



Bildquellen: Hintergrundbild Jozsef Bagota, 123rf.com; Natrual/Mas-hines; Dieter Kleeberg.

MAL EIN FIGÜRCHEN DRUCKEN, EIN GEBISS ODER EINEN AUSPUFF? VIELLEICHT ETWAS FÜR DEN GOLDSCHMIED ODER WEIHNACHTSGEBÄCK? DIE TYPISCHEN ANWENDUNGEN FÜR EINE DRUCKEREI SIND DAS NICHT. UND IM UMGANG MIT CAD-KONSTRUKTIONEN SOWIE WERKSTOFFEN WIE METALL, GIPS ODER KUNSTSTOFF SIND DRUCKEREIEN AUCH EHER UNGEÜBT. SOLLTE MAN VOM 3D-DRUCK NICHT DOCH BESSER DIE FINGER LASSEN? DER BEITRAG AUF DEN FOLGENDEN SEITEN BELEUCHTET DIE TECHNIKEN UND ANWENDUNGEN.

Hauptsache Druck?

3D-Druck: Einige grafische Unternehmen haben ihn für sich entdeckt, andere haben ihn wieder fallen lassen, eine Brancheninitiative und auch die drupa 2016 nehmen sich dieses Themas an. Aber welche Chancen bieten additive Fertigungsmethoden in unserer Branche wirklich? Ist der 3D-Druck eine zukunftsfähige Geschäftsidee oder eher ein abwegiger Hype?

Von DIETER KLEEBERG

Der Begriff ›3D Printing‹ wurde in den 1980er Jahren geprägt und von der Z-Corporation (3D Systems) als Handelsmarke eingetragen. So entstanden zwangsläufig weitere Bezeichnungen, die ausdrücken sollen, dass es sich um ein aus einem Datenbestand gefertigtes Objekt handelt. Fachsprachlich durchgesetzt hat sich der Begriff ›Additive Manufacturing‹ als das Gegenteil der subtraktiven Fertigung, bei der durch das Abtragen von Material dreidimensionale Gegenstände entstehen. Die Additive Fertigung ist das schichtweise Hinzufügen eines oder mehrerer Materialien in der Weise, dass ein strukturiertes Objekt entsteht.

Der nahezu synonym verwendete Begriff ›generative Fertigung‹ meint das Schaffen einer Struktur durch das Verbinden hinzugefügter Materialpartikel durch digitales Schweißen und Sintern. Weil dieses Addieren und Generieren meist Schicht für Schicht erfolgt, wird vom ›Schichtbau‹ gesprochen – es findet eine Abfolge zweidimensionaler Drucke statt, die in der Summe ein 3D-Objekt ergeben.

Rapid-Szenarien

Und noch etwas sollte geklärt werden, da der Begriff ›rapid‹ beim additiven Fertigen eine Rolle spielt. ›Rapid‹ heißt schnell. Ein für den 3D-Druck relativer Begriff, denn so ein Schichtbauvorgang dauert einige Stunden. Doch ist das immer noch um Größenordnungen schneller als

der Gesamtprozess, für den sonst erst dedizierte Werkzeuge entwickelt und gebaut werden müssten.

- ›Rapid Prototyping‹ ist die bis heute wichtigste Anwendung des 3D-Drucks. Im Prototypenbau werden Designstudien und maßstäblich verkleinerte Funktionsmodelle als Unikate gefertigt. Bei Bedarf ist nahezu jedes benötigte Objekt ›just in time‹ und an beliebigen Orten auf einem geeigneten Fertigungssystem herstellbar.

- ›Rapid Product Development‹ oder ›Reverse Engineering‹ nutzt 3D-Scanner zur Erfassung digitaler Vorlagen, ohne in eigenen konstruktiven Entwicklungsaufwand zu investieren. Hier bewegt man sich aber sehr schnell an der Grenze zum Plagiat.

- ›Rapid Manufacturing‹ bezeichnet die additive Fertigung voll funktionsstüchtiger Objekte oder Bauteile aus denselben hochwertigen und resistenten Materialien, die bei konventionellen Verfahren verwendet werden – bei Bedarf auch in kleiner Stückzahl.

- ›Rapid Tooling‹ dient der Herstellung komplizierter Gießformen und Stützkonstruktionen, die sich anderweitig nicht herstellen ließen, um mit ihnen Serienfertigungen zu bewerkstelligen. Aber auch die dezentrale Fertigung benötigter Werkzeuge, die vor Ort nicht verfügbar sind, ist so bei Bedarf möglich.

- ›Rapid Repair‹ ist die kostengünstige Alternative zum teuren Beschaffen von Ersatzteilen oder Werkzeug-

gen. Damit lassen sich Objekte an den beschädigten Stellen einfach additiv ausbessern.

