

Herzau, Eugen Prof. Dr.-Ing.

Potentiale und Grenzen des Digitaldrucks in der Packmittelherstellung

Die Bedeutung der Informations- und Werbefunktion von Verpackungen hat in den letzten Jahrzehnten stetig zugenommen. In diesem Zusammenhang stiegen die Anforderungen an die Qualität des Druckes auf den verschiedenen Packmitteln wie z.B. Dosen, Schachteln, Beuteln ebenso wie auf den Etiketten. Aufgrund der Vielfalt der Substrate und der Unterschiede im Herstellungsprozess der Packmittel kommen verschiedene Druckverfahren zum Einsatz. Dabei wird zwischen den konventionellen Druckverfahren wie z.B. Offsetdruck, Flexodruck, Tiefdruck, Siebdruck und Tampondruck und den Digitaldrucktechnologien unterschieden.

Während bei den konventionellen Druckverfahren immer eine Druckform als Informationsträger benötigt wird, erfolgt die Informationsübertragung im Digitaldruck durch Tinten oder Toner ohne Druckform. In Tabelle 1 sind die konventionellen Hauptdruckverfahren mit den charakteristischen Eigenschaften dargestellt. Tabelle 2 zeigt die Digitaldruckverfahren. Bei den als **Elektrofotografie** bezeichneten Verfahren erfolgt die Übertragung eines Flüssig- oder Feststofftoners mittels elektrostatischer Anziehung von einer halbleitenden Trommel auf den Bedruckstoff (z. B. Laserdruck). Bei der **Magnetografie** wird die Übertragung eines Feststofftoners mit Hilfe einer ferromagnetischen Trommel auf den Bedruckstoff realisiert. Die Übertragung der erwärmten Farbschicht von einer farbigen Spezialfolie wird als **Thermografie** bezeichnet. Im **Tintenstrahldruck (Inkjet)** wird das Druckbildes durch nebeneinander positionierte Tropfen einer Spezialtinte mittels:

- Drop-on-Demand-Systemen (Piezodüse oder thermisch gesteuerten Düsen) oder
- Continuous-Systemen (Düsentropfenstrahl wird von Luftdüsen oder elektrostatisches Feld abgelenkt)

erzeugt.

Die Drop-on-Demand-Systeme zeichnen sich insbesondere durch die erreichbare Druckqualität mit einer Auflösung von 1200 dpi und einem breiten Spektrum von Tinten, die lösemittelbasiert, wasserbasiert oder durch UV-Strahlen härtend ausgerüstet sind aus. Dem gegenüber sind Continuous-Systeme insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten vorzugsweise bei der Kennzeichnung im Einsatz.

Die Digitaldrucktechnologien sind vergleichsweise jung und hatten ihre ersten Anwendungen bei der Kennzeichnung von variablen Daten wie z.B. dem Mindesthaltbarkeitsdatum und in der Bürokommunikation. Die erste größere Maschine, die den Formatbereich größer als A3 abdeckte, wurde auf der DRUPA 1995 von der Firma Indigo vorgestellt. Diese Maschinen, die im elektrofotografischen Verfahren mit Flüssigtonern arbeitet, stellten eine Revolution für die Druckbranche dar. Parallel zu dieser Technologie wurden thermisch arbeitende Tintenstrahlköpfe, wie sie in Bürodruckern zum Einsatz kamen, auf Schneid- und Rillplottern als Module genutzt, um beim Prototypenbau von Schachteln aus Wellpappe oder Karton farbig gestaltete Muster zu fertigen.

