

Wie 3D-Drucker zur modernen Fertigung passen



In diesem Kapitel

- ▶ Additive Fertigung kennenlernen
- ▶ Additive Fertigung definieren
- ▶ Vergleiche zur traditionellen Fertigung ziehen
- ▶ Recycling und geplante Veralterung berücksichtigen
- ▶ Die Anwendung des 3D-Drucks genauer betrachten

Im Bereich der Fertigung finden derzeit erstaunliche Umbrüche statt. Dies betrifft fast alle Produkte, und diese Wandlung verspricht, unsere Zukunft zu einer nachhaltigen und an das einzelne Individuum angepassten Umgebung zu machen. Diese Zukunft steht vor der Tür, und alles, was wir brauchen, kann mit minimalem Abfallaufkommen schnell ersetzt oder neu erstellt werden – von Nahrungsmitteln bis hin zu unseren eigenen Körpern. Wir sprechen hier nicht von langsamen Änderungen durch Fortschritt, wie beispielsweise bei einer iPhone-Generation zur nächsten, sondern von einer wirklichen Revolution, vergleichbar mit den Änderungen, die das industrielle Zeitalter für die Welt mit sich gebracht hat, die nicht zuletzt dazu geführt haben, dass unsere Wohnungen und Unternehmen Licht und Strom erhalten haben.

Diese Entwicklung wird nicht ohne Verluste vonstattengehen. Alle wirklich grundlegenden Änderungen, die sich auf alle Bereiche der weltweiten Wirtschaft erstrecken, sind ihrer Natur nach zerstörerisch. Mit Sicherheit werden die ineffizienten herkömmlichen Methoden verschwinden, um das jeweils nächste Modell irgendeines Produktes herzustellen, und den neuen Methoden Platz machen, von denen man bisher nur träumen konnte. Die Technologie hinter dieser Wandlung wird auch als *additive Fertigung*, *3D-Druck* oder *direkte digitale Fertigung* bezeichnet.

Aber egal, wie wir diese Technologie bezeichnen, sie wird bereits im nächsten Jahrzehnt genutzt werden, um alles Mögliche zu bauen, wie beispielsweise Motoren, Flugzeuge, Lebensmittel und sogar Gewebe und Organe aus Zellen! Tagtäglich werden überall auf der Welt neue Anwendungsformen für den 3D-Druck entdeckt und entwickelt. Und selbst der Weltraum ist nicht ausgeschlossen: Die NASA testet Entwürfe, die ohne Schwerkraft und auf dem luftfreien Mond funktionieren und sogar die Erkundung anderer Planeten durch den Menschen unterstützen, wie beispielsweise des Mars (wie das aussehen könnte, sehen Sie in Abbildung 1.1). Machen Sie sich auf einiges gefasst, denn in den nächsten Kapiteln werden

3D-Druck für Dummies

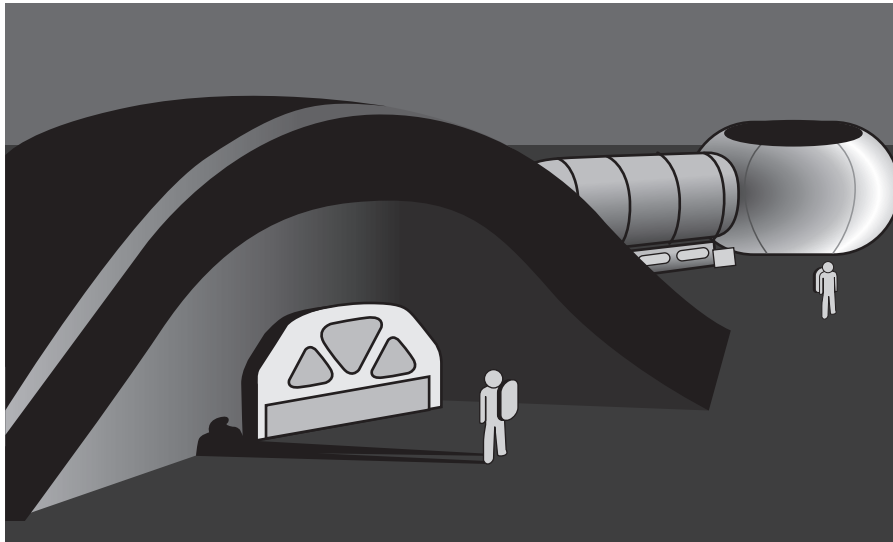


Abbildung 1.1: Eine Zeichnung eines von der NASA in 3D-Druck auf dem Mond geplanten Gebäudes

wir zahlreiche, unglaublich neue und fantastische Technologien vorstellen. Und wir werden Ihnen zeigen, wie Sie selbst an dieser unglaublichen Wandlung teilhaben können, indem Sie einen 3D-Drucker zuhause bauen und einsetzen.

Additive Fertigung – Einführung

Jetzt fragen Sie sich vermutlich, was »additive Fertigung« ist. Additive Fertigung erinnert ein wenig an die »Replikatoren« aus *Star Trek*, über die der Captain einen »Tee, Earl Grey, heiß« bestellen konnte, und dann tatsächlich eine Tasse mit einer entsprechenden Flüssigkeit erhielt, komplett fertig und trinkbereit. Wir sind noch nicht ganz so weit. Heute übernehmen 3D-Drucker die additive Fertigung, indem sie ein im Computer gespeichertes 3D-Modell eines Objekts in viele sehr dünne Schichten umrechnen und das Objekt dann Schicht für Schicht aufbauen und Material auftragen, bis das Objekt fertig für den Gebrauch ist.