Druck ist nicht gleich Druck

Diese Definitionen machen deutlich, dass der 3D-Druck eben kein Druckverfahren ist, bei dem Substrate bedruckt oder Oberflächen dekoriert werden. Aus Sicht der additiv fertigen Branchen wird das Bedrucken von Papier übrigens als ›selektives Beschichten‹ bezeichnet.

So läuft unsere Branche Gefahr, im allgemeinen 3D-Hype zu verkennen, dass weder klassische Druckereikunden bedient, noch Papier, Karton oder Folien verarbeitet werden. Es handelt sich um völlig andere Werkstoffe. Und im Umgang mit diesen Materialien haben Druckereien keinerlei Erfahrung und Wissen. Metall- und Keramikteile mit höchsten Festigkeitsansprüchen erfordern Kenntnisse aus Metallurgie und Werkstoffkunde.

Das aber hat nichts mit den kleinen 3D-Druckern zu tun, wo Materialien und Anwendungen in Frage kommen, die mit Heimwerkerwissen zu meistern sind. Hierfür halten sich die Investitionssummen aber auch in Grenzen und die Klientel ist breit gestreut.

Dagegen können sich kompetente Hersteller aus der Druck- oder Zulieferindustrie durchaus als 3D-Druck-Dienstleister profilieren, wie dies etwa der Artikel über Techno-Grafica (ab Seite 32) zeigt.

Eigene Terminologie

Selbst CAD-erprobte Verpackungshersteller werden Mühe haben, die Fachbegriffe der additiven Fertigung zu verstehen. Der Grund ist, dass die 3D-Technologie von der amerikanischen Tüftlerszene ins Leben gerufen wurde, bevor die Industrie aufmerksam wurde. So finden sich bis heute Kürzel wie bot (Roboter), fab (Fabricator) und rep (Replicator) in den Gerätenamen.

Statt mit dem Pixel haben wir es beim 3D-Druck mit dem ›Volumetric Pixel‹ (Voxel) zu tun, dem kleinsten druckbaren Volumenelement im µm-Bereich. Die Schichten heißen Layers, Perimeter deren Umfang, Raft (Floß) die lose bleibende Basis-schicht unter dem Objekt. Außenhüllen werden als Shells (Schalen) bezeichnet. Sie können sich berühren, wenn das Zusammenfügen durch Stecken oder Kleben separat gedruckter Bauteile geplant ist, eine Collision (Durchdringung) ist in den Daten auszuräumen.

Die für die Druckausgabe geeigneten CAD-Objektdateien in den Formaten .STL, .OBJ oder .WRL sind als Vertices und Vektoren (Oberflächenpunkte und ihre Verbindungslinien) definiert – und somit untauglich, um das Schichtbauwerkzeug zu steuern. Daher berechnet ein Slicer (Hobel) jede einzelne Druckschicht sowie den optimalen Toolpath (Verfahrweg des Druckwerkzeugs, im G-Code programmiert).



