resümee

Nach all den Informationen, wie die einzelnen Drucksysteme funktionieren und die Beschreibung der Vor- und Nachteile der Drucktechnologien stellt sich die Frage welches Verfahren sich nun in Zukunft durchsetzen wird.

Der Offsetdruck überzeugt immer noch durch seine hervorragende Druckqualität und Wirtschaftlichkeit bei einer möglichst hohen Auflage, den beispielsweise der Farblaserdruck auch auf lange Sicht nicht ersetzen kann. In der Kurzlebigkeit von Informationen und der Individualisierung von Drucksorten hat sich der Digitaldruck mit seinem flexiblen Druck etabliert. Drucksorten werden je nach Bedarf kurzfristig und ohne hohe Vorkosten gedruckt und somit auf den neuesten Stand gebracht.

Die Digitalisierung und somit auch die digitalen Drucksysteme breiten sich rasant aus, daran besteht kein Zweifel. Auch nicht daran, dass sich der Digitaldruck in der Kommunikationsindustrie weiter entwickeln und seinen Marktanteil der Druckverfahren zusätzlich vergrößern wird.

Der Wettbewerb zwischen Offset- und Digitaldruck wird noch lange andauern und das ist nicht unbedingt negativ zu sehen. Ganz im Gegenteil, solange es einen Wettbewerb zwischen den beiden Verfahren gibt, wird man versuchen den Offsetdruck noch wirtschaftlicher zu gestalten und die Technik des Digitaldrucks immer wieder zu verbessern. Auch die Kosten für Verbrauchsmaterialien werden dadurch gesenkt werden und man wird versuchen günstigere Systeme zu schaffen, die auch wiederum wirtschaftlicher produzieren können.

Der Digitaldruck sollte aber nicht nur als Bedrohung oder Konkurrenz zum Offsetdruck gesehen werden. Ganz im Gegenteil können die digitalen Systeme als Ergänzung zu den konventionellen Druckverfahren betrachtet werden und stellen beispielsweise beim Druck von Kleinauflagen eine kosteneffiziente Alternative dar.

Aus dieser Sicht wird der Offsetdruck auch weiterhin der Marktführer im Bereich der Großauflagen sein, solange es sich nicht um personalisierte und individualisierte Auflagen handelt. Der Digitaldruck hingegen wird sich seinen Weg auch weiterhin bei Kleinauflagen, entweder variabel oder auch nicht, bahnen. Die Grenze der Wirtschaftlichkeit zwischen den beiden Verfahren wird sich jedoch sicherlich in den nächsten Jahren durch neue Technologien und Verbesserungen im Digitaldruck deutlich erhöhen.

Abkürzungsverzeichnis

CtF	Computer to Film
CtP	Computer to Plate
CtPP	Computer to Polyester
DI	Direct Imaging
NIP	Non-Impact-Printing
ZT	Zwischenträger
dpi	dots per inch
CIJ	Continous Ink Jet
DOD	Drop on Demand
CMYK	Cyan, Magenta, Yellow, Key
HP	Hewlett Packard
EF Toner	Energy-saving Fine Toner

