



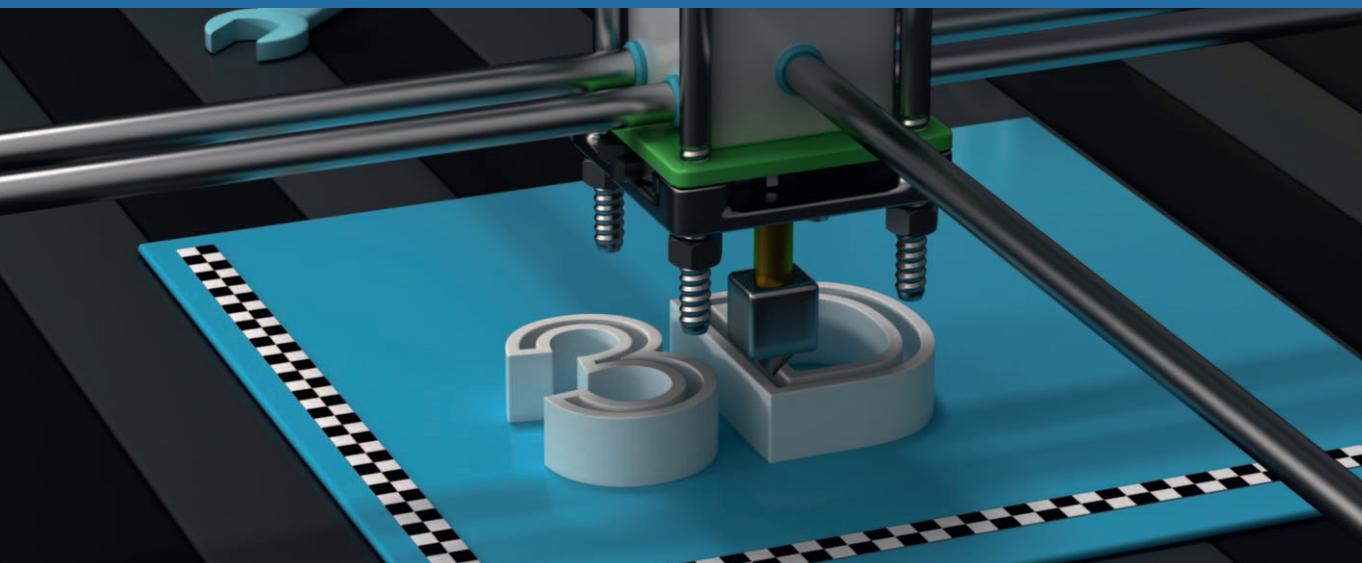
**HK**

Handelskammer  
Hamburg

**ANALYSEN**

**3D-DRUCK**

*Potenziale und Herausforderungen für die Hamburger Wirtschaft*





# 3D-DRUCK

*Potenziale und Herausforderungen für die Hamburger Wirtschaft*

Herausgeber:

Handelskammer Hamburg | Adolphsplatz 1 | 20457 Hamburg  
Postfach 11 14 49 | 20414 Hamburg | Telefon 040 36138-138  
Fax 040 36138-401 | [service@hk24.de](mailto:service@hk24.de) | [www.hk24.de](http://www.hk24.de)

Bearbeitung:

Geschäftsbereich Innovation & Umwelt  
Anna Maria Heidenreich, Dr. Michael Kuckartz

Titelbild: iStock/cosinart

Grafiken: Michael Holfelder

Alle Grafiken © Handelskammer Hamburg

Herstellung: Wertdruck GmbH & Co. KG, Hamburg

Januar 2017



## Vorwort

Additive Verfahren und Technologien – unter dem Oberbegriff 3D-Druck derzeit in aller Munde – nehmen immer stärker Einfluss auf bestehende Wertschöpfungsprozesse und Geschäftsmodelle der globalen, nationalen und regionalen und damit auch der Hamburger Wirtschaft. Nicht selten ist aufgrund der ökonomischen Bedeutung und des disruptiven Potenzials des 3D-Drucks in Verbindung mit der zunehmenden Digitalisierung die Rede von einer neuen industriellen Revolution.