3D-Drucker sind durchaus mit den uns vertrauten Druckern vergleichbar, die Sie bereits zuhause oder bei der Arbeit verwenden, um Kopien von Dokumenten zu erstellen, die auf elektronischem Wege übertragen oder auf Ihrem Computer erstellt wurden, außer dass ein 3D-Drucker ein dreidimensionales Objekt aus den unterschiedlichsten Materialien erzeugt, nicht nur einen einfachen Ausdruck auf Papier.

Seit Johannes Gutenberg hat die Möglichkeit, Dokumente mehrfach zu drucken, Bildung in die Welt gebracht. Wenn Sie heute in einer Textverarbeitung auf die DRUCKEN-Schaltfläche

1 > *Wie 3D-Drucker zur modernen Fertigung passen*

klicken, übernehmen Sie die Arbeit von Schriftstellern, Stenografen, Korrektoren, Layoutern, Belichtern (Farbgebung und Einfügen von Bildern) und Druckern innerhalb eines einzigen Arbeitsschritts. Und mit ein paar weiteren Klicks veröffentlichen Sie das von Ihnen erstellte Dokument im Internet, wo es von anderen Menschen auf der ganzen Welt geteilt, heruntergeladen und ausgedruckt werden kann.

Der 3D-Druck bewirkt genau dasselbe für Gegenstände: Designs und virtuelle 3D-Modelle für physische Objekte können geteilt, heruntergeladen und dann in physischer Form ausgedruckt werden. Nicht auszudenken, was Johannes Gutenberg daraus gemacht hätte.

Definition der additiven Fertigung

Warum heißt die additive Fertigung »additiv«? Bei der additiven Fertigung wird das Design eines Objekts – seine Form – in ein Computermodell umgewandelt. Anschließend wird das Modell in einzelne Schichten zerlegt, die aufeinander gestapelt werden können, um schließlich das endgültige Objekt zu bilden. Damit wird ein dreidimensionales Objekt als Folge aufeinander stapelbarer Schichten neu dargestellt, die, wenn sie zusammengefügt werden, schließlich das fertige Objekt ergeben (siehe Abbildung 1.2). Ob es sich bei diesem Objekt um eine Teetasse oder ein Haus handelt – der Prozess beginnt immer bei der untersten Schicht und baut alle weiteren Schichten darauf auf, bis das komplette Objekt fertiggestellt ist.

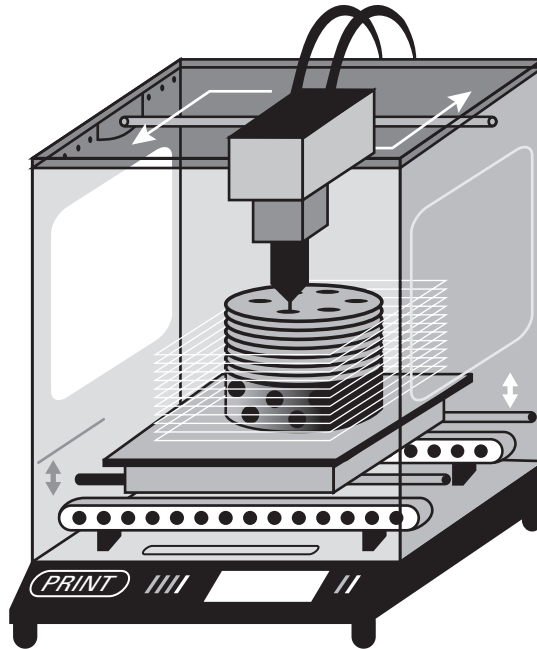


Abbildung 1.2: Eine Zeichnung in 2D, wie der 3D-Druck funktioniert

3D-Druck für Dummies

Unsere Kinder konnten das schon, bevor sie ihren ersten 3D-Drucker überhaupt zu Gesicht bekommen haben. Sie entdeckten nämlich, dass sie mithilfe von Kräckern und Sprühkäse mehr als nur einen Snack basteln konnten. Sie bauten ganze Türme und riesige Konstruktionen, indem sie einfach nur Kracker und Käse aufeinanderschichteten. Diese essbaren Bauwerke zeigen das Potenzial der additiven Fertigung. Auf jeden Kracker wurde eine spezielle Sprühkäseschicht aufgetragen, um damit Namen zu schreiben, Zeichnungen anzufertigen und sogar Formen zu bilden und winzige Pyramiden zu stützen. Die resultierenden Mahlzeiten waren zum einen einzigartig und sahen außerdem genau so aus, wie sich das jeweilige Kind dies vorgestellt hatte.