GEMEINSAMKEITEN, ANALOGIEN UND UNTERSCHIEDE DES ZWEI- UND DREIDIMENSIONALEN DRUCKS

Parameter, Prozessschritte	Druckindustrie	3D-Druck (additive Fertigung)
Motivaufbau	zweidimensional	dreidimensional
Drucksachenaufbau	auch dreidimensional (bei Buch, Verpackung)	immer dreidimensional
kleinstes darstellbares Element	Pixel (Picture Element) mit der Ausdehnung x × y	Voxel (Volumetric Pixel) mit der Ausdehnung x × y × z
Datenkompetenz	Annehmen, Bearbeiten und Weitergeben großer Datenmengen; Datenflusssteuerung	
Drucken aus dem Datenbestand	Digitaldruck	additives Druckverfahren
	verteiltes Drucken (über Internet), Drucken bei Bedarf	
Werkzeuge zum Generieren des Datenbestands	Scanner, Software für Seiten- und Verpackungsdesign	3D-Scanner, Tomograf
	Digitalkamera, CAD-Software	Digitalkameras, CAD-Software
Gebrauch von CAD-Daten	Schneid- und Stanzkonturen, Verpackungskörper	komplette Modellierung, Rekonstruktion aus 3D-Scans
Formatausnutzung	ausgeschossener Druckbogen, Mehrnutzenform, Sammelform	einzelne große oder gleichzeitig mehrere kleine Objekte im Bauraum-Volumen
Auflösung	mindestens 300 ppi im normalen Rasterdruck	höchstmögliche Polygonanzahl (glatte Oberfläche)
Darstellung grafischer Vektoren	Schriftkonturen	Oberflächen (Meshes); Verfahrspuren (Wegekoordinaten)
	Kurvenkonstrukte	Kurvenkonstrukte (Splines, Nurbs)
Skalierung	Abbildungsmaßstab stufenlos veränderbar	
	maximales Bogenformat durch Druckmaschine begrenzt	maximale Objektgröße durch Bauraumvolumen begrenzt
	maximale Bitmap-Größe durch Originalauflösung begrenzt	Minimierung verlangt konstruktive Vereinfachungen
druckfähige Datenformate	Seitenbeschreibungssprache PostScript, objektorientierte Seitenbeschreibung PDF	aus CAD-Formaten exportierte Schnittstellenformate .STL, .OBJ, .WRL, .AMF
Druckdateierstellung	PDF-Ausgabe, Bitmap im RIP	Maschen- und Voxelspur (G-Code) im Slicer
Rasterfeinheit	Angabe in Linien/cm (AM) oder µm (FM)	Angabe in dpi (meint »voxels per inch«)
Druckdateiausgabe	zeilenweise in Rotation oder mit Flachbett-Verfahrsspur	schichtweise (Layers) in Werkzeug- oder Bett-Verfahrsuren
Mindestdicken der Elemente	Vermeiden von Haarlinien	verfahrensabhängige Dicken, minimale Wandstärke
Vollständigkeit der Ausgabedaten	Vorhandensein und Reihenfolge (Ebenen, Trapping) aller Seitenelemente, PDF-Lektorat	Vorhandensein aller Teilkörper, Vermeiden offener Flächen und Kanten, Daten für Abgleich mit Ausgabeinspektion
	PDF-Konflikte	baukonforme Teileanordnung (Kollisionsvermeidung)
Wiedergabe von Farbinformationen	autotypisch mischende Composite-Separationen in CMYK + Sonderfarben und partiellem Lack	prozessintegrierter CMYK-Druck (Mcor-SDL) Kombinationen aus verschiedenen Basisfarben, Materialien oder Transparenzen (Stratasy Connex3: 3c + Stützmaterial; 3D Systems ZPrinter Prolet x60Pro: 4c + Stützmaterial)
Umgang mit Adobe Photoshop	Kreativ- und Retusche-Routine von Bildern	Bearbeiten (nicht Generieren!) von 3D-Objekten
farbliche Charakterisierung	ICC- oder proprietäres Farbmanagement	
Druckparameter-Beschreibung	Jobtickets (CIP4-JDF oder proprietär)	Adobe 3D Printer Description File Format (ausgewählt)
Endprodukt-Simulationen	Digitalproof; Digitaldruck und Schneidplotter für Dummies	Designstudien, Prototypen
Freigabe-Austauschformat	PDF	3D-PDF (darstellbar im Adobe Reader)
Stückzahlen	Digitaldruck: Unikate, Kleinauflagen	Unikate, Reparaturen, Kleinstserien
	Standarddruckverfahren: Normal- und Großauflagen	Großserien sind Ausnahme (nur 3DMP)
analoger Direktdruck	Offset-, Tief- und Flexodruck	kein Massendruckverfahren
	Siebdruck	Siebdruck (3DMP)
digitaler Direktdruck	Inkjet-Verfahren	
	Tonerverfahren; Schneidplotter	lithografische Projektion, Extrusions-Verfahren; Konturschneiden
feste Materialien	flexible Flächengebilde (Papier, Karton, Folien, Verbunde), starre Substrate; Tonerpartikel	spezielle Werkstoffe (keramische, metallische und organische Pulver, Drähte, Sand, Gips, Spezialpapiere)
flüssige und pastöse Materialien	Druckfarben, Tinten, Dispersionslacke	Farbmittel, Pasten (auch farbig), Binder
	fotopolymere Flexodruckformen; UV-Lacke (-Farben)	prepolymere Harze für lithografische Verfahren
	–	Lebensmittel, Biomaterial
Verarbeitung, Veredelung	Inline-Lackieren, Buchbinderei, Offline-Veredelung etc.	Entfernen des Stützmaterials, Glätten, Oberflächenhärtung, Einfärben mit Airbrush oder Malpinseln

Diese Übersicht macht gadenlos deutlich, dass die Unterschiede vom 3D-Druck zum konventionellen Druck erheblich sind und dass sich nur mit viel gutem Willen Analogien erkennen lassen.

Strukturelle Besonderheiten

CAD-Konstrukte müssen Anforderungen erfüllen wie Mindestwandstärken, mosaikartige Oberflächen (Tesselation, Mesh), Wasserdichtigkeit (frei von Löchern, die oft beim 3D-Scannen entstehen) und Füllungsgrad. Eine Rekonstruktions-Software erstellt aus Scan-Punktwolken die Konturvektoren (Splines, Nurbs) und die Oberflächen. Das Objekt muss im Dialog mit den zuvor genannten Parametern ausgestattet sein.

Damit sind sehr filigrane und komplexe, das heißt ineinander verschachtelte Strukturen definierbar, die sich auf konventionellem Wege nicht oder nicht aus einem Stück und erst recht nicht in einem einzigen Produktionsschritt erzeugen ließen. Diese für subtraktive Werkzeuge unerreichbaren verdeckten oder überhängenden Strukturen sowie Hohlräume heißen Undercuts (Hinterschnidungen).