Der 3D-Druck als Querschnittstechnologie durchdringt alle Wirtschafts- und Geschäftsbereiche. In einigen Branchen, zum Beispiel dem produzierenden Gewerbe, sind die damit einhergehenden Veränderungen schon weit fortgeschritten und beeinflussen verbundene Prozess- und Wertschöpfungsketten, beispielsweise in der Logistik. Für neue Wettbewerber am Markt schafft der 3D-Druck vielfältige Einstiegsmöglichkeiten und führt zu einer sich stetig wandelnden Konkurrenzsituation. Etablierte Unternehmen stehen vor der Herausforderung, sich in den neu entstehenden Wertschöpfungsnetzwerken strategisch positionieren zu müssen.

Die Hamburger Unternehmerschaft hat das Potenzial des 3D-Drucks erkannt – wenn auch noch nicht in allen Branchen gleichermaßen – und erwartet einen steigenden Einfluss dieser neuen Technologie auf alle Geschäftsfelder und -prozesse. Insbesondere die hohen Anschaffungskosten für industrielle 3D-Drucker, das fehlende Know-how im Bereich der 3D-Druck-Technik und -Konstruktion und bestehende technische Restriktionen sind aktuell noch Hemmnisse für den Einsatz des Verfahrens, gerade im produzierenden Gewerbe. Daraus ergibt sich konkreter Unterstützungs- und Handlungsbedarf mit Blick auf die Sensibilisierung und den Kompetenzaufbau in den Unternehmen sowie die Integration des 3D-Drucks in die Aus- und Weiterbildung. Die Hamburger Wissenschaft ist beim Thema 3D-Druck breit aufgestellt und hat mit dem Laser Zentrum Nord ein international renommiertes Aushängeschild im

3D-Metalldruck. Um Hamburgs technologische 3D-Druck-Kompetenz auf andere Anwendungsfelder und Branchen auszuweiten, sollte die Forschungsinfrastruktur gestärkt und ausgebaut werden.

Der Innovations- und Wissenschaftsstandort Hamburg hat eine starke institutionelle und unternehmerische Basis, um die Chancen neuer technologischer Entwicklungen nutzen und Antworten auf damit verbundene Herausforderungen geben zu können. Auf dieser Grundlage müssen sich Hamburg und seine Unternehmen gemeinsam dafür einsetzen, unsere Hansestadt als 3D-Druck-Standort nach vorne zu bringen und den Zukunftsmarkt 3D-Druck vor Ort aktiv mitzugestalten. Unsere Handelskammer zeigt im vorliegenden Analysepapier Stärken und Schwächen am 3D-Druck-Standort Hamburg auf und bietet Lösungen und Handlungsempfehlungen an, um diesen Prozess zu unterstützen.

Handelskammer Hamburg



Fritz Horst Melsheimer  
Präses



Prof. Dr. Hans-Jörg Schmidt-Trenz  
Hauptgeschäftsführer



# Inhaltsverzeichnis

<b>Die Ergebnisse im Überblick</b>	7
<b>1 Einleitung und Zielsetzung der Analyse</b>	9
<b>2 3D-Druck im Überblick</b>	10
2.1 Definition: Was ist 3D-Druck?	10
2.2 3D-Druck-Technologien und -Verfahren	10
2.3 Auswirkungen auf Produktions- und Wertschöpfungsprozesse	13
2.4 Wirtschaftspolitische Implikationen	14
<b>3 Internationale Markt- und Wettbewerbssituation</b>	17
3.1 Umsätze und Wachstumsraten	17
3.2 Patentanmeldungen	19
3.3 Öffentliche Förderung	24
<b>4. 3D-Druck in Hamburg</b>	25
4.1 Wissenschaft und Forschung	25
4.1.1 LZN Laser