3D-Drucker bauen die Materialschichten auf verschiedene Arten auf: Entweder schmelzen sie Flüssigkristallpolymere unter Verwendung eines Lasers, sie verbinden kleine Granulatkörnchen unter Verwendung eines Lasers oder eines flüssigen Bindematerials oder sie spritzen geschmolzenes Material aus (man sagt dazu »extrudieren«), ähnlich wie Zahncreme aus der Tube auf eine Zahnbürste. 3D-Drucker erledigen ihre additive Fertigung jedoch unter Verwendung von sehr viel mehr Material als nur Zahncreme oder Sprühkäse. Sie können Gegenstände aus lichtaushärtenden Kunststoffpolymeren, geschmolzenem Kunststoffaden (»Filament«), Metallpulvern, Beton und vielen anderen Materialtypen herstellen – unter anderem auch aus biologischen Zellen, die atemberaubend komplexe Strukturen annehmen können, mit denen wir in unserem Körper Austausch-, Reparatur- und sogar Erweiterungsarbeiten vornehmen können.

So wie die Jahresringe eines Baums die additiven Wachstumsschichten des Baums für jedes einzelne Jahr zeigen, so baut auch die additive Fertigung Gegenstände Schicht für Schicht auf. Auf diese Weise können wir ein kleines Plastikspielzeug, ein ganzes Auto und sehr bald ein ganzes Haus (mit allen Möbeln) oder sogar komplette Flugzeuge mit allen ihren Steuerungen herstellen. Die Forschung im Bereich der Leitermaterialien kann heute bereits zeigen, dass auch Verdrahtungen bald Bestandteil des additiven Fertigungsprozesses sein werden, indem sie einfach nur auf ein Objekt aufgedruckt werden, statt sie später installieren zu müssen.

Der Vergleich mit der traditionellen Fertigung

Wie lässt sich die additive Fertigung mit den traditionellen Fertigungsmethoden vergleichen, die nach der ersten industriellen Revolution im 18. Jahrhundert die Fertigung von der manuellen Herstellung in eine automatisierte Produktion umgewandelt haben, indem maschinelle Werkzeuge unter Verwendung von Wasser und Dampf angetrieben wurden? Warum brauchen wir einen weiteren marktverändernden Technologiewechsel, nachdem die zweite industrielle Revolution im 19. Jahrhundert die Welt durch die zunehmende Nutzung von dampfbetriebenen Fahrzeugen und Firmen mit Massenproduktion verändert hat? Heute stehen wir unmittelbar vor der nächsten Transformation, einer dritten industriellen Revolution, durch die die Massenproduktion und der weltweite Transport von Massenwaren abgeschafft werden und stattdessen eine lokal stattfindende und stark personalisierte, individuelle Produktion eingeführt wird, die zum Wandel der Gesellschaft in eine wirklich globale Phase der stetigen Selbstverbesserung und schrittweisen lokalen Innovation passt.

1 ► *Wie 3D-Drucker zur modernen Fertigung passen*

Die bahnbrechenden Neuerungen der ersten industriellen Revolution für die Gesellschaft waren so grundlegend, dass die Regierungen Gesetze erlassen mussten, um die inländischen Produktionsunternehmen von Wolltextilien in England gegenüber den neuen, aus Ostindien importierten maschinell gewebten Baumwolltextilien zu schützen. Dank der Spinnmaschine und der automatisierten Webstühle war es möglich geworden, dass ein paar wenige Menschen jede Woche hunderte Meter Stoff webten, während die Handweber monatelang brauchten, um Pflanzenfasern oder Schurwolle zu kardieren, das Material zu einem Faden zu spinnen und dann unzählige Fadenspulen zu ein paar Metern Stoff zu weben. Plötzlich machten diese neuen Industrietechnologien wie der automatisierte Webstuhl (siehe Abbildung 1.3) die Weber arbeitslos. Dies führte schließlich zur Gründung der Luddite-Bewegung, die versuchte, sich diesem Umwandlungsprozess zu widersetzen. In Deutschland gab es ähnliche Unternehmungen der sogenannten Maschinenstürmer. Glücklicherweise gewann letztendlich die Leistungsfähigkeit der neuen Technologien, ganze Familien mit Kleidung zu versorgen, diese Auseinandersetzung und änderte damit unsere Welt.



Abbildung 1.3: Ein Beispiel aus den vergangenen industriellen Revolutionen

Die zweite industrielle Revolution, die die Gesellschaft ein paar Jahre später völlig veränderte, war noch deutlicher zu spüren, weil die Automatisierung Alternativen bot, die nicht mehr von der Kraft eines Menschen oder eines Pferdes abhängig waren. Die Dampfkraft befreite sogar riesige industrielle Einrichtungen von ihren Standorten an Flüssen und Wasserrädern und machte sie mobil. Die Schwierigkeiten, denen die Arbeiter angesichts dieser neuen Technologien gegenüberstanden, werden in der Geschichte des amerikanischen Volkshelden John Henry erzählt und sind heute noch in dem streitbaren Volkslied »The Ballad of John Henry« zu hören, der einen Wettkampf mit einem dampfbetriebenen Bohrhammer aufnahm, diesen auch gewann, aber dann an der Anstrengung starb. In diesem Lied und in vielen anderen, ähnlichen Liedern wurde die Frage gestellt, wie viel ein Mensch angesichts der Automatisierung noch wert sei. Die Tatsache, dass der dampfbetriebene Bohrhammer tagtäglich eingesetzt werden

3D-Druck für Dummies

konnte, ohne dass er Nahrung oder eine Pause brauchte, und dies noch lange, nachdem John Henry gestorben und vergessen war, erklärt, warum diese bahnbrechende Neuerung in den folgenden Jahren als Standard übernommen wurde.