Verfahrens- oder objektbedingt sind Supports (Stützkonstrukte) nötig, die sich nach dem Drucken und Verfestigen mechanisch (Bürsten, Luftdüse) oder chemisch (wasserlöslich) entfernen lassen sollen – ein Aufwand, der in der Kalkulation zu berücksichtigen ist.

Außerdem werden Kunststoffoberflächen chemisch mit Aceton oder Tetrahydrofuran geglättet, eine Infiltration poröser Materialien mit Isozyanid dient der Oberflächenhärtung. Mit Klebstoffen werden Teile verbunden und farbige Flüssigkeiten sowie Lacke stehen für das manuelle Bemalen zur Verfügung, wenn nur monochrom gedruckt werden kann. Beim mehrfarbigen Druck wird die Farbe dem Inkjet-Bindemittel beigelegt oder es wird gleich mit farbigen Kunststoffen gearbeitet.

Bestandteile der 3D-Drucker

Äußerlich unterscheiden sich die Drucksysteme extrem voneinander. Da gibt es für ein paar Hundert Euro primitive dreibeinige Desktop-Bausätze, die zwischen ihren Standfüßen das Objekt bauen. ▶

Wissen

WO ES LANG GEHT

Investitionsentscheidungen werden durch eine zunehmende Vielfalt an unterschiedlichen Lösungen nicht einfacher. Wer kennt noch die Unterschiede und wer hat noch die Zeit, die Fakten im Detail zu vergleichen? Das lässt viele Entscheider alles andere als ruhig schlafen.

Abhilfe schafft das Printmediamagazin ›Druckmarkt‹, das mit seinen Analysen und Übersichten Maßstäbe gesetzt hat. Seit über 15 Jahren erscheinen das Magazin und die Nachschlagewerke ›Investitionskompass‹ und ›Druckmarkt COLLECTION‹. Wir analysieren die aktuelle Situation der Branche anhand von Fakten, Trends, Meinungen und Ereignissen. Wir lassen Menschen, Manager und Macher zu Wort kommen, informieren und kommentieren, damit Sie wissen, wo es lang geht.



Macht Entscheider entscheidungssicher.

DRUCKMARKT
Printmediamagazin 

Druckmarkt • Abo-Service
Ahornweg 20 • D-56814 Fankel/Mosel
Tel. (+49) 0 26 71 - 38 36

www.druckmarkt.com



Aus lasergesintertem Mehrkomponenten-Polyamidpulver: Architekturmodell, SLS-gedruckt von 3D Systems. [Foto: 3DSmart.com.ua]

Für fünf- bis siebenstellige Beträge gibt es auch geschlossene Systeme in Größen vom Bürokopierer bis zum SUV. Gemeinsam sind ihnen dennoch einige notwendige Komponenten.

Der Bauraum: Hier findet der Druck statt. Die Bauraumgröße L x B x H begrenzt die herstellbare Objektgröße, meist im Zentimeterbereich, selten 1 m in Breite oder Länge.

Die Plattform: Sie ist die Fläche des Bauraums, auf der der Schichtbau erfolgt. Dies kann ein nacktes Fundament sein oder ein Druckbett, das mit kaltem oder beheiztem Pulver oder einem UV-sensibilisierten Flüssigharz schichtweise aufgefüllt wird. Nach jeder vollendeten Schicht wird die Plattform in der entsprechenden Dicke abgesenkt oder das Werkzeug angehoben.

Das Werkzeug: Verfahrensabhängig dosiert es voxelweise das Baumaterial oder löst eine chemische beziehungsweise thermische Reaktion im Druckbett aus. Dabei legt es einen optimalen Verfahrensweg über der Plattform zurück.

Je nach Verfahren ist auch das Werkzeug unterschiedlich ausgeführt.

Als **Extruder** (beheizbare Spritzdüse), wenn das Material als Filament (Materialdraht) geschmolzen wird – vergleichbar mit dem Draht beim Schweißen oder Löten.

Als **Laser**, wenn das Material umgeschmolzen oder gesintert wird.

Als **UV-Mikrospiegelmatrix**, wenn wie im Belichter eine Information auf ein flüssiges Fotopolymer ge-

schrieben wird (Stereolithografie). Als **Inkjet-Düse**, wenn ein flüssiges Bindemittel in ein Pulverbett hineinschreibt.

