

Digitaldruck – mal stark, mal Nische

Der Digitaldruck besticht durch eine Vielzahl an innovativen Entwicklungen und erhöht kontinuierlich seine Wettbewerbsfähigkeit in den unterschiedlichen Marktsegmenten des Verpackungsdruckes. Seine Wachstumsprognose liegt anhaltend über der Entwicklung des Marktes. Warum seine Anteile in den einzelnen Segmenten so unterschiedlich gross sind, zeigt ein Blick auf die eingesetzten Technologien.

Text: **Dieter Finna**

Der Begriff Digitaldruck steht für sehr unterschiedliche digitale Druckverfahren. Ihnen wird eine Druckqualität bescheinigt, die mit konventionellen Druckverfahren gleichgezogen hat. Die beiden grundlegenden Verfahren im Digitaldruck, die Elektrofotografie und der Inkjetdruck greifen dazu auf ganz unterschiedliche Technologien zurück.

Die zur Elektrofotografie zählenden Trocken- bzw. Flüssigtoner-Verfahren setzen jeweils eine Bildtrommel zur Informationsübertragung ein. Beim Inkjetdruck bestimmt dagegen die Art der Druckköpfe die Technologie. Dort kommen teils kontinuierlich arbeitende, zum überwiegenden Teil jedoch gepulste Drop-On-Demand Druckköpfe zum Einsatz. Bei Letzteren wird die Tinte entweder durch die Ansteuerung von Piezoelementen oder von thermischen Elementen zum Ausstoss gebracht. Da hinter all diesen Technologien individuelle Entwicklungen namhafter Hersteller stehen, sind sie in der Grafik den jewei-

ligen Verfahren zugeordnet. Wer Landa's Nanographie in der Übersicht vermisst, es liegt daran, dass dort Piezo DoD Druckköpfe zum Einsatz kommen.

Digitaldruck-Technologien im Verpackungsdruck

Elektrofotografie mit Trockentoner

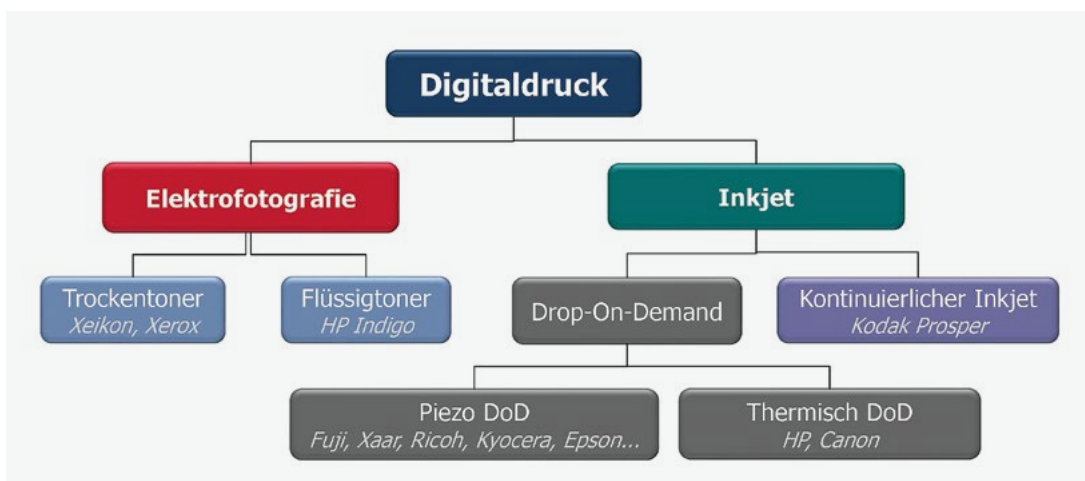
In der Elektrofotografie erfolgt die Bildübertragung über eine Bildtrommel mittels elektrisch geladener Tonerteilchen. Sie werden in direktem Kontakt auf den Bedruckstoff übertragen, wodurch eine hohe Druckqualität erzielt wird. Da zur Fixierung des Trockentoners auf dem Bedruckstoff Hitze benötigt wird, werden für temperatursensible Bedruckstoffe spezielle schnellschmelzende Trockentoner benötigt. Das Migrationsrisiko von Trockentoner in Lebensmittel gilt als unbedenklich, was

ein wesentlicher Vorteil des Verfahrens ist. Bewährt hat es sich aus diesen Gründen vor allem im Etiketten- und Faltschachteldruck und einigen Anwendungen in der Flexiblen Verpackung. Nachteile des Verfahrens liegen in der geringen Druckgeschwindigkeit von ca. 30 m/min, sowie in der verfügbaren Druckbreite von etwas mehr als 500 mm.