Und heute, in Zeiten von neuen industriellen Umwälzungen, die eines Tages vielleicht als die dritte industrielle Revolution bezeichnet werden, ist das beträchtliche Potenzial der additiven Fertigung nicht mehr zu übersehen. Traditionelle Methoden der Massenproduktion sind im Extremfall relativ ineffizient. Für die Herstellung der Produkte sind zahlreiche aufwändige Schritte erforderlich. Zunächst werden die Rohmaterialien abgebaut, maschinell bearbeitet oder durch Formpressung hergestellt. Anschließend erfolgt ein Transport über die gesamte Welt, an Standorte, wo diese Materialien zu Komponenten weiterverarbeitet werden. Danach findet die Montage der Komponenten zu den Fertigprodukten statt, und dies in riesigen Stückzahlen, um die Stückkosten gering zu halten. Es folgt der Rücktransport der Produkte von weit entfernten Orten mit niedrigeren Fertigungskosten (und weniger strengen Arbeitsgesetzen für die Arbeitnehmer), die Einlagerung riesiger Produktmengen in riesigen Lagern und schließlich die Lieferung der Produkte an Großhändler und andere Vertriebsorganisationen, von denen aus sie schließlich die eigentlichen Verbraucher erreichen (siehe Abbildung 1.4).

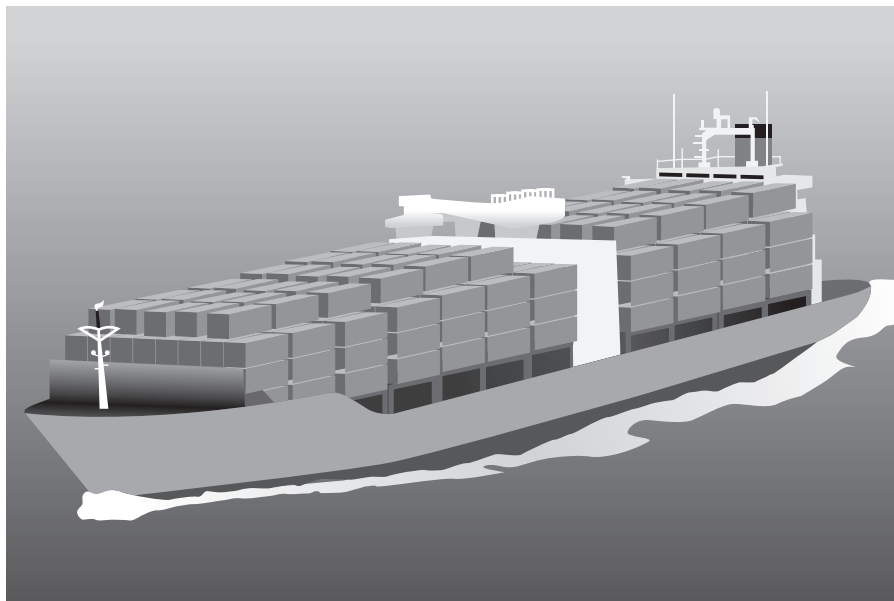


Abbildung 1.4: Für den Transport von traditionellen Massenfertigungsprodukten erforderlicher Frachttransport

Aufgrund der entstehenden Kosten werden bei der traditionellen Fertigung Produkte hergestellt, die von so vielen Menschen wie möglich genutzt werden sollen, möglichst in einer universell passenden Form, anstatt sie an die Bedürfnisse der Verbraucher anzupassen und sie zu personalisieren. Damit ist die Flexibilität eingeschränkt, weil nicht vorhergesagt werden kann, welche Produkte nachgefragt werden, wenn das Folgemodell schon in den Geschäften



1 ► *Wie 3D-Drucker zur modernen Fertigung passen*

steht. Dieser Prozess ist außerdem unglaublich zeitaufwändig und vergeudet wichtige Ressourcen wie beispielsweise Erdöl, und die Umweltverschmutzung, die durch den Transport der Massengüter entsteht, ist problematisch für unseren Planeten.

Maschinelle/subtraktive Fertigung

Mit der additiven Fertigung können komplette Produkte hergestellt werden – selbst Objekte mit ineinandergreifenden beweglichen Teilen, wie beispielsweise Lager in Rädern oder Ketten –, deshalb benötigen per 3D-Druck hergestellte Komponenten sehr viel weniger Be- und Verarbeitung als traditionell hergestellte Objekte. Der herkömmliche Ansatz nutzt *subtraktive* Fertigungsverfahren, wie beispielsweise Fräsen, Entspannen, Bohren, Falten und Polieren, um auch nur die Grundkomponenten eines Produkts herzustellen. Der herkömmliche Ansatz muss jeden Schritt des Fertigungsvorgangs berücksichtigen, selbst wenn dies so kleine Aufgaben sind, wie etwa ein Loch zu bohren, ein Stück Metall zu biegen oder eine gefräste Kante zu polieren, weil für jeden dieser Schritte ein Eingreifen durch den Menschen erforderlich ist und der Fließbandprozess entsprechend angepasst werden muss – wodurch weitere Kosten für das Endprodukt entstehen.



