

Die Digitalisierung des industriellen Drucks

Seit Menschengedenken sind wir von dem Wunsch beseelt, unser Umfeld schöner und zugleich funktioneller zu gestalten. Oberflächen, Wände und Gebrauchsgegenstände werden seit Urzeiten mit schmückenden Elementen oder Funktionen ausgestattet, dienen dekorativen oder informativen Zwecken, verstärken die visuelle Wirkung, verbessern die Funktionalität, bereichern unser Leben mit neuen Ideen – und zeigen nicht zuletzt den jeweiligen Zeitgeist einer Epoche.

Von Klaus-Peter Nicolay

Waren es zunächst handwerkliche und künstlerische Techniken, die unser Umfeld bestimmten, wurden bei den späteren industriellen Anwendungen Maschinen, Fließbänder und verschiedene Drucktechniken eingesetzt. Die Herstellung entsprechender Produkte ermöglicht alleine durch die schiere Menge einen niedrigen Stückpreis. Massenproduktion erfordert allerdings auch erhebliche Investitionen in Produktions- und Fertigungslinien samt gut funktionierender Lieferketten.

Doch der seit den 1980er-Jahren anhaltende Megatrend zur Individualisierung verändert nach und nach auch das industrielle Umfeld. Natürlich sind preiswerte Massenprodukte noch immer gefragt, dennoch stehen wir heute an der Schwelle zur kundenspezifischen Massenfertigung (Mass Customization). Weil wir unsere Umgebung immer persönlicher gestalten wollen – und weil es die Technik heute ermöglicht, Objekte durch digitale Druckverfahren individuell zu gestalten, werden neue Produkte heute als Teil eines umfassenden und ganzheitlichen Industriedesigns digital konstruiert. Digitale Druckverfahren passen also

Produktentwicklung findet heute natürlich digital statt. Dabei stehen die Nutzer von Beginn an im Fokus, ebenso wie haptische Elemente (Veredelungen) und funktionelle Eigenschaften, die auf- oder mitgedruckt werden (Bildquelle: Gorodenkoff/Shutterstock).



perfekt in diesen Gestaltungsprozess. Natürlich haben Computertechnik und gewaltige Softwareprogramme den Weg dahin geebnet. Und einen Teil hat vor mehr als 25 Jahren der Digitaldruck beigetragen. Die frühen Systeme waren allerdings noch zu kostspielig und erfüllten auch die Qualitätserwartungen noch nicht. Selbst die ab etwa dem Jahr 2000 ernst zunehmenden und vielversprechenden Inkjet-Techno-

logien hatten aufgrund zu hoher Kosten, mangelnder Zuverlässigkeit, zu geringer Anwendungsvielfalt und einer eingeschränkten Auswahl an Materialien lange Zeit mit Akzeptanzproblemen zu kämpfen.

Doch durch die permanenten Weiterentwicklungen bei den Druckkopftechnologien, den Tinten und Substraten hat der Inkjet inzwischen nicht nur an Qualität, sondern auch an Leistung und Dynamik gewonnen. Dies legte in der Summe auch den Grundstein für den verstärkten Einsatz digitaler Drucktechniken in der industriellen Fertigung.

Gleichzeitig zeigten sich das Internet und E-Commerce als Beschleuniger von Marktentwicklungen, bei denen die Nachfrage nach individualisierten Anwendungen steigt, die für Verbraucher und Unternehmen bislang undenkbar waren. Die vergleichsweise geringen Investitionskosten für digitale Systeme, die inzwischen enorme Vielfalt bedruckbarer Substrate und neue Fertigungstechnologien lassen nun völlig neue Produkte entstehen, bei denen selbst eine Auftragsgrösse von einem Exemplar wirtschaftlich realisierbar ist. Auf klassischen Fertigungslinien der Massenproduktion ist das schlichtweg unmöglich.