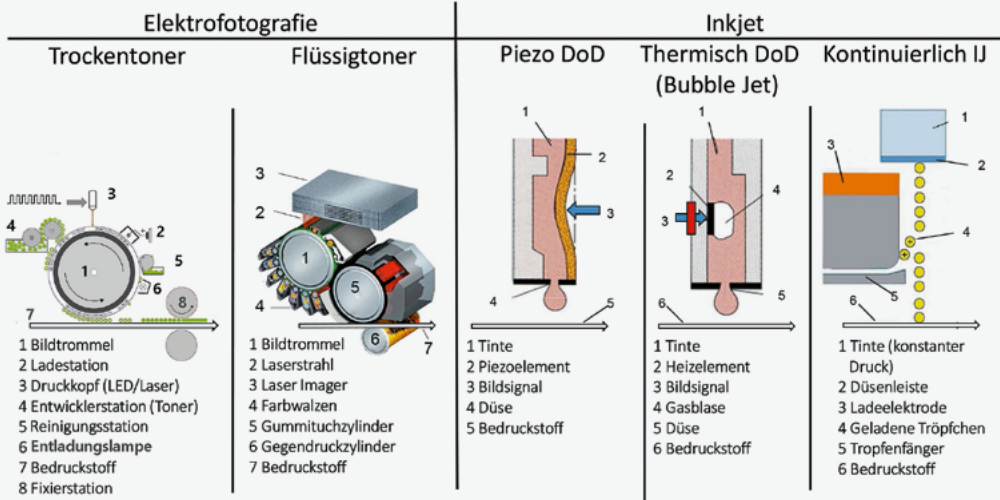
Elektrofotografie mit Flüssigtoner

Flüssigtoner Maschinen arbeiten mehrheitlich nach dem One-Shot-Prinzip. Das heisst, sie sammeln die geladenen Tonerteilchen der Einzelfarben zunächst auf einem Gummituchzylinder und übertragen diese gemeinsam auf den Bedruckstoff. Durch das Sammeln der Farben auf dem Gummituchzylinder ist ihre Druckgeschwindigkeit ähnlich niedrig wie bei Trockentoner-Maschinen. In beiden Verfahren ist die Bildtrommel ein limitierender Faktor, da eine Breite der Bildtrommel von ca. 80 cm als Grenze des derzeit Machbaren gilt und den

Übersicht über die Digitaldruck-Verfahren im Etiketten- und Verpackungsdruck und führende Anbieter der Technologien. (Quelle: pack.consult)



Digitaldruck-Technologien im Verpackungsdruck



Digitaldruck-Verfahren im Verpackungsdruck.
(Quellen: Handbuch der Printmedien, HP Indigo, Kodak)

Einsatz lediglich bis zu mittleren Druckbreiten erlaubt. Bei den Einsatzgebieten decken sich Trocken- und Flüssigtoner-Verfahren weitgehend.

Piezo Drop-On-Demand Druckköpfe

Beim Piezo Drop-On-Demand Verfahren erzeugt ein piezokeramisches Element am Inkjet Sprühkopf die Tinten-Tröpfchen. Die Druckköpfe haben sich über die letzten Jahre als sehr stabil erwiesen. Im Piezo DoD Verfahren werden für eine Auflösung von 1200 dpi extrem feine Tröpfchen Grössen von bis zu 2 Pikolitern (pl) generiert. Neben der Pulsform und der Frequenz hat die Formulierung der Tinte mit ihrer Oberflächenspannung und Viskosität einen entscheidenden Einfluss auf die Druckqualität und die erreichbaren Druckgeschwin-

digkeiten. Sie liegen in der Regel bei 70–100 m/min mit UV-Farben bei einer Auflösung von 1200 × 1200 dpi. Im Wellpappendruck mit wasserbasierten Farben werden bereits Druckgeschwindigkeiten bis zu 300 m/min bei 1200 × 600 dpi erreicht werden. Weitere Einsatzgebiete liegen überwiegend im Etiketten- und Faltschachteldruck und nur wenig in der Flexiblen Verpackung.