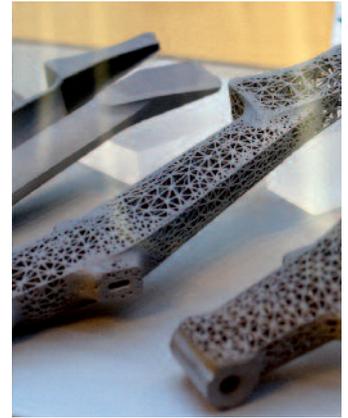
Casting – Digitalisierung

In 3D-Webshops wie etwa Cubify, iMaterialise, Sculpteo, Shapeways, Thingiverse oder Wamungo gibt es kostenlose CAD-Vorlagen für beliebige Verwendungen. Zudem können eigene CAD-Modelle zum Ausdruck hochgeladen und an Dritte lizenziert werden. Es können auch CAD-Designer über die Plattformen gebucht werden. Dies sind allerdings allesamt Leistungen, für die Kompetenzen aus unserer Branche nicht gefragt sind.

Relevanter sind die Erfahrungen der Datenerfassung und -bearbeitung. Einige Dienstleister bieten CAD-Modelle aus 3D-Scans als Service an und haben hierfür 3D-Scan-Studios eingerichtet. Die Beschränkung auf diesen Scan- und Datenservice ist ein gangbarer Weg, in den 3D-Markt einzusteigen.

Für »menschliche Vorlagen« in Lebensgröße werden neben Drehteller-Scannern Fotogrammetrie-Kabinen mit 50 Digitalkameras (und weit mehr) eingesetzt. Innenarchitekten benötigen dagegen Großraums Scanner, die Wände, Türen, Fenster und Objekte abtasten. Für kleinere Objekte genügen meist Desktop-Drehteller-Scanner. Modifizierte Xbox-360-Steuerungen oder Handscanner sind eher etwas für Einsteiger.

Leichtbau: Nicht anderweitig als additiv ließen sich Metallteile wie diese mit EOSint gesinterten Pedale material- und gewichtsparend fertigen. [Foto: Kleeberg]



Datenübernahme und -qualität

Wie bei der PDF-Übernahme müssen auch beim additiven Fertigen Checklisten erarbeitet werden. PDF ist übrigens auch in 3D-Freigabeprozessen ein Austauschformat: Acrobat Pro kann rund 40 CAD-Formate nach 3D-PDF konvertieren und Kunden können im Adobe Reader durch einen Klick ins Acrobat-Dokument die 3D-Funktionalität aktivieren.

Eine elementare Forderung ist die Anlieferung druckfähiger Exportformate wie .STL, .OBJ oder .WRL, weil nicht alle nativen CAD-Programme vorgehalten werden können.

Je höher die Auflösung der 3D-Scan- und CAD-Daten, umso besser. Mehrteilige Objekte dürfen keine überlappenden Teile besitzen. Parameter und Festigkeitsanforderungen müssen zu dem vorhandenen Druckverfahren passen. Und zum Service gehört es auch, Löcher in der Objekttoberfläche inklusive Boden zu schließen und Stützkonstruktionen zu optimieren.

Mit den Anwendungen wachsen

Viele Einsteiger starten mit kostengünstigen Verfahren wie Fused Deposition Modeling (FDM) oder Fused Filament Fabrication (FFF) für Kunststoff-Prototypen und -Formen. Damit erlernen sie die 3D-Praxis. Ein CMYK-fähiges Drucksystem wird benötigt, um die bunten Gips- oder Polymerpulver-Figuren fürs Regal daheim anbieten zu können. Derzeit

günstigster Vollfarbdrucker ist der ZPrinter ProJet 660Pro von 3D Systems, der nach dem Color-Jet-Printing-Verfahren (CJP) arbeitet.

Stereolithografische Verfahren (SLA/SL, SLT, DLP/3SP/SCP, MJM, LCM) erlauben hochauflösende, detailreiche Modelle. Roland DG bietet ein preisgünstiges SLA-System und eine ergänzende subtraktive CNC-Fräse.

Für erfahrenere Dienstleister stellt sich irgendwann die Frage, ob das Geschäftsfeld mit anspruchsvolleren Werkstoffen ausgebaut werden soll. Selective Laser Sintering (SLS) verarbeitet Kunststoff-, Keramik- und Metall-Sinterpulver für hohe mechanische Anforderungen. 3D Printing bietet mit chemisch beständigen Metallen unter anderem Anwendungen für den Medizinbereich oder für Goldschmiede.

Anwendungen und Kunden

Drucksacheneinkäufer sind sicherlich nicht die künftige 3D-Druck-Klientel. Die bunten Figuren sind eher etwas für Laufkundschaft, die im Web-to-Print-Portal oder in Einkaufsmeilen beworben werden können. Ob diese Anwendung aber für Jahre erfolgreich sein kann, hängt davon ab, wie viele Dienstleister sich auf den Kuchen stürzen, wie lange der Hype anhält und welche Ideen (zum Beispiel Familie und Freunde als Schachspiel) geboren werden. Generell ist der Consumermarkt die größte 3D-Zielgruppe. Für Kontinuität und eine überschaubare Amorti-

sationszeit müssen aber auch Geschäftskunden mit regelmäßigem Bedarf akquiriert werden. Der vollfarbige CJP-Druck könnte zum Beispiel für Sammlerfiguren von Sportstars in Fanshops eingesetzt werden, bunte Modelle aller Art können Architekten, Städteplaner und Designer als Kunden binden, da sie nie ein eigenes Drucksystem auslasten würden. Eine besondere Stellung könnten Schulen und Unis mit ihrem Bedarf an anschaulichen Lehrmitteln einnehmen.