Literaturverzeichnis

- [1] **Deutscher Drucker Verlagsgesellschaft mbH&Co. KG.** (2003): Zeitschrift Deutscher Drucker, Ausgabe Nr. 24
- [2] **B.W. Panek** (2002/2003): Bedruckstoffe – Druck – Endfertigung und alternative Vervielfältigungsverfahren, 2. Auflage
- [3] **Agfa-Gefaert AG** (2002): Agfa Pre+Press Guide – Offset Printing Systems. Wege zur perfekten Druckform. ISBN: 3-7782-6073-1
- [4] **W. Wallowy** (2001): Heidelberger Druckmaschinen AG, Druckverfahren_D_M2
- [5] **D. Rausendorff, R. Starke** (2002): Digitales Drucken, Lehr- und Arbeitsbuch für die Berufe der Druckindustrie
- [6] **AGFA:**
[http://agfabeint01.net.agfa.com/BU/GS/DMS/MARKETING.NSF/AllDocs/13FF54B450D8F5EEC1256F8500599E67/\\$FILE/BR_Setprint%20Plus_DE_000501%202.0.pdf](http://agfabeint01.net.agfa.com/BU/GS/DMS/MARKETING.NSF/AllDocs/13FF54B450D8F5EEC1256F8500599E67/$FILE/BR_Setprint%20Plus_DE_000501%202.0.pdf)
(Datum des Zugriffs: April 2006)
- [7] **Offsetdruckerei Gunter Dünnbier:**
<http://www.druckerei-duennbier.com/offset02.htm>
(Datum des Zugriffs: April 2006)
- [8] **H. K. Springer (2000):** Handbuch der Printmedien, Technologien und Produktionsverfahren
- [9] **ToppDigital:** <http://www.topp-opc.de/index.php?id=digitalerbuchdruck>
(Datum des Zugriffs: April 2006)
- [10] **TU Chemnitz:**
<http://www-user.tu-chemnitz.de/~tins/onlinekurs/elektrofotografie/theorie5.html>
(Datum des Zugriffs: April 2006)
- [11] **Wikipedia:** <http://de.wikipedia.org/wiki/Trockentoner>
(Datum des Zugriffs: April 2006)
- [12] **TU Chemnitz:**
<http://www-user.tu-chemnitz.de/~tins/onlinekurs/ionografie/ionografie.html>
(Datum des Zugriffs: April 2006)

- [13] **TU Darmstadt:**
http://www.idd.tu-darmstadt.de/pdf/vorlesung_ss_06/Digitaldruck/DT_04_Terminologie_der_digitalen_Drucktechnologien.pdf
(Datum des Zugriffs: April 2006)
- [14] **Ionografie:**
http://129.233.113.94/lever/downloads/download_ext/demos/digitaldruck/content/digital/1.4.2.06_LM4_Drucktechnolog.htm
(Datum des Zugriffs: April 2006)
- [15] **TU Chemnitz:**
<http://www-user.tu-chemnitz.de/~tins/onlinekurs/Magnetografie/magnetografie.html>
(Datum des Zugriffs: April 2006)
- [16] **Wikipedia:**
<http://de.wikipedia.org/wiki/Tintenstrahldrucker>
(Datum des Zugriffs: April 2006)
- [17] **H. Brümmer (2005):** Der Tinten(strahl)druck,
<http://home.vrweb.de/~hans.brueemmer%20tintendruck.pdf>
(Datum des Zugriffs: April 2006)
- [18] **Inkjet Tech Presse:**
<http://www.bluhmsysteme.de/pdf/inkjettechnologien.pdf>
(Datum des Zugriffs: Mai 2006)
- [19] **zetmedia Online-Lexikon:**
<http://www.zetmedia.de/Fachbegriffs-Lexikon/M/Makula.htm>
(Datum des Zugriffs: April 2006)
- [20] **TU Chemnitz:**
<http://www.tu-chemnitz.de/informatik/Medieninformatik/old/lehre/mg02/gr06/pdfs/druckverfahren.pdf>
(Datum des Zugriffs: Mai 2006)
- [21] **TU Chemnitz:**
<http://www-user.tu-chemnitz.de/~tins/onlinekurs/inkjet/inkjet.html>
(Datum des Zugriffs: Mai 2006)
- [22] **Veranstaltung Canon Roadshow 2006 in 1220 Wien (7. März 2006):**
Technologie Pixma: http://www.canon.at/Images/84_350253.pdf