Industrial Print: Teil des Fertigungsprozesses

Jenseits von Papier oder Karton, von Zeitungen und Zeitschriften gibt es also noch eine andere Welt des Drucks: die des Industrial Print.

Doch die Nähe der Begrifflichkeiten könnte auch zu Verwechslungen führen. Industrial Print meint eben nicht das prozessoptimierte, automatisierte oder gar autonome (industrielle) Drucken in grafischen Betrieben, sondern begleitende drucktechnische Anwendungen bei der Fertigung von Produkten in Industriebereichen aller Art.



Hier tummelten sich bisher der Sieb- und Tampondruck (und werden es auch weiter tun). Doch seitdem Inkjet-Systeme (allen voran im Large- und Wide-Format-Printing) in diese Segmente vorgestossen sind, vollzieht sich ein radikaler Wandel.

Teil des Fertigungsprozesses

Industrieller Druck ist generell betrachtet Teil eines Fertigungsprozesses, bei dem ein Druckverfahren durch das Aufbringen von Substanzen eine Funktion oder Dekoration eines Produktes ermöglicht. Druckköpfe oder ganze Anlagen werden in Produktionslinien integriert, um ein fertig bedrucktes oder codiertes Produkt herzustellen. Dieser Unterschied zum grafischen Druck ist entscheidend, da es sich um völlig unterschiedliche Anwendungen und Märkte handelt.

Die Drucktechniken sind jedoch nicht isoliert zu betrachten. Integration ist die wesentliche Komponente, die den industriellen Druck ausmacht. Dazu müssen Software und Treiber der Drucksysteme mit den Workflows der Industrie vernetzt sein und nahtlos in den Fertigungsprozess integriert werden können. Auch die Taktung am Fließband muss ebenso passen wie beim Einsatz von Robotik.

Industrial Print kann also auch bedeuten, dass ein Roboterarm Gegenstände aufhebt und sie mithilfe von Inkjet-Druckköpfen bedruckt. Oder es werden Objekte, die als uniforme Massenprodukte hergestellt wurden, mithilfe des digitalen Direktdrucks zu attraktiven Kleinserien oder sehr individuellen Objekten aufgewertet.

In jedem Fall aber bedeutet industrielles Drucken, dass es nicht in Druckereien, wie wir sie bis heute kennen, stattfindet. Drucken wird je nach Anwendung in den Fabriken der Industrie und bei deren Zulieferern notwendig. So müssen sich auch Druckunternehmer an den Gedanken gewöhnen, dass die eigene Druckmaschine und möglicherweise auch Mitarbeiter ausser Haus arbeiten – wenn die Industrie nicht selbst zum Drucker mutiert.

Ein Riesenmarkt

Der immense Einfluss der Drucktechnologien bei der industriellen Fertigung umfasst heute Oberflächenveredelungen aller Art, Interior Design, gedruckte Elek-

tronik verschiedenster Ausprägung und reicht mit Wearables bis in den Bereich des Sports und der Medizintechnik.

Da Industrial Print aber nur integrierter Teil der Herstellung und damit auch von Produkten ist, fällt es allerdings schwer, die Grösse des Marktes für den Druck im industriellen Umfeld zu ermitteln. Zumal die an einem Endprodukt anteiligen Kosten für den Druck üblicherweise nicht ausgewiesen werden. Dennoch bezifferte eine Studie des Marktforschers *IT Strategies* den Produktionswert industriell bedruckter Produkte im Sieb-, Flexo- und Tampondruck etc. für das Jahr 2012 mit etwa 100 Mrd. \$, ein Volumen, das bis 2024 laut *Smithers* etwa 140 Mrd. \$ betragen soll.

Das dürfte aber nicht ausreichen. Denn die Studien beinhalten nicht die Einsatzfelder des Digitaldrucks, nicht Printed Electronics sowie die gerade entstehenden Märkte für Wearables und medizinische Anwendungen, die in den nächsten Jahren geradezu explodieren werden.