Das bedeutet natürlich auch, dass nach Abschluss dieser dritten industriellen Revolution weniger Maschinentechiker benötigt werden, aber auch, dass die Produkte sehr schnell und unter einem sehr viel geringerem Materialaufwand hergestellt werden können. Es ist sehr viel billiger, die Materialien nur dort anzubringen, wo sie gebraucht werden, statt mit ganzen Blöcken Rohmaterial zu beginnen und das gesamte nicht benötigte Material abzutragen, bis man zur endgültigen Form gelangt ist. Im Idealfall gestattet Ihnen der additive Prozess, 3D-gedruckte Produkte von Grund auf neu zu gestalten, sodass Sie gegebenenfalls komplexe offene Innenräume realisieren können, wodurch Material und Gewicht reduziert werden, während die Stärke beibehalten wird. Außerdem werden die additiv gefertigten Produkte komplett mit allen erforderlichen Löchern, Hohlräumen, Ebenen und Außenwänden erstellt, sodass viele Schritte der herkömmlichen Fertigung einfach wegfallen.

Formpressung/Spritzguss

Herkömmliche langlebige Waren, wie beispielsweise die Komponenten für Autos, Flugzeuge oder Wolkenkratzer, werden hergestellt, indem in einer Gießerei geschmolzenes Metall in Formen gegossen oder durch Düsen ausgeblasen wird. Dieselbe Technologie wurde auch für die Fertigung von Kunststoffprodukten übernommen: Geschmolzener Kunststoff wird in Spritzgussformen zu dem gewünschten Endprodukt geformt. Durch die Formung von Materialien wie beispielsweise Glas können Fenster für vielfältig gestaltete Häuser angefertigt werden – wie beispielsweise für gigantische Türme aus Glas und Stahl, wie wir sie aus den Großstädten kennen.

Bei der herkömmlichen Formung mussten jedoch komplizierte Werkzeuge hergestellt werden, die eingesetzt wurden, um jeweils möglichst exakt gleiche Produkte herzustellen. Wollte man eine andere Variante des Produkts erstellen, brauchte man ein neues Werkzeug, was wiederum





3D-Druck für Dummies

einen zeitaufwändigen Prozess darstellen konnte. 3D-Drucker dagegen gestatten es, in großer Geschwindigkeit völlig neue Formen zu erstellen, sodass ein Hersteller schnell Anpassungen vornehmen kann, um neue Designanforderungen umzusetzen, der wechselnden Mode zu folgen oder andere gegebenenfalls erforderliche Änderungen vorzunehmen. Alternativ könnte ein Hersteller seine Produkte einfach direkt mit dem 3D-Drucker herstellen und das Design jeweils dynamisch anpassen, um individuelle Merkmale zu realisieren. Dieser direkte digitale Fertigungsprozess wird heute beispielsweise von GE verwendet, um 24.000 Düsenmotor-Kraftstoffbaugruppen jährlich herzustellen, ein Ansatz, der ganz einfach während des Prozesses abgeändert werden kann, wenn man irgendwann einen Designfehler erkennt. Man ändert das Design einfach nur im Computer und druckt die neuen Teile aus – wofür in einem traditionellen Massenfertigungsprozess völlig neue Werkzeuge hergestellt werden müssten.

Die Vorteile der additiven Fertigung verstehen

Computermodelle und -designs können elektronisch übertragen oder zum Download über das Internet bereitgestellt werden, deshalb können die Hersteller es ihren Kunden dank der additiven Fertigung ermöglichen, ihre eigenen, personalisierten Versionen von Produkten zu entwerfen. In unserer vernetzten Welt ist die Fähigkeit nicht zu unterschätzen, in der Lage zu sein, Produkte schnell abzuändern, sodass sie für die unterschiedlichsten Kulturen und Klimazonen geeignet sind.

Ganz allgemein können die Vorteile der additiven Fertigung in die folgenden Kategorien eingeteilt werden:

- ✓ Personalisierung
- ✓ Komplexität
- ✓ Nachhaltigkeit
- ✓ Recycling und geplante Veralterung
- ✓ Größenvorteile

In den nächsten Abschnitten soll es genauer um diese Vorteile gehen.

Personalisierung

Personalisierung zum Zeitpunkt der Fertigung ermöglicht es, die Produkte aus der additiven Fertigung besser an die Anforderungen der einzelnen Kunden anzupassen – im Hinblick auf Form, Material, Design oder sogar Farbgebung, wie wir in späteren Kapiteln noch sehen werden.

Nokia beispielsweise hat vor Kurzem ein Gehäusedesign für sein Telefon Lumina 820 veröffentlicht, das mit einem 3D-Drucker hergestellt werden kann. Es steht unter Anwendung des Creative Commons-Lizenzierungsmodells zum kostenlosen Download zur Verfügung und kann beliebig angepasst werden (siehe Abbildung 1.5). Innerhalb kürzester Zeit haben die