Thermische DoD Druckköpfe

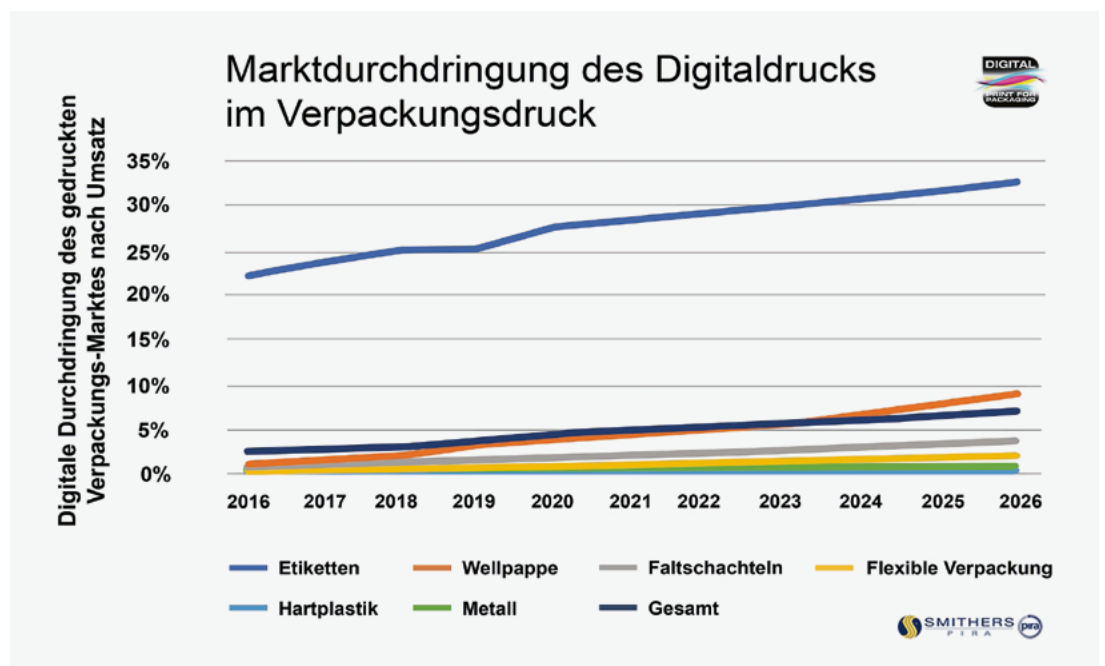
Bei dem thermischen Drop-on-Demand Verfahren befindet sich über der Düsenöffnung des Vorratsbehälters ein kleines Heizelement, das über einen Stromimpuls eine Dampfblase erzeugt. Die Dampfblase stösst daraufhin eine genau definierte Menge Tinte aus der Düsenöffnung aus. Wenn sich die Dampfblase zu-

rückbildet, wird eine entsprechende Menge Tinte aus der Kartusche nachgezogen und der Vorgang kann erneut gestartet werden. Erhitzung und Abkühlung finden im Mikrosekundenbereich statt und erlauben sehr hohe Druckgeschwindigkeiten bis 305 m/min mit wässrigen Inkjet-Farben. Eingesetzt werden sie in den schnelllaufenden Maschinen im Wellpappen Preprint. Aufgrund der hohen Druckbreite kommen sie auch im Wellpappen Postprint zum Einsatz, dort mit Druckgeschwindigkeiten um 75 m/min und einer Auflösung von 1200 × 600 dpi.