Industrial Print ist das industrielle Fertigen von Produkten oder auch integrierter Teil eines industriellen Fertigungsprozesses.

Daneben geht es natürlich auch um das Bedrucken von Keramik, Glas oder Textilien, den Druck von Laminaten, Architekturkomponenten, Baustoffen und vielfältigen Elementen rund um das Auto. Dazu kommen rapide wachsende Märkte wie der Druck funktionaler Schichten (Printed Electronics), Sensoren etc. für Wearables, Bio-Wissenschaften und Bio-Medical, das weite Feld der Codierung und nicht zuletzt der Druck von dekorativen und individuellen Beschichtungen und Veredelungen von Oberflächen aller Art – und wo finden wir keine Oberfläche?

Wenn dieser Markt mit weltweit etwa 480 Mrd. \$ eingeschätzt wird, dürfte das nicht übertrieben sein. Und die Grenzen zwischen klassischem Druck und Industrial Print verschwimmen zunehmend.

Weiter auf Seite 48.

Industrial Print umfasst den Druck von Textilien im Rahmen des Interior Designs, bedruckte Gläser, gedruckte Keramikfliesen für Küche und Bad, Laminat, Keramik für Aussengestaltungen, Elemente rund um das Auto sowie Komponenten für die Elektronik bis hin zu funktionalen Schichten und Wearables.

Wo Industrial Print überall anzutreffen ist, zeigt die folgende Doppelseite, auf der wir am Beispiel eines Hauses aufzeigen, wie Industrial Print bereits Teil unseres Alltags ist.

>



Selbst gestandenen Experten aus der Druckindustrie wird auf Anhieb nicht alles einfallen, was zum industriellen Drucken gehört und heute schon Realität ist und in der Praxis umgesetzt wird. Wir haben uns deshalb einmal ein fiktives Haus von aussen und innen angesehen und dabei etliche Anwendungsfelder entdeckt.

2D auf 3D: Fangen wir gleich einmal mit etwas Ausgefallenem an. So können dreidimensionale Produkte wie etwa ein Fussball mit entsprechenden Maschinen zweidimensional bedruckt werden.

Folien: Strapazierbare, selbstklebende Folien können mit beliebigen Motiven auf Large-Format-Druckern bedruckt und zum Beispiel auf Garagentore aufgebracht werden. Die Hausnummer könnte zwar ebenso mitgedruckt werden, doch auch das Ausschneiden aus Folien mithilfe von Digital-Cuttern ist eine mögliche Option.

Textilien: Grossformatdrucker sind peu à peu in den Textildruck eingestiegen, mit speziell für den Druck von Textilien konzipierten und ausgestatteten Maschinen wie etwa von *Mimaki*, *Epson* etc. hineingewachsen und stellen bereits ein Volumen von