Tabelle 1: Übersicht der konventionellen Druckverfahren

Hauptdruckverfahren	Druckverfahren	Wirkprinzip der Farbübertragung	Druckprinzip	Farbeigenschaften	Druckform-eigenschaften
Hochdruck	Buchdruck	direkt durch Farbspaltung	alle	hochviskos, lasierend	starr (Metall, Fotopolymer, Holz)
	Flexodruck	direkt durch Befüllung/ Entleerung von Nöpfchen sowie Farbspaltung	rund-rund	niedrigviskos, lasierend	elastisch (Kautschuk, Fotopolymer)
	Letterset	indirekt durch Farbspaltung	rund-rund	hochviskos, lasierend	starr (Fotopolymer)
Tiefdruck	Stichtiefdruck	direkt durch Befüllung/ Entleerung von Nöpfchen	rund-rund	hochviskos, lasierend	starr (Metall, Fotopolymer)
	Rakeltiefdruck	direkt durch Befüllung/ Entleerung von Nöpfchen	rund-rund	niedrigviskos, lasierend	starr (Metall)
	Tampondruck	indirekt durch Befüllung /Entleerung von Nöpfchen sowie Farbspaltung	flach-flach rund-rund	niedrigviskos, lasierend oder deckend	starr (Metall, Fotopolymer)
Flachdruck	Steindruck	direkt durch Farbspaltung	flach-flach	hochviskos, lasierend oder deckend	starr (Kalkstein)
	Offsetdruck	indirekt durch Farbspaltung	rund-rund	hochviskos, lasierend	starr (Metall)
	Lichtdruck	direkt durch Farbspaltung	flach-flach	hochviskos, lasierend	starr (Glas)

Durchdruck	Schablonen- druck	direkt durch Farbbewegung durch Öffnungen	flach-flach	niedrig- bis hochviskos, lasierend oder deckend	starr (Metallgewebe)
	Siebdruck	direkt durch Kapillarströmung sowie Farbspaltung	alle	niedrig- bis hochviskos, lasierend oder deckend	starr bis elastisch (Metall- oder Polymergewebe)

In Tabelle 3 wird eine Übersicht der Druckverfahren mit den Anwendungen und Auflagenhöhen gegeben.

Tabelle 2: Übersicht der Digitaldruckverfahren

Verfahren	Prinzip	Informationsträger
Elektrofotografie	Elektrostatik	Toner
Magnetografie	Magnetismus	Toner
Inkjet	Beschichtung durch Sprühdüsen	Tinte
Thermografie	Beschichtung durch Wärmeübertragung	Farbfolien

Tabelle 3: Übersicht der Einsatzgebiete der Druckverfahren und Auflagenhöhen

Druckverfahren	Produkte	Auflagen
Buchdruck	Verpackungen (früher Akzidenzen, Bücher, Zeitungen)	> 1.000
Flexodruck	Zeitungen, Tapeten, Verpackungen (z.B. Beutel, Aluminiumplatinen, Haftklebeetiketten, Sleeveetiketten)	> 1.000
Letterset	Verpackungen (z.B. Becher, Tuben und Dosen)	> 1.000
Rakeltiefdruck	Illustrationen, Dekore, textile Werkstoffe, Tapeten Verpackungen (z.B. Beutel, Siegelplatinen, Inmould-Etiketten)	> 10.000
Stichtiefdruck	Wertpapiere	> 500

Tampondruck	Werbemittel, Spielzeug, Kleinteile, Verpackungen	> 100
Offsetdruck	Akzidenzen, Zeitungen, Zeitschriften, Bücher, Formulare, Tapeten, Verpackungen (z.B. Faltschachteln, Naßleimetiketten)	> 500
Siebdruck	Werbeplakate, Kleinteile, Porzellan, Tapeten, Verpackungen	> 100
Digitaldruck	Akzidenzen, Werbemittel, Etiketten, Verpackungen	> 50