Kontinuierlicher Inkjet

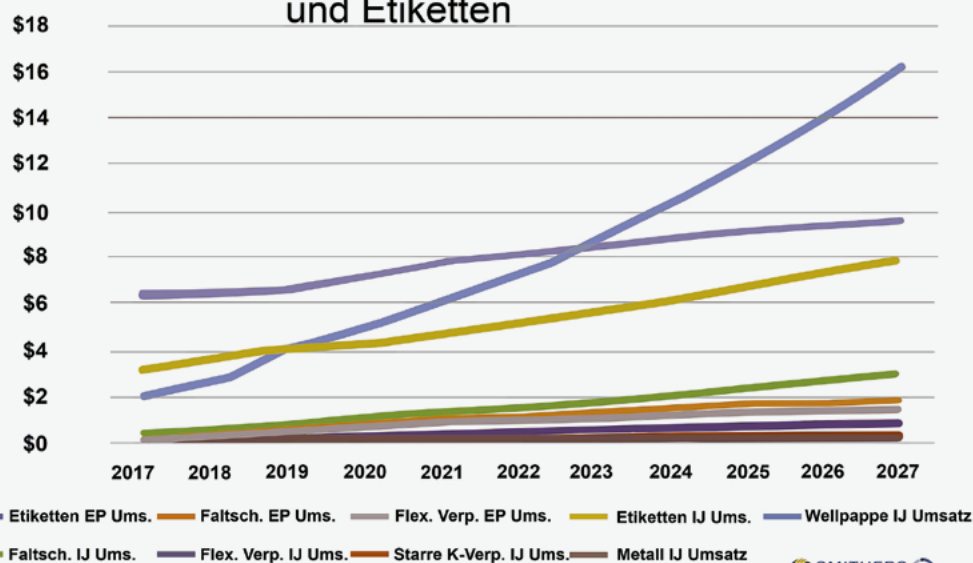
Die Besonderheit des kontinuierlichen Inkjets liegt darin, dass in dem Farbbehälter ein konstanter Druck vorherrscht, der permanent

Übersicht über die Marktdurchdringung digitaler Druckverfahren in den Segmenten des Verpackungsdrucks nach Umsatz. (Quelle: Sean Smyth, Smithers Pira, Digital Print for Packaging 2022)



2017 -2027 Digital gedruckte Verpackungen und Etiketten

Globale digitale Etiketten und Verpackungen (Mrd. \$, konstant auf Basis der Werte 2021)



Entwicklung des globalen digitalen Druckmarktes in den Verpackungs-Segmenten nach Toner- und Inkjet-Verfahren und Umsatzhöhe. (Quelle: Sean Smyth, Smithers Pira, Digital Print for Packaging 2022)

Tröpfchen generiert. Um eine nichtdruckende Stelle zu erzeugen, lädt eine Ladeelektrode die Tröpfchen auf, wodurch diese abgelenkt und aufgefangen werden. Die nicht geladenen Tröpfchen gelangen auf den Bedruckstoff. Die permanente Tröpfchen-Erzeugung erlaubt Druckgeschwindigkeiten von 100 bis 200 m/min, je nach Bedruckstoff bei einer Auflösung von 1200 × 600 dpi. Gedruckt wird mit wasserbasierten Inkjet-Farben, wobei das Einsatzgebiet auf die Flexible Verpackung abzielt.

Marktdurchdringung des Verpackungsdrucks durch digitale Druckverfahren

Wie gross die Anteile des Digitaldrucks in den Segmenten des Verpackungsmarktes derzeit sind, zeigt eine von Smithers Pira erstellte Übersicht über die digitale Durchdringung der Verpackungs-Segmente bis ins Jahr 2026. Auf den Punkt gebracht lässt sich das Ergebnis so zusammenfassen: In bedeutenden Segmenten ist der Digitaldruck noch nicht da, wo sich die Branche gerne sähe. Bezogen auf das Jahr 2021 hat lediglich der digitale Etikettendruck einen beachtlichen Anteil von ca. 28% am Branchenumsatz. Mit Abstand folgen der digitale Wellpappendruck mit einem Umsatzanteil von ca. 4,5% und der digitale Faltschachteldruck mit unter 3%. Mit etwa 1% Umsatzanteil liegt die Flexible Verpackung im Vergleich der Segmente in den Anfängen. Bei solchen Unterschieden stellt sich die Frage: Was sind die Gründe für eine derart divergierende Entwicklung?