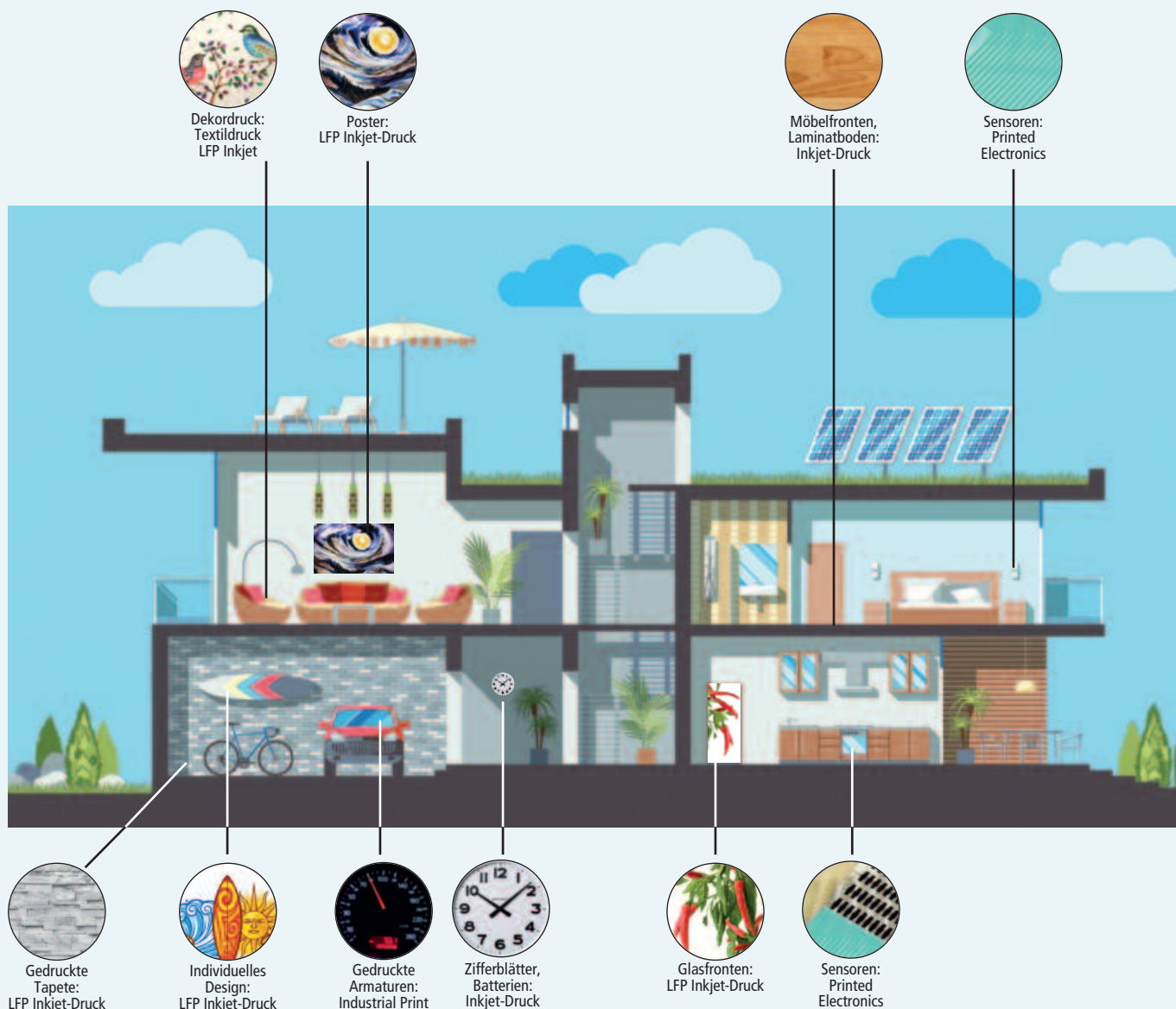
über 10% aller bedruckten Textilien (35 Mrd. m²) mit einem jährlichen Wachstum von 20% dar. Davon gehört ein erheblicher Teil zum Bereich Mode und Fashion, ein weiterer Bereich ist der für Heimtextilien. Gemeint sind damit Gardinen, Vorhänge, Bezugstoffe etc. Stoffe für Sonnenliegen und Sonnenschirme zählen ebenfalls dazu.

Glas: Zwar könnte man das Firmenlogo auf Folie drucken und aufkleben, der Direktdruck auf Glas ist jedoch edler und haltbarer. Dies ist bereits mit einer speziellen Lösung für die Flachbettdrucker von *swissQprint* im Large-Format-Printing möglich.

Natürlich auch mit grossen industriellen Lösungen.

Keramik: Zu solch ausgewachsenen industriellen Lösungen gehören Keramikdrucker, wie sie beispielsweise von *EFI* oder *Durst* hergestellt werden. Damit lassen sich nicht nur Boden-Fliesen für Küche, Bad etc. herstellen, sondern auch Wandfliesen in unterschieden Farben und Dekors für den Aussenbereich. So werden auch dekorative Keramikfliesen industriell im Inkjet hergestellt.