Stand der Technik im Digitaldruck

Mit dem Angebot von Digitaldruckmaschinen, die nicht der Bürokommunikation, dem reinen Musterbau oder der Kennzeichnung von variablen Daten zuordenbar waren, wuchs das Bestreben, diese Maschinen für die Kleinserienfertigung zu etablieren. Dies gelang am erfolgreichsten bei der Herstellung von Haftklebeetiketten und bei der Produktion von Fotobüchern. Die Marktakzeptanz von Digitaldrucksystem war und ist immer noch verknüpft mit der Frage nach der Wirtschaftlichkeit. In Abbildung 1 ist dargestellt wie Auflagenhöhe und Kosten im Zusammenhang stehen. Während im konventionellen Druck mit steigender Auflagenhöhe die Stückkosten dramatisch sinken, bleiben die Stückkosten im Digitaldruck unbeeinflusst von der Auflagenhöhe und unterscheiden sich nur in Abhängigkeit von den jeweiligen Verfahren bzw. den Maschinenkonfigurationen.

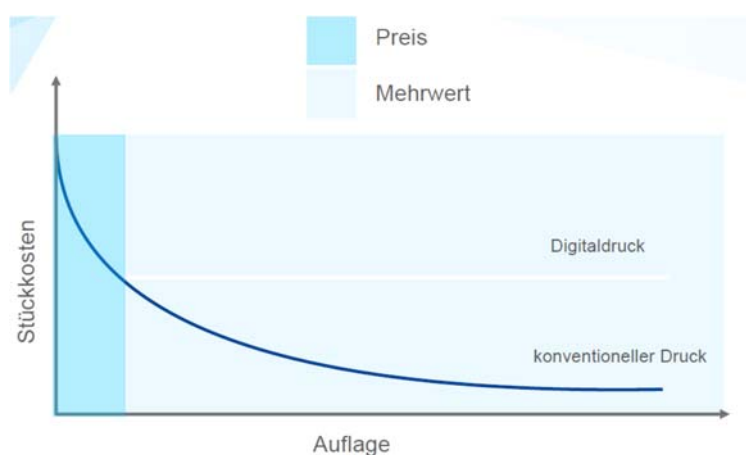


Abb. 1: Vergleich der Kostenstrukturen in Abhängigkeit von der Auflagenhöhe

Der Digitaldruck hat im Akzidenzbereich bereits zweistellige Prozentanteile am Markt gewonnen und erobert in anderen Bereich der Dekoration wie z.B. für Fliesen, Textilien, Lamine neue Märkte für individualisierte Produkte.

Die Individualisierung, Versionalisierung und Regionalisierung von Produkten und damit auch von Verpackungen stellt eine zunehmende Herausforderung für die Herstellung von Verpackungen dar. Damit einhergehend sind in den letzten Jahren die Auflagenhöhen im Verpackungsdruck drastisch gesunken. Die Hersteller von konventionellen Druckmaschinen haben auf diese Entwicklung durch das Angebot von Automatisierungskonzepten reagiert, um die Stillstandszeiten beim Umrüsten zu minimieren. Im gleichen Zuge wurden die Maschinen und Anlagen zur Herstellung von Druckformen automatisiert und mit der Digitalisierung der Prozesse auch die Prozesskosten gesenkt.

Die Entwicklungen der letzten Jahre im Digitaldruck und insbesondere im Inkjetdruck haben dazu geführt, dass immer mehr Verpackungsdrucker vor der Frage stehen, in eine der „neuen“ Technologien zu investieren. Dabei stehen sie vor der Herausforderung, für welche Technologie oder für welches System sollten sie sich entscheiden. In Abbildung 2 wird am Beispiel des Inkjetdruckes dargestellt, dass gewählt werden kann zwischen einem Systemanbieter, einem Maschinenhersteller, der Komponenten vom Markt in die eigenen Maschinen verbaut und anbietet und einem Inkjetkopfanbieter, mit dem die Entwicklung gemeinsam betrieben werden kann.