- [23] **M. Riat** (2002): Grafische Techniken, Eine Einführung in die verschiedenen Techniken und ihre Geschichte, Version 3.0 PDF
<http://www.riat-serra.org/graph-6.pdf>
(Datum des Zugriffs: August 2006)
- [24] **Value, Das Magazin für Medienproduktion und Unternehmenskommunikation:**
<http://www.value-magazine.de/content/news/news-450.html>
(Datum des Zugriffs: Juni 2006)
- [25] **Publisher, Schweizer Fachzeitschrift für elektronisches Publizieren:**
<http://www.publisher.ch/heft/061/ipex-vorschau.pdf>
(Datum des Zugriffs: Juni 2006)
- [26] **Wikipedia:**
http://de.wikipedia.org/wiki/DIN_A4
(Datum des Zugriffs: Juli 2006)
- [27] **Veranstaltung Canon Roadshow 2006 in 1220 Wien** (7. März 2006):
Technologie Laser: http://www.canon.at/Images/84_350250.pdf
- [28] **Canon:**
http://www3.canon.de/images/pro/kop/ip/file/Flyer_iP_2s_72.pdf
(Datum des Zugriffs: Juli 2006)
- [29] **HP:**
http://h30267.www3.hp.com/Data/de/w3250_DS_Low.pdf?pageseq=608258
(Datum des Zugriffs: Juli 2006)
- [30] **HP:**
http://h30267.www3.hp.com/Data/de/5000_DS_Low.pdf?pageseq=608261
(Datum des Zugriffs: Juli 2006)
- [31] **Xerox:**
http://www.xerox.com/go/xrx/equipment/product_details.jsp?Xcntry=AUT&Xlang=de_AT&prodID=DC_5000&cat=Product+Taxonomy%2fDigital+Production+Presses%2fDocuColor+Digital+Presses
(Datum des Zugriffs: Juli 2006)
- [32] **Kodak:**
http://graphics.kodak.com/documents/KODAK_NEXPRESS_2500_datasheet_pdf.pdf?countryid=global
(Datum des Zugriffs: Juli 2006)

- [33] **Kodak:**
<http://graphics.kodak.com/documents/KODAK%20NEXPRESS%202100%20PIus%20and%202500%20Digital%20Production%20Color%20Press%20brochure.pdf>
(Datum des Zugriffs: Juli 2006)
- [34] **Wikipedia:**
<http://de.wikipedia.org/wiki/Array>
(Datum des Zugriffs: Juni 2006)
- [35] **Wikipedia:**
<http://de.wikipedia.org/wiki/Kathode>
(Datum des Zugriffs: Juni 2006)
- [36] **team E Agentur für Kommunikation:**
http://www.team-e.de/glossar/subtraktive-farbmischung__16.htm
(Datum des Zugriffs: Mai 2006)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Zeitschriften, Kataloge, Bücher [8], S. 5.....	9
Abb. 2: Konventionelle Druckverfahren [8], S. 43.....	11
Abb. 3: Direkter und Indirekter Druck [4], S. 9.....	12
Abb. 4: Einteilung digitaler Offsetdruck [8], S. 606.....	13
Abb. 5: Prinzip des Verfahrens "Computer to Plate" [8], 623.....	15
Abb. 6: GTO-DI/Sparc, Heidelberger Offsetdruckmaschine mit DI Technologie [8], S. 656.....	17
Abb. 7: Einteilung der Non-Impact-Druckverfahren [8], S. 794.....	19
Abb. 8: Druckvorgang Elektrofotografie [5], S. 53/54.....	21
Abb. 9: Prinzip der Elektrofotografie [8], S. 722.....	22
Abb. 10: Druckfarben der NIP-Systeme [8], S. 718.....	23
Abb. 11: Aufbau des Druckvorgangs der Ionografie [12].....	26
Abb. 12: Einkomponententoner (schematische Darstellung) [8], S. 741.....	27
Abb. 13: Druckvorgang Magnetografie [8], S. 740.....	28
Abb. 14: Darstellung Elektrografie.....	29
Abb. 15: Xerox 8954 [8], S. 779.....	30
Abb. 16: Übersicht der Ink Jet-Technologien [8], S. 745.....	31
Abb. 17: Multi-Deflecting Ink Jet-System zur Adressierung [8], S. 751.....	33
Abb. 18: Düse der Continous Ink Jet-Druckers [5], S. 79.....	34
Abb. 19: Darstellung der Multi-Deflecting Ink Jet-Düse [5], S. 79.....	35
Abb. 20: Darstellung Piezo Ink Jet [8], S. 746.....	36
Abb. 21: Darstellung Bubble Ink Jet [8], S. 746.....	37
Abb. 22: Darstellung elektrostatischer Ink Jet [8], S. 746.....	38
Abb. 23: subtraktive Farbmischung [8], S.71.....	39
Abb. 24: Mehrmaliges Bespritzen der gleichen Bildstelle erhöht die Dichte des Druckpunktes [8], S. 747.....	40
Abb. 25: Das ChromaLife100 Dreieck von Canon [22], S. 7.....	40
Abb. 26: ChromaLife100: neue farbstoffbasierte Tinten im Zusammenhang mit Canon Hochglanzfotopapier [22], S. 6.....	41
Abb. 27: Druckfarben der Ink Jet Technologien [8], S. 719.....	42
Abb. 28: Einteilung der Thermografie [8], S. 766.....	44
Abb. 29: Schichtaufbau der Farbträger bei der Thermotransfer [8], S. 767.....	45
Abb. 30: Schichtaufbau der Farbträger bei der Thermosublimation [8], S. 767.....	46
Abb. 31: a) Schema Druckvorgang Fotografie b) Belichtung und Bebilderung des Fotopapiers c) Pictografie 3000: Proof-System des Herstellers Fuji Film [8], S. 783.....	48