Solarzellen: Lange kann es nicht mehr dauern, dann werden Solarzellen gedruckt. Das Thema ist nicht ganz neu, aber derzeit



arbeiten Universitäten rund um den Globus an entsprechenden Lösungen. So auch an der *TU Chemnitz*, wo «Gedruckte und stabile organische Photovoltaik» schnell und mit vergleichsweise wenig Energieaufwand hergestellt werden soll.

Tapeten: Dass Tapeten schon lange Zeit gedruckt werden, überrascht nicht. Neu sind aber Tapeten, die auf Kundenwunsch angefertigt werden – mit eigenem Sujet oder Logo wie etwa für Hotel- oder Restaurantketten.

Individuelle Designs: Oberflächen aller Art lassen sich individuell

bedrucken. Am Beispiel Surfboard wird deutlich, dass es durchaus Gegenstände für den täglichen Gebrauch sein können.

Armaturen, Sensoren: In der Autoindustrie ist Industrial Print längst angekommen. Armaturen werden hier ebenso gedruckt wie etwa Zierleisten, Blenden oder Kühlergrills, die mit Techniken von beispielsweise *Kurz* (ähnlich der Heissfolienprägung in Druck) veredelt werden. Schon heute werden gedruckte Sensoren eingesetzt und künftig werden es auch OLEDs oder High-Performance-LEDs für die Beleuchtung sein, die aus einem Drucker kommen.

Zifferblätter, Batterien: Zifferblätter werden schon lange gedruckt. Bald werden auch Batterien (mit einer noch begrenzten Laufzeit) gedruckt werden.

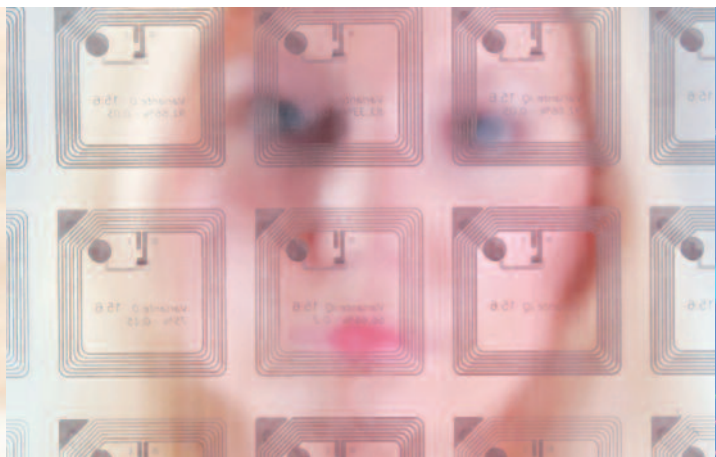
Glas: Türblätter aus Glas mit individuellen Motiven sind inzwischen State of the Art. Ebenso können Abdeckungen in der Küche bedruckt sein.

Laminat: Ebenso wie Wände aus Holz imitiert werden, werden Lamine für Möbel oder Fussböden im Druck beziehungsweise Digitaldruck hergestellt.

Sensoren: Sie messen Temperatur und Luftfeuchtigkeit, erken-

nen Leckagen, überwachen die Luftqualität, reagieren auf Berührungen und Fingerabdrücke und werden auch in Wearables zur Überwachung eingesetzt. Man sieht sie nicht, doch sind sie in etlichen Gebrauchsgegenständen verbaut – von der Kaffeemaschine bis zum Temperaturfühler.

Sicherlich haben wir das eine oder andere übersehen oder vergessen. Vor allem wird in den nächsten Jahren noch Etliches dazukommen.



Schalter, Taster, Platinen, Leiterplatten, Kabel und Steckverbinder – sie alle müssen codiert werden. Auch hier hat der Inkjet-Druck seine Finger im Spiel. Ohne Druck, auch wenn es nur die industrielle Codierung ist, käme heute wohl kein Auto mehr zum Laufen.