Höchsten Ansprüchen an die Oberflächenqualität von Farbobjekten, wie sie für Vorab-Werbeaufnahmen noch nicht existierender Produkte gebraucht werden, liefert das teure Stratasys-PolyJet-Verfahren mit dem CMY-Connex3-System. Für Bau-raumbreiten von 0,26 bis 0,5 m und entsprechend leistungsfähige Systeme sind allerdings schon sechsstellige Beträge hinzublättern.

Das Rapid Prototyping von maßstäblich verkleinerten Designobjekten und funktionsfähigen Modellen ist nach wie vor die kommerzielle Hauptanwendung. Objekte für Fertigungsingenieure, Techniker und Werkzeugbauer sowie Kunstduplikate für Museen, kunsthandwerkliche Objekte, Souvenirs und exklusive Werbeartikel in kleineren Stückzahlen werden ebenfalls von Geschäftskunden nachgefragt.

Dentallabore, Prothesenbauer und Optiker sind dagegen ideale 3D-Druck-Anwender. Sie benötigen viele Unikate und die 3D-Daten werden durch medizinische 3D-Diagnostik und 3D-Scans gewonnen. Das Holzbein ist schon längst leichten, elastischen, hochfunktionalen Prothesen gewichen. Auch die Hand, in Verbindung mit hirnstromgesteuerter Elektronik, wird additiv nachgebaut. Lebende (aber gedruckte) Organe und Hauttransplantate sind noch Gegen-

stand der Forschung und natürlich nichts für Serviceunternehmen.

Mehrfarbiger Druck

Beim Druck der bunten Figuren benutzt der in Frage kommende 3D Systems ZPrinter 660Pro für immerhin 80.000 € vier verschieden eingefärbte Bindemittel, mit denen weiße Pulverpartikel während des Herstellungsprozesses verbunden und zugleich eingefärbt werden. Wie beim Vierfarbendruck auf Papier findet hier eine Farbmischung CMYK plus Weiß statt – jedoch nicht lasierend, sondern deckend.

Das PolyJet-Verfahren von Stratasys verarbeitet dagegen drei verschieden eingefärbte UV-härtende Flüssigharze. Im Objet500-Connex3-System (265.000 €) ist es in acht Druckköpfen implementiert, von denen zwei dem Stützmaterial, das in der Nachbearbeitung entfernt wird, vor-

behalten sind und je zwei für eine »Prozessfarbe« genutzt werden können. Konkret ist ein dreifarbiges Druck möglich, mit jeweils opakem oder transparentem CMY oder drei anderen Farben für eine subtraktive Farbmischung am Objekt.

Genauso gut lassen sich damit auch drei verschiedene Kunststoffe mit unterschiedlichen optischen Härte- oder Flexibilitätseigenschaften kombinieren. So kann zum Beispiel eine Schutzbrille aus harten transparenten Gläsern in einer harten opaken Fassung und mit elastischen opaken Bügeln samt Gelenk am Stück gedruckt werden.

Aufbereitung von Farben

Doch bei all diesen Anwendungen in der additiven Fertigung hilft die Mehrfarbendruck-Kompetenz von Druckereien nicht viel weiter. ▶

Techno-Grafica

HANOSEK QUALITÄT

Seit mehr als 30 Jahren schätzen Kunden weltweit unsere Qualität auf höchstem Niveau.



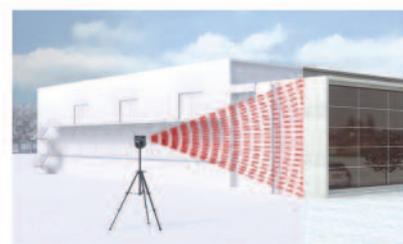
Grafische Systeme

Wir entwickeln und fertigen Systeme und Anlagen für die Grafische Industrie. Im Besonderen für den Bereich Pre-Press des Offsetdruckes. Einzelsysteme bis zu vollautomatisierten Prozesslinien.



Lasersintern

Auch für unsere grafische Industrie. Wir konstruieren und fertigen lasergesinterte Kunststoffteile als Serienteil oder als Prototyp vollständig werkzeuglos.



3D-Laserscan

Auch für unsere grafische Industrie. Wir digitalisieren und dokumentieren Gebäude und Anlagen in den Bereichen Anlagenbau und Reverse Engineering.