Systemanbieter	Druckkopf- und Maschinenhersteller	reiner Druckkopfwentwickler und -hersteller
Alles aus einer Hand Maschine, Tinte, Substrat, IT	Komponentenlieferant und eigene Maschinen	gemeinsame Maschinenentwicklung & begleitende Integration
Druckköpfe als Verbrauchsmaterial	langlebige und universelle Druckköpfe	Spezialanwendungen, Lizenzgeber
~ US\$ 400	~ US\$ 4500	depends
Preprint, Postprint, Folie, Labels, LFP...	Preprint, Postprint, Folie, Labels, ...	LFP, curved surface, Labels, Glass, DTO, ...

Abb. 2: Angebote von Inkjettechnologien am Markt

Potentiale des Digitaldruckes bei der Packmittelherstellung

In Diskussion mit Fachkollegen wird nicht selten die Frage gestellt, ob der Digitaldruck den konventionellen Druck ersetzen wird. Die Antwort auf diese Frage kann nur mit nein beantwortet werden. Der Digitaldruck wird den konventionellen Druck ergänzen und dann seine Berechtigung unterstreichen, wenn ein Mehrwert durch Funktionserweiterung (vgl. Abb.3) die höheren Stückkosten rechtfertigt. Darüber kann ein Packmittelhersteller seine Marktposition dadurch steigern, dass er die konventionellen Herstellungsprozesse mit den Möglichkeiten des Digitaldrucks ergänzt, um schnelle Musterfertigung, Andrucke, kleine Vor-

oder Nachserien oder Versionen, die sich saisonal, regional bzw. exklusiv voneinander unterscheiden, zu produzieren (vgl. Abb. 4 und Abb. 5).

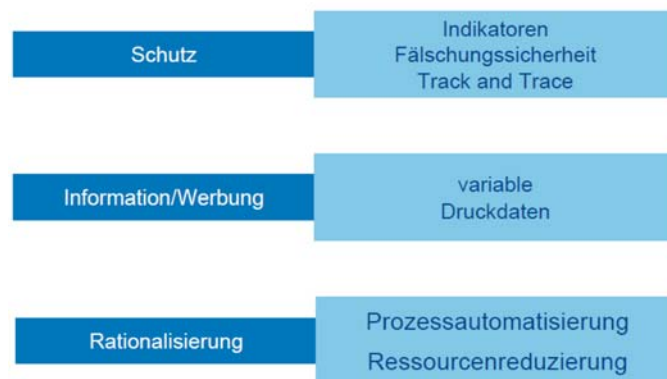


Abb. 3: Ansätze für den Einsatz von Inkjetsystemen zur Funktionserweiterung von Verpackungen