Die Wettbewerbsfähigkeit der Digitaldruck-Technologien

Betrachtet man die Entwicklung des digitalen Druckmarktes differenziert nach Elektrofotografie und Inkjetdruck, liegen die Gründe für

ihr unterschiedliches Abschneiden vielfach in den Stärken und Schwächen der digitalen Verfahren in den Verpackungs-Segmenten.

Etikettendruck

Dass der Digitaldruck im Etikettendruck einen so hohen Marktanteil besitzt, erklärt sich aus der Stärke der Tonerverfahren als auch des Inkjetdrucks in diesem Segment. Die Übersicht zeigt eine Marktgrösse der Tonerverfahren im Etikettendruck von über 8 Mrd. USD und des Inkjetdrucks von über 5 Mrd. USD bezogen auf das Jahr 2021.

Die hohe Auflösung bis 1200 × 1200 dpi, eine gute Beständigkeit der Farbsysteme und eine ausreichend hohe Druckgeschwindigkeit sind wesentliche Erfolgsfaktoren der beiden Verfahren in diesem Segment. Weitere Faktoren sind die Wirtschaftlichkeit hybrider Drucksysteme, die Möglichkeit, digital inline zu veredeln und des digitalen inline Finishings. Der mittelfristigen Prognose bis 2027 nach werden Inkjet-Drucksysteme mit ihren hervorragend entwickelten Piezo Drop-on-Demand Druckköpfen im Etikettendruck stärker wachsen als die Tonerverfahren. Die insgesamt positive Entwicklung im Etikettendruck setzt sich fort.

Wellpappe

Die steil ansteigende Entwicklung der Inkjet-Technologie im Wellpappendruck sticht in der graphischen Übersicht besonders hervor. Zum Erfolg tragen die weit verbreiteten Piezo- als auch die thermischen Drop-on-Demand-Druckköpfe bei. Während bei der Piezo Technologie sowohl UV- als auch Wasserfarben eingesetzt werden, arbeiten thermische Druckköpfe ausschliesslich mit Wasserfarben. Sie sind kostengünstig in der Herstellung und so

kann die Anzahl der Inkjetköpfe entsprechend hoch gewählt werden, um eine entsprechende Druckbreite, Redundanz, Druckgeschwindigkeit und Auflösung abzudecken. Sie eignen sich damit auch für den Wellpappen-Preprint mit einer Bahnbreite von knapp 2,8 m. Generell unterliegen sie einem höheren Verschleiss als Piezo Druckköpfe, können aber relativ leicht und kostengünstig ausgetauscht werden.

Die Mehrheit der Digitaldruckmaschinen in diesem Segment setzt Piezo DoD Druckköpfe ein, so auch die erste Installation einer Digitaldruckeinheit, die in eine Wellpappenanlage integriert wurde. Sie ist mit einer Bahnbreite von 2,8 m an die Breite der Wellpappenanlage angepasst, ebenso an deren Produktionsgeschwindigkeit. Die Konsequenz der Inline-Fertigung ist, dass sich die bisherige Prozessfolge ändert: zuerst erfolgt das digitale Drucken, anschliessend wird die dafür benötigte Menge Wellpappe erzeugt. Diese Fertigungsweise benötigt durch Vermeidung von Makulatur zudem weniger Material. Im digitalen Wellpappendruck stehen die Zeichen auf Wachstum.

Faltschachteln

Im Faltschachteldruck kommen alle digitalen Druckverfahren zum Einsatz, wobei das Wachstum im Inkjetdruck deutlich höher ausfallen wird als im Tonerbereich. Digitale Drucksysteme beider Verfahren reichen meist nur bis zum Bogenformat B2 (750 × 530 mm) und liegen mit Druckgeschwindigkeiten um 4000 Bg/h deutlich unter der Leistung des Offsetdrucks. Zugute kommen dem Digitaldruck die insgesamt sinkenden Auflagenhöhen, ebenso die geringe Einrichtezeit, dadurch dass meist schon der zweite Bogen stimmt.