1 ► *Wie 3D-Drucker zur modernen Fertigung passen*

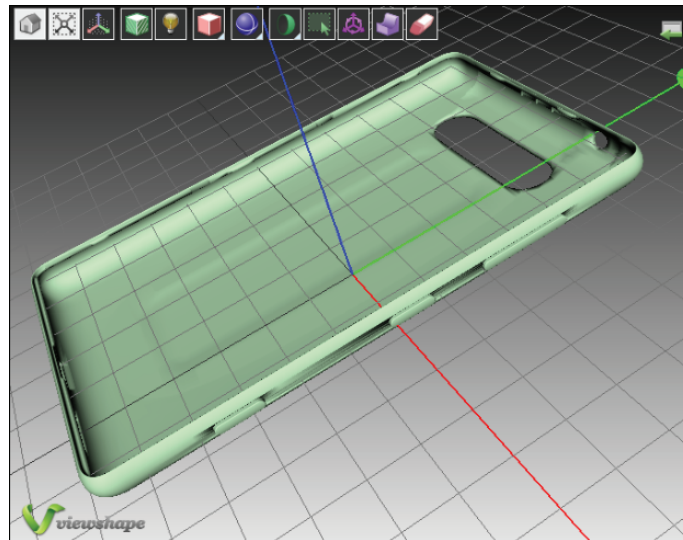


Abbildung 1.5: Das Telefongehäuse von Nokia, das kostenlos heruntergeladen und mit einem 3D-Drucker ausgedruckt werden kann

Mitglieder der 3D-Druck-Community viele verschiedene Varianten dieses Gehäuses erstellt und auf Services wie beispielsweise Thingiverse im Angebot für 3D-Objekte veröffentlicht (www.thingiverse.com/thing:43157). Diese Verbesserungen wurden schnell zwischen den Mitgliedern der Community ausgetauscht, die sie nutzten, um weitgehend angepasste Varianten des Gehäuses zu erstellen. Durch diese Maßnahme hat Nokia in den Augen seiner Kunden deutlich an Wert gewonnen.



Creative Commons-Lizenzen sind verschiedene Copyright-Lizenzen, die von dem gemeinnützigen Unternehmen Creative Commons entwickelt wurden, um es Designern zu ermöglichen, anderen ihre Designs zur Verfügung zu stellen, sich bestimmte Rechte vorzubehalten und auf andere zu verzichten, sodass andere kreative Menschen ihre Designs nutzen und erweitern können, ohne dass komplizierte formelle Copyright-Lizenzierungen stattfinden müssen, wie es bisher für den Schutz von geistigem Eigentum erforderlich war.

Komplexität

Die einzelnen Schichten eines Objekts werden nacheinander erstellt, deshalb ist es mit dem 3D-Druck möglich, komplexe interne Strukturen zu schaffen, die mit herkömmlich geformten oder gespritzten Teilen nicht möglich wären. Strukturen, die keine Last tragen, können beliebig dünne Wände haben, die auch komplett weggelassen werden können, wobei beim Druck an anderer Stelle zusätzliches stützendes Material eingefügt wird. Sind Stärke oder Steifigkeit erforderlich, während das Gewicht so gering wie möglich gehalten werden soll (wie

3D-Druck für Dummies

beispielsweise bei Rahmenelementen von Rennautos), kann die additive Fertigung teilweise ausgefüllte interne Hohlräume realisieren, ähnlich wie Bienenwaben, womit sich steife, leichte Alternativen realisieren lassen. Der Natur nachempfundene Strukturen, die (beispielsweise) die Knochen eines Vogels nachbilden, können mithilfe von additiven Fertigungstechniken hergestellt werden, um völlig neue Produkteigenschaften zu schaffen, die in der herkömmlichen Fertigung nicht möglich sind.

Wenn Sie überlegen, dass diese Technologie bald in der Lage sein wird, ganze Häuser mit der vollständigen Einrichtung zu erstellen, verstehen Sie auch, wie sich das Ganze auf einfachere Industriebereiche auswirken wird, wie beispielsweise Umzugsunternehmen. In der Zukunft ist es bei einem Umzug von einem Haus in ein anderes ausreichend, ein paar Kisten mit persönlichen Dingen mitzunehmen (Kinderzeichnungen, das alte Teeservice von Oma oder die ersten Babyschuhe). Irgendwann werden wir keine Umzugsunternehmen mehr benötigen. Wir beauftragen einfach ein Unternehmen, dasselbe Haus und dieselben Möbel (oder ein ähnliches mit ein paar neuen Extras) an dem neuen Standort herzustellen. Dasselbe Unternehmen könnte Materialien wiederverwenden, die im vorherigen Haus oder bei den vorherigen Möbeln verwendet wurden – ein vollständiges Recycling.

Nachhaltigkeit

Durch die Variation von Stärke und Flexibilität innerhalb eines Objekts können per 3D-Druck hergestellte Komponenten das Gewicht von Produkten reduzieren und Kraftstoff sparen – beispielsweise könnte ein Flugzeughersteller durch den Neuentwurf seiner Sicherheitsgurtschlösser schätzungsweise zehntausende Liter Flugbenzin über die Gesamtlebensdauer eines Flugzeugs einsparen. Und weil Material nur dort angebracht wird, wo es benötigt wird, kann die additive Fertigung sehr viel Material einsparen, das bei der Nachbearbeitung entfernt werden würde, sodass weniger Geld und weniger Ressourcen aufgewendet werden müssen.



Die additive Fertigung gestattet außerdem die Verwendung der unterschiedlichsten Materialien für verschiedene Komponenten, selbst bei dem geschmolzenen Kunststoff, der in Druckern verwendet wird, wie dem RepRap-Gerät, das Sie später in diesem Buch noch kennenlernen werden. Für den privaten 3D-Druck wird häufig ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol) verwendet, dessen Eigenschaften uns aus der Herstellung von Spielzeug wie beispielsweise LEGO-Steinen bekannt ist. Es handelt sich dabei jedoch um einen auf Erdöl basierenden Kunststoff. Umweltbewusste Anwender sollten stattdessen pflanzliche Alternativen einsetzen, wie beispielsweise PLA (Polylactide), mit denen ähnliche Ergebnisse erzielt werden können. Alternativen wie PLA werden häufig aus Getreide oder Rüben hergestellt. Heute werden zahlreiche Forschungen im Hinblick auf die Produktion von für die Industrie ausreichenden Mengen dieses Materials aus Algen unternommen, was uns eines Tages von der Abhängigkeit von erdölbasierten Kunststoffen befreien wird.