Abb. 32: unterschiedliche Punkt-größen je nach Stromstärke [8], 78	49
Abb. 33: Schema Elcografie [8], S. 788	50
Abb. 34: a) Transport des Toners auf das Papier b) Schema TonerJet Printing c) Array der Ringelektroden [8], S. 785.....	51
Abb. 35: Ringelektroden-Anordnung mit Ablenkfeder [8], S. 787	52
Abb. 36: TonerJet-Technologie für den digitalen Mehrfarbendruck [8], S. 786.....	52
Abb. 37: Roller fixing vs. On-demand fusing [27], S. 3	53
Abb. 38: Vergleich "Job Print Out Time" [27], S. 3	54
Abb. 39: imagePRESS C1 [25], S. 17	55
Abb. 40: imagePress C7000VP [25], S. 17	55
Abb. 41: HP indigo press w3250 [28], S. 1	55
Abb. 42: HP indigo press 5000 [30], S. 1	56
Abb. 43: DocuColor™ 5000 von Xerox [31]	56
Abb. 44: Kodak NexPress 2500 [33], S. 2.....	57
Abb. 45: Arbeitsschritte des digitalen Offsetdrucks [13], S. 11	59
Abb. 46: NexPress 2500 [25], S. 21	61
Abb. 47: Bild oben: Amplitudenmodulation Bild unten: Frequenzmodulation [8], S. 95.....	62
Abb. 48: a) Punktraster [5], S. 61 b) Linienraster [5], S. 62	63
Abb. 49: Vergleich der Auflösungen von 240 bis 600 dpi [5], S. 61	63
Abb. 50: Druckfehler im Bild [8], S. 324	64
Abb. 51: Vergleich der Gesamtkosten in Bezug auf Auflagenhöhe und Herstellungskosten. Stand 1999 [8], S. 1018	66
Abb. 52: Digitalprooferstellung mittels Thermosublimationsdrucker [8], S. 586	73
Abb. 53: Ink Jet Proofdrucker [8], S. 588	73
Abb. 54: Aufteilung A0-Bogen [26].....	74

Appendix

CD-ROM

Inhalt:

- Diplomarbeit
- Literaturangaben