Grössere und auch schnellere Inkjet-Maschinen im B1 Format können sich im Markt nur langsam einen Platz erobern. Ein Zuwachs des Digitaldrucks im Faltschachteldruck hängt von der Wirtschaftlichkeit dieser grösseren Maschinen ab. Der Anteil des Digitaldrucks in diesem Segment wird der Prognose nach auch mittelfristig unter 5 % bleiben.

Flexible Verpackung

Die Gründe, warum der Digitaldruck in der flexiblen Verpackung stagniert, sind vielschichtig. Bei den Tonerverfahren liegen sie in der geringen Druckgeschwindigkeit und der limitierten Druckbreite. Bei Tonern erfordert zudem ihre relativ geringe Kratz- und Scheuerfestigkeit auf Folien ein Überlackieren im Frontaldruck, der ihre Wettbewerbsfähigkeit einschränkt.

Beim kontinuierlichen Inkjet mit Wasserfarben decken sich Produktions-Geschwindigkeit und Echtheitseigenschaften mit den Anforderungen. Jedoch wird der wasserbasierte Inkjet-Druck wegen seiner schwierigen Haftung auf polymeren Substraten nur selten

verwendet. Ebenso nachteilig ist der hohe Energiebedarf zum Trocknen der wässrigen Farben und das Abkühlen der temperaturempfindlichen Kunststofffolien.

Das Piezo DoD Verfahren mit UV-Farben hingegen bietet die Möglichkeit, eine grosse Bandbreite an Kunststoff-Verpackungsfolien zu bedrucken. Hier entsprechen jedoch nur wenige mit migrationsoptimierten Farben bedruckte Verpackungen den strengen gesetzlichen Ansprüchen. Zudem ist der Einsatz dieser Farben mit Investitionen in Inert-Bedingungen für das Durchhärten der UV-Farben verbunden. Aus diesen Gründen sind sie in der Flexiblen Verpackung nicht sehr verbreitet.

In der Flexiblen Verpackung wartet der Markt auf eine funktionierende und ausgereifte Maschinen-Technologie, die die Vorzüge des Digitaldrucks für dieses Segment erschliesst. Etwas Auftrieb wird die Flexible Verpackung durch den Trend zu Papierverpackungen erhalten, für die wasserbasierte Farbsysteme im Piezo DoD Inkjetdruck zur Verfügung stehen oder auch neuentwickelte, siegelfeste Trockentoner in der Elektrofotografie.

Ausblick

Auch wenn digitale Drucksysteme in den meisten Segmenten des Verpackungsdrucks noch nicht die Durchdringungstiefe erreichen konnten, die sich die Anbieter erhofft haben, geht die Entwicklung im Digitaldruck in vielen kleinen Schritten weiter. Dies drückt sich auch in der Wachstumsprognose des Digitaldrucks bis 2027 aus, die Smithers Pira mit einem gemittelten jährlichen Wachstum von über 10 Prozent angibt. Verständlicherweise werden die konventionellen Druckverfahren alles dafür tun, ihre Wettbewerbsfähigkeit ebenso zu steigern. Beispielsweise mit digitalen Maschinensteuerungen, die Rüstzeiten verkürzen oder indem sie sich wie im Digitaldruck auf vier bis sieben Prozessfarben (Extended Color Gammut Printing) beschränken. Solche Entwicklungen wirken sich auf das Wachstum des Digitaldrucks aus und erschweren es. In den einzelnen Segmenten besitzt der Digitaldruck jedoch genügend Entwicklungspotential, um im Verpackungsdruck stetig weiter zu wachsen. Dieses Potential treibt die Weiterentwicklung digitaler Systeme im Verpackungsdruck voran. ●

The image shows the word 'GRÜN' in large, bold, sans-serif letters. Each letter is placed on a different colored rectangular background: 'G' is yellow on a purple background, 'R' is pink on a yellow background, 'Ü' is purple on a light blue background, and 'N' is light blue on a pink background.

Schweizer Druckereien
treibens gerne bunt
und bleiben doch
im grünen Bereich.

printed in
switzerland