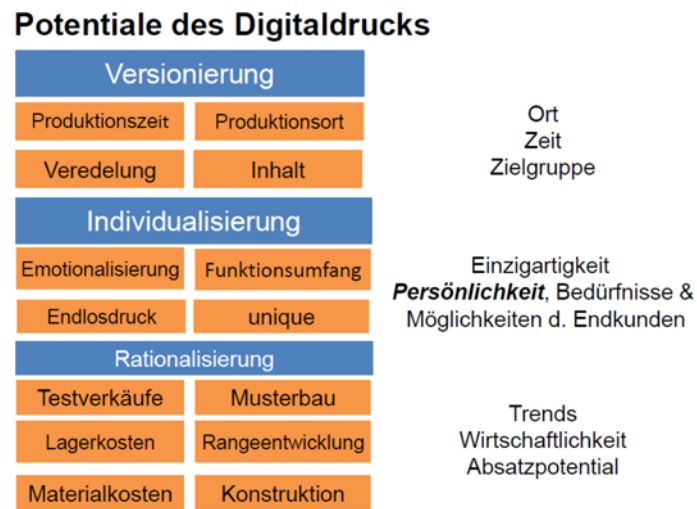


Abb.: 4 Potentiale des Digitaldrucks im Verpackungsmarkt

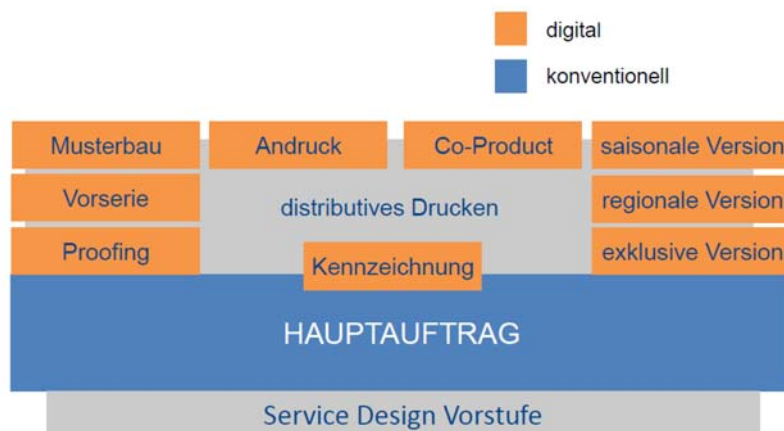


Abb. 5: Möglichkeiten der Verknüpfung der konventionellen mit der digitalen Produktion

Trends und Herausforderungen im Digitaldruck

In den letzten 5 Jahren fanden zahlreiche Entwicklungen insbesondere im Inkjetdruck statt, die sich sowohl in den Kopftechnologien und den damit zum Einsatz kommenden Tinten widerspiegelten. Ziele der Entwicklungen waren Erhöhung der Auflösung und die erreichbare Druckgeschwindigkeit. In den nächsten Jahren sind weitere Entwicklung zu erwarten die nachfolgend gelistet sind:

- nicht noch höhere Auflösung, 1200 dpi x 1200 dpi sind ausreichend;
- die Langlebigkeit bei Piezoköpfen ist zu erhöhen;
- Einsatz von Greyscale für thermische Druckköpfe;
- Lösungen, um ein Eintrocknen für permanent nichtgenutzte Düsen zu verhindern;
- Lösungen zur Bildung eines präzisen Tropfenvolumens.

Die Herausforderungen für den Digitaldruck lassen sich in technische und wirtschaftliche Aspekte darstellen

- **Technische Herausforderungen:**

- Anpassung der Tinten und Toner an das Substrat;
- Tinten und Toner an Drucksystem gebunden und meist aus einer Hand;
- Primer notwendig, um Haften der Tinten und Toner zu verbessern oder Wegschlagen der Tinten zu verhindern;
- Zulassung der Tinten und Toner für Lebensmitteldirektkontakt;
- Temperaturbeständigkeit der Tinten und Toner für Siegelnähte oder Sterilisationsprozesse;
- 100% Kontrolle eines jeden Druckbildes im Pharmabereich notwendig.

- **Wirtschaftliche Herausforderung**

- Auslastung der Maschinen gewährleisten
- Kostendeckende Produktion realisieren
- Neue Geschäftsmodelle entwickeln

Zusammenfassung

Der Digitaldruckmarkt stellt sich derzeit als extrem vielschichtig dar. Neben Prototypen für spezielle Produkte bzw. Sonderlösungen existieren zahlreiche etablierte Systeme. Ergänzend zu den Möglichkeiten der steigenden Differenzierung und Diversifizierung der Sortimente entstehen Potentiale für ein integriertes Marketing vom Banner über Displays bis

zur Produktverpackung. Der Digitaldruck ergänzt die konventionellen Druckverfahren für Verpackungen und eine Ablösung der konventionellen Druckverfahren durch den Digitaldruck ist bei kleinen Auflagenhöhen zu erwarten. Den Möglichkeiten der Individualisierung und der Flexibilität im Druckbild durch den Digitaldruck steht die Notwendigkeit einer Standardisierung der Substrate und Prozesse gegenüber. Es stellt sich die Frage, ob in der Zukunft das distributive Drucken und vielleicht ein distributives Verpacken eine Alternative darstellen.