Bild oben rechts: Printed Electronics steht auch für elektronische Anwendungen, die statt mit Druckfarben mit funktionalen Tinten gedruckt werden. So können heute RFID-Lösungen oder Sensoren mit dieser Methode hergestellt werden (Foto: Contitech).

Die Techniken sind allesamt beherrschbar

Doch wer nun erwartet, im industriellen Druck würden völlig neue Technologien oder gänzlich andere Drucksysteme notwendig, sieht sich getäuscht. Denn viele Maschinen, Systeme oder Geräte, die im Industrial Print zum Einsatz kommen, sind auch bei anderen Anwendungen zu finden.

Dazu zählen Drucksysteme aus dem Segment Large- und Wide-Format-Printing (LFP) einschliesslich Tinten, Bedruckstoffen und Substraten, Softwarelösungen und Geräte für die Weiterverarbeitung. Dabei kommen nahezu identische Maschinen, Tinten und Substrate zum Einsatz. Demzufolge gibt es erhebliche Überschneidungen beim Grossformatdruck, beim Verpackungs- und Etikettendruck sowie dem industriellen und funktionellen Drucken.

Dennoch spielen Techniken, die dem Anspruch einer industriellen Fertigung genügen sollen, in einer anderen Liga. Denn die Material- und Formenvielfalt erfordert höchste Qualität, Haltbarkeit, Langlebigkeit und Beständigkeit der Drucke gegen Hitze, Kälte, Feuchtigkeit, Sonnenlicht oder Chemikalien. Basis für solche Druckanwendungen bilden hoch entwickelte Tinten, die mithilfe speziell gefertigter beziehungsweise optimierter Druckköpfe aufgetragen werden. Typische Anwendungen sind leitfähige Tinten für Tastaturfolien, das Bedrucken von Leder oder Armaturenbrett-Messanzeigen.

duelle Druck auf dreidimensionalen und runden Objekten wie Bällen oder Handyschalen. Das Bedrucken dreidimensionaler Gegenstände ist dabei ein Markt, der gerade bei Automobilausstattungen eine grosse Rolle spielt.

Inkjet ist wesentliche Komponente – Siebdruck wird aber bleiben

Auf lange Sicht wird der Inkjet-Druck aufgrund seiner Geschwindigkeit, Einsatzbreite und Vielseitigkeit sicherlich die am häufigsten eingesetzte Drucktechnologie im industriellen Druck werden, da er sich für variierende Produktvolumen, schnelle Designwechsel und im UV-Druck für nahezu alle Substrate eignet.

Schon heute haben Digitaldruckanlagen für die Grossserienproduktion und Oberflächenveredelung von Keramikfliesen, Laminaten, Aluminium und anderen Werkstoffen ihren festen Platz. Auch beim Bedrucken von interaktiven Touch-Panels, beim Druck von RFID-Etiketten, Solarzellen, Sensoren sowie bei der Kennzeichnung (Codierung) haben Inkjet-Drucktechniken die Finger im Spiel.

Gerade das Codieren gewinnt an Bedeutung, da es zur Verfolgung von Bauteilen in Produktionsstrassen oder im Lager dient oder auch wegen gesetzlich vorgeschriebener Angaben (Verfallsdatum, Sicherheitscodes und Nachverfolgung) auf den Produkten notwendig wird.

Dennoch: Auch wenn der Inkjet-Druck bereits Teilbereiche des Siebdrucks verdrängt hat, wird vorerst vieles nach wie vor im Siebdruck oder in Kombination mit dem Digitaldruck produziert werden. Dies nicht zuletzt aufgrund der Vielfalt an Farben. Viele Siebdruckfarben (zum Beispiel thermosensitive oder Metallfarben etc.) enthalten relativ grosse Pigmente, die nicht durch die Düsen der Inkjet-Druckköpfe passen. Während in anderen Druckverfahren für eine nötige Deckung von Farben oft mehrere Druckdurchgänge notwendig sind, druckt der Siebdruck die volle Dichte in einem Durchgang. Deshalb wird eine Kombination aus analogem und digitalem Druck oftmals sogar auf ein und demselben Produkt angewendet.