ÜBERSICHT ÜBER ADDITIVE SCHICHTBAU-TECHNOLOGIEN

Inkjet-Druck eines Bindemittels in ein Pulverbett: 3DP (3D Printing), CJP (ColorJet Printing CMYK), HSS (High Speed Sintering)

Lithografische Verfahren mit UV-sensibilisierten Prepolymeren und Harzen: 3SP (Scan, Spin and Selectively Photocure), Clip (Continuous Liquid Interface Production), DLP (Digital Light Processing), FTI (Film Transfer Imaging), LCM (Lithography-based Ceramic Manufacturing), MJM (MultiJet Modeling), PolyJet CMY, PPL (Photonic Professional Lithography), SCP (Selective Contour Photocuring), SLA (Stereolithographic Apparatus), SL (Stereo-Lithography), SLT (Scan-LED-Technologie)

Cladding mit Kunststoff-Filamenten (Schmelzschichtung): CFF (Composite Filament Fabrication), FDM (Fused Deposition Modeling), FFF (Fused Filament Fabrication), SCP Smooth Curvature Printing), WDM (Wax Deposition Modeling)

Cladding mit Metall-Filamenten (Auftragschweißen) oder Metallpulver (Umschmelzen): DMD (Direct Metal Deposition), EBF (Electron Beam Freeform Fabrication), EBM (Selective Electron Beam Melting), LaserCusing, LENS (Laser-Engineered Net Shape), LMD (Laser Metal/Material Deposition), LMJP (Liquid Metal Jet Printing), SLM (Selective Laser Melting)

Partikelinjektion in einen Gasstrom: AJ (Aerosol Jet), CGT (Cold Gas Technology)

Sinterverfahren mit Mehrkomponentenpulver: 3DMP (3D Metal Printing, Siebdruck mit Metallpulver), DMLS (Direct Metal Laser Sintering), MLS (Micro Laser Sintering), SLS (Selective Laser Sintering)

Laminierverfahren: LOM (Laminated Object Modelling), SDL (Selective Deposition Lamination CMYK)

Kombinationsverfahren: MJF (Multi Jet Fusing CMYK ab 2016), MJP (Multi Jet Printing = 3DP + MJM), RIM (Rapid Injection Molding = SLA/SLS + Spritzguss), SHS (Selective Heat Sintering = Cladding-Thermokopf arbeitet in weißem sinterfähigen Kunststoffpulver), SLA + CNC-Fräsen von Roland DG

Additionsverfahren für biologische Materialien: CATE (Computer-Aided Tissue Engineering), F3D (Food 3D Printing)

Düsenstritzguss für Häuserbau mit flüssigem Polymer-Beton oder Lehm: CC (Contour Crafting)

Mit Ausnahme des in der Nachbearbeitung viel zu aufwändigen SDL-Verfahrens von Mcor, bei dem Papier mit gerasterten CMYK-Bildern bedruckt und schichtweise zu einem Objekt verleimt wird, findet in den etablierten Verfahren weder eine Farbseparation in den farbenblinden CAD- und .STL-Vektordaten statt, noch ist mangels Raster eine autotypische Farbmischung möglich. Stattdessen stehen drei Export- und Verknüpfungsmethoden zur Auswahl, die an dieser Stelle aber aufgrund ihrer Komplexität nicht näher erläutert werden sollen. Allerdings arbeiten einige Hersteller daran, die Methoden für den farbigen Druck zu vereinfachen.

Die Industrie druckt selbst

Je professioneller und anspruchsvoller die Werkstoffe, umso teurer die Drucksysteme. Zwar könnten mehrere Dienstleister ein gemeinsames 3D-Druckzentrum betreiben und dadurch mehr Verfahren als ein einzelner Dienstleister anbieten. Doch bei den teuren Verfahren ist es nicht ungewöhnlich, dass die Drucksysteme direkt in der Fertigungsindustrie installiert werden – weil sie dort Teil des Produktionsprozesses sind. Die wirklich großen Kuchenstücke gelangen also erst gar nicht in den Dienstleistungsmarkt. Das gilt gerade für die Automobil- und Flugzeugindustrie. Hier macht es die Vielzahl

Es gibt nicht ›das Eine und einzige‹ 3D-Druckverfahren. Je nach Anwendung und einzusetzendem Material gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme, die zudem von verschiedenen Herstellern angeboten werden.



Die vollständige Studie des Autors mit einer ausführlichen Bewertung der verschiedenen Verfahren und Geschäftsmodelle aus dem Blickwinkel der Druckindustrie ist beim Bundesverband Druck und Medien e.V. (bvdmm) erschienen.

Dieter Kleeberg: Geschäftsfeld 3D-Druck – Perspektiven für Druck- und Medienunternehmen.

Orientierungshilfe für den Einstieg in die additive Fertigung dreidimensionaler Objekte.

108 A4-Seiten mit über 100 Abbildungen und Tabellen. bvdmm, Art.-Nr. 85504.

Für Mitglieder kostenlos, für Nichtmitglieder 69,90 Euro plus MwSt. und Versand.