Und es können darüber hinaus noch weitere Materialien – selbst Rohstoffe – verwendet werden. Einige 3D-Drucker können Objekte aus Beton oder sogar Sand als Rohmaterial

1 ► *Wie 3D-Drucker zur modernen Fertigung passen*

drucken! Markus Kayser, der Erfinder des Solar Sinter, wandelt nur unter Verwendung von Sonnenenergie, die er durch eine Linse bündelt, Sand in Objekte und sogar Baukörper um. Kayser setzt dazu ein computergesteuertes System ein, um das gebündelte Sonnenlicht präzise zu lenken und Sandgranulat zu einer harten Glasform zu schmelzen, die er schichtweise aufbringt, um Schalen und andere Objekte zu erstellen (siehe Abbildung 1.6).



*Abbildung 1.6: Eine Naturglas-Schale, geformt mithilfe von Sonnenlicht, mit dem der Solar Sinter Sand einschmilzt
(Bild mit freundlicher Genehmigung von Markus Kayser)*

Recycling und geplante Veralterung

Die dritte industrielle Revolution bietet eine Möglichkeit, das herkömmliche Konzept der geplanten Veralterung abzuschaffen, das hinter dem aktuellen Wirtschaftszyklus steht. Tatsächlich wird diese Revolution letztlich das Konzept der »Veralterung« veraltern lassen. Der Komiker Jay Leno beispielsweise, der alte Autos sammelt, verwendet 3D-Drucker, um seine alten dampfbetriebenen Autos zu restaurieren – und das, nachdem die dafür benötigten Teile mehr als ein halbes Jahrhundert lang nicht mehr erhältlich waren. Dank dieser Technologie müssen die Hersteller keine alten Teile mehr auf Lager halten. Sie laden einfach das entsprechende Design herunter und drucken gegebenenfalls ein Ersatzteil aus.

3D-Drucker nutzen nachhaltige Konstruktionsmethoden, aber darüber hinaus können die Hersteller mit ihrer Hilfe vorhandene Materialien und Komponenten wiederverwenden und ihnen personalisierbare und veränderbare Attribute hinzufügen, die für die Kunden besonders interessant sind. Das könnte sich sehr schnell auf den Investitionszyklus wichtiger Waren auswirken. Wenn der endlose Zyklus geplanter Veralterung aufgrund der Verfügbarkeit neuer Modelle wegfällt, reduzieren wir einen maßgeblichen Teil der Fertigung in einigen Branchen und ebenso die ständig steigenden Ausgaben der Verbraucher, die notwendig sind, um mit dem zyklischen Nachkauf von Produkten Schritt zu halten.

3D-Druck für Dummies

Die Zukunft gehört nicht mehr den Branchen – Automobil, Bau, Möbel oder Kleidung –, die endlos Produktlinien für das nächste Jahr oder die nächste Saison auf den Markt werfen, sondern vielmehr Branchen, die in grundlegende Komponenten investieren und für spätere Abänderungen Updates hinzufügen oder Material aufarbeiten. In dieser Zukunft muss dann auch keine komplett neue Maschine hergestellt werden, wenn eine kleinere Komponente ausfällt, wie beispielsweise bei einer Waschmaschine, sondern das Ersatzteil kann vor Ort hergestellt werden, und die ursprüngliche Maschine kann zu einem Bruchteil der Kosten und mit minimalem Umwelteinfluss wieder in einen funktionalen Zustand versetzt werden.

Größenvorteile

Die additive Fertigung gestattet, Einzelkomponenten zu denselben Stückkosten zu produzieren, als würde man immens viele Komponenten desselben oder eines ähnlichen Designs herstellen. Dies ist anders als bei der traditionellen Massenfertigung, wo erst die Herstellung riesiger Mengen identischer Objekte die Stückkosten für den Kunden senkt. Häufig wählen die Hersteller Produktionsstandorte, wo die Arbeitsgesetze und die Sicherheitsvorschriften weniger streng sind, um die Kosten durch verringerte Ausgaben für Arbeit weiter zu senken – was bei der additiven Fertigung natürlich kein Thema ist.

Die additive Fertigung kann eine grundlegende Wandlung im Hinblick auf die Warenproduktion verursachen, wenn sie erst einmal ausgereift ist. Befürwortern gefällt die Möglichkeit, ad-hoc personalisierte Waren in der Nähe der Verbraucher zu fertigen. Kritiker argumentieren, dass diese Wandlung aktuell existierende Wirtschaftsbereiche zerstören könnte. Diese leben von:

- ✓ Massenproduktion in Billiglohnländern
- ✓ Massentransport von Waren auf der ganzen Welt
- ✓ Lager- und Verteilernetzwerken

Die herkömmliche Fertigung ist von diesen Faktoren abhängig, um ihre Produkte zu den Verbrauchern zu bringen.

Wenn die Produktion in die unmittelbare Nähe der Verbraucher verlagert wird, werden Lieferung und Lagerung von Massenproduktionsgütern überflüssig. Frachtschiffe sowie die Kosten für die Massenproduktionsbranchen werden der Vergangenheit angehören.

Es könnte möglich sein, diese riesigen Frachtschiffe als mobile Zentren für die additive Herstellung zu nutzen, die auf See in der Nähe der Kunden vor Anker gehen, wenn wir uns von den herkömmlichen Massenproduktionsstätten verabschieden. Ein Beispiel für das Potenzial einer solchen Verschiebung ist, dass die Hersteller von Waren für die Winter- oder Sommersaison einfach nach Norden oder Süden fahren könnten, um rund um das Jahr zu produzieren und die Nachfrage der Kunden zu erfüllen, ohne die Probleme und die Kosten, die bei den Transport- und Lagerzyklen der Massenproduktionsgüter auftreten. Und nach einer Naturkatastrophe könnte so ein Schiff einfach kommen und mit dem Recycling der Abfallberge beginnen, um die Schäden zu reparieren.

1 ► *Wie 3D-Drucker zur modernen Fertigung passen*

Anwendungen des 3D-Drucks

Zweifelloch werden additive Fertigungstechnologien viele Branchen völlig verändern und womöglich aktuell ausgelagerte Fertigungsarbeiten wieder ins Inland zurückholen. Dies wiederum kann sich auf Branchen auswirken, die den Transport und die Lagerung von Massenwaren anbieten. Die grundlegenden Technologien hinter der additiven Fertigung können sich jedoch auch auf die bei der Produktion verwendeten Materialien auswirken – und darauf, wieviel davon benötigt wird.

Wenn wir die möglichen Auswirkungen der dritten industriellen Revolution betrachten – 3D-Druck, Schwarmfinanzierung, Robotik und Ad-hoc-Medieninhalt sowie zahlreiche andere Technologien –, erkennen wir die Möglichkeit, nicht nur die Produktion als solche zu verändern, sondern auch die herkömmlichen Produktionsverfahren zu erschüttern. In den folgenden Kapiteln beschreiben wir für Sie den aktuellen Status im Bereich 3D-Druck – was die Technologie kann, und was sie nicht kann –, und wie er möglicherweise eines Tages unsere Welt in eine agile, personalisierte, individuelle und nachhaltige Umgebung umwandelt.

Wir beschreiben die verschiedenen Materialarten, die für die additive Fertigung genutzt werden können und bieten einen Ausblick auf die möglichen Materialien, die vielleicht in absehbarer Zukunft unterstützt werden: Wir werden Ihnen zeigen, wie Sie Ihre eigenen 3D-Modelle erstellen oder herunterladen können, und wie Sie sie für Ihre eigenen Zwecke und Projekte einsetzen können. Viele 3D-Objekte können unter Verwendung von kostenloser oder kostengünstiger Software und Fotos der realen Objekte erstellt werden – Objekte von Fotos von historischen Orten, Antiquitäten in einem Museum oder einfach nur Aufnahmen von der Töpferarbeit Ihres Kindes aus dem Kunstunterricht. Bevor Sie Ihr eigenes 3D-Druck-Objekt erstellen, müssen Sie zahlreiche Dinge berücksichtigen, unabhängig davon, ob Sie einen 3D-Druckdienst mit dem Ausdruck beauftragen oder ob Sie sie zuhause selbst ausdrucken. Wir freuen uns darauf, Ihnen darüber berichten zu dürfen.

Wir haben Ihnen jetzt einen kurzen Eindruck verschafft, welches zerstörerische Potenzial die additive Fertigung mit sich bringt, aber sie schafft auch neue Gelegenheiten. Der Übergang von einem Paradigma zu einem anderen ist jedoch schwierig, wenn das Rechtssystem angewendet werden muss, das auf einem früheren Industriezeitalter basiert. Wenn alles von jedem und überall hergestellt werden kann, gibt es zahlreiche rechtliche Probleme im Hinblick auf geistiges Eigentum und gesetzliche Verantwortlichkeit.

Die Arbeit mit RepRap

Der erste 3D-Drucker wurde Ende der 80-er Jahre patentiert, aber in den letzten 30 Jahren hat sich relativ wenig daran geändert. Labore und Forschungsabteilungen verwendeten die ersten 3D-Drucker für schnelle Prototyping-Systeme, die massive Modelle in großer Geschwindigkeit herstellten. Das Ganze nahm Fahrt auf, als der britische Forscher Adrian Bowyer das erste RepRap-System (Self-Replicating Rapid Prototyping, selbstreplizierendes schnelles Prototyping) erschuf. Er verwendete dazu übliche Schrittmotoren und gebräuchliche



3D-Druck für Dummies

Materialien aus dem lokalen Hardware-Laden. Die Angabe »selbst-replizierend« bedeutet, dass ein RepRap-System genutzt werden kann, um viele der Komponenten für ein zweites System zu drucken.

Später in diesem Buch werden wir Ihnen zeigen, wie Sie Ihren eigenen RepRap bauen, ihn konfigurieren und viele Dinge unter Verwendung von kostenloser Open Source-Software damit herstellen können – sogar einen weiteren RepRap-3D-Drucker, wenn Sie das wollen.