**Drucken verliert nicht an Bedeutung.
Es verschieben sich aber die Schwerpunkte.
Papier ist nur noch ein Teil des Druckens.**

Ohnehin haben sich im Large-Format-Printing Technologien etabliert, die mit UV-Tinten und entsprechender LED-UV-Härtung für Beständigkeit gegenüber mechanischen Einflüssen sorgen, dafür aber optische Reize ausüben. Damit ist nicht nur das Aufdrucken von Logos gemeint, sondern auch der indivi-



Attraktive und neue Geschäftsmodelle

Dabei dürfte das Potenzial des industriellen Drucks noch nicht einmal ansatzweise ausgeschöpft sein. Allerdings muss der Dialog zwischen Maschinenherstellern, Integratoren, Druckern und Industriekunden intensiviert werden. Und dabei sind wir gar nicht weit vom generellen Gedanken der Industrie 4.0 und Print 4.0 entfernt.

Digitale Drucktechniken eröffnen der Fertigungsindustrie völlig neue Optionen. Durch die Einbettung in

den Herstellungsprozess wird eine individuelle Gestaltung der Produkte sowohl in der Massenproduktion als auch bei kleinen Stückzahlen möglich. Das Design kann freier und variabler gestaltet werden und erreicht schneller die Produktion. Es bleibt mehr Spielraum für Innovationen, wobei Risiken und Kosten minimiert werden, da nicht gleich eine Massenproduktion gestartet werden muss. Diese dynamischen Entwicklungen bieten neue Stellhebel für Wachstum und Wertschöpfung.

Mit der Möglichkeit, auch hochwertige Massenartikel individuell aufzuwerten – und damit Konsumenten beziehungsweise Kunden ganz persönlich anzusprechen – eröffnen sich für die Industrie und viele Branchen attraktive und neue Geschäftsmodelle.

Das Drucken verliert dabei mitnichten an Bedeutung. Es verschieben sich aber die Schwerpunkte. Papier und Karton sind nur noch ein Teil des Drucks. Wer an dieser Stelle jedoch weitere Ausführungen zum Thema 3D-Druck erwartet hat, wird enttäuscht. Denn der additive Druck wird zwar im industriellen Druck genutzt, hat dort jedoch andere Aufgaben.

Ein Thema, das die Hersteller gedruckter Elektronik bewegt, ist die Gesundheitsversorgung. Sie rückt neben dem Unterhaltungs- und Automobilssektor immer mehr in den Fokus. Eine reale Vision ist, gedruckte Elektronik für das Gesundheitsmonitoring von Patienten in ihren eigenen vier Wänden. Ziel ist es, Probleme rechtzeitig zu erkennen. Hierbei bieten Wearables mit gedruckten Sensoren ein ausbaufähiges Feld.



Schule für Gestaltung Zürich

Weiterbilden und Erfolg haben

Medienmanagement HF
Höhere Fachschule, August 2023 bis Juli 2026

Techno-Polygrafin/Techno-Polygraf EFA
Lehrgang der höheren Berufsbildung, Februar 2024 bis Juli 2025

Über 50 neue Kurse
zu Themen wie Publishing, Gestaltung, Verpackung, Typografie, Fotografie, Film, Malen, Zeichnen, Illustration, Schmuck und Objektgestaltung

Jetzt informieren und anmelden!

Schule für Gestaltung Zürich
Ausstellungsstrasse 104
8005 Zürich
044 446 97 77
www.sfgz.ch/weiterbildung
www.sfgz.ch/kurse