› www.point-online.de oder per E-Mail, Judith Sax, js@bvdmm-online.de

der Modelle und vielleicht auch die Geheimhaltung aus, weshalb die Design- und Windkanalabteilungen von Daimler, VW oder Airbus über eigene Drucksysteme verfügen.

Ob die Konstruktionsabteilungen im Maschinenbau selber fertigen oder 3D-Drucke einkaufen, dürfte vom jeweiligen Produkt abhängig sein. Hier könnte durch das Drucken einzelner Teile ihre Fügbarkeit geprüft werden, woraus aus solchen Tests Erkenntnisse gewonnen werden, welche Werkzeuge und Maschinen zur Montage eingesetzt oder erst noch entwickelt werden müssen. Generell ist die Fertigungsindustrie interessiert, dass die additiven Verfahren für die Serienfertigung tauglich werden und langfristig die subtraktiven Verfahren verdrängen.

Da die Druckgeschwindigkeit in absehbarer Zeit aber nicht annähernd auf das Niveau der subtraktiven Fertigung zu steigern ist, werden nur Anwendungen in Frage kommen, bei denen es auf die komplizierte Form ankommt oder die Stückzahlen keine wirtschaftliche konventionelle Fertigung erlauben.

Fazit

Potenzial für den 3D-Druck ist also durchaus vorhanden – industriell, im Marketing und Merchandising oder im Privatkundenbereich. Doch die Perspektiven und Anwendungsfelder des 3D-Drucks sind für Druckereien eher überschaubar. Wohl deshalb ist die Anzahl grafischer Be-

triebe im deutschsprachigen Raum, die sich ernsthaft mit dem 3D-Druck auseinandersetzen, niedrig zweistellig. Einen Einstieg zu finden, ist bei dem inzwischen riesigen Angebot an Maschinen zwar nicht schwer, das 3D-Geschäft nach einer Investition aber profitabel auszubauen dagegen schon.

In jedem Fall muss qualifiziertes Personal zur Verfügung stehen, das die CAD- und Werkstoff-Technologien beherrscht und die Kunden intensiv beraten kann. Im Umgang mit CAD-Daten unerfahrene Druckereien werden allerdings alleine schon an der Technik scheitern.

Die Betriebe aus der Druckindustrie sind also in Sachen 3D-Druck nur ein Stück weit kompetent. Wer dennoch sukzessive 3D-Erfahrung sammeln will, dem sei intensives Informieren auf Messen wie etwa der EuroMold (Düsseldorf), formnext (Frankfurt) oder Rapid.Tech (Erfurt) empfohlen. Der VDMA und die Messe Düsseldorf haben zudem die Marke ›3D fab + print‹ initiiert, unter der auf der drupa 2016 alle 3D-Druck-Aktivitäten zusammengefasst dargestellt werden sollen.



SCHELAUMACHER DIGITALDRUCK



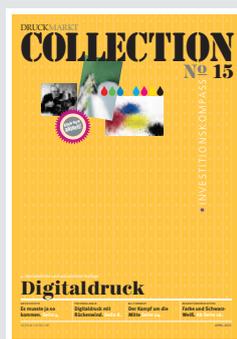
Mit dem Digitaldruck beschäftigt sich die Branche seit nunmehr gut 20 Jahren. Dabei sorgen ständig neue Techniken immer wieder für Diskussionen darüber, wo und wie Digitaldruck im professionellen Umfeld am sinnvollsten und vor allem wirtschaftlich einsetzbar ist. Die Unzahl an Systemen, Verfahrenstechniken mit Tonern, Tinten und unterschiedlich einsetzbaren Bedruckstoffen macht einen einfachen Überblick allerdings nicht gerade einfach.

Natürlich können Sie Kollegen fragen, sich durch Berge von Papier wühlen und durch Suchmaschinen kämpfen, um irgendwann den Überblick zu verlieren. Aber warum?

Diese Arbeit haben wir schon für Sie erledigt! Die ›Druckmarkt COLLECTION‹ 15 greift praktische und theoretische Aspekte auf, stellt über 200 aktuelle Drucksysteme in Marktübersichten zusammen, beschreibt und kommentiert sie. Daneben gibt es ein Glossar mit den wichtigsten Begriffen und ein Anbieterverzeichnis für die Ansprechpartner in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

Die Übersichten (derzeit aktueller Stand 31. März 2015) werden übrigens permanent aktualisiert.

Und wenn Sie kein Exemplar der Erstauflage mehr erhalten – kein Problem. Schließlich gibt es ja auch noch den Digitaldruck!



›Investitionskompass‹ **Digitaldruck**

52 Seiten DIN A4, davon über 12 Seiten Marktübersichten sowie Tabellen, Checklisten, Artikel, Glossar und Anbieterverzeichnis.

Zu bestellen im Internet für
16,50 € / 16.50 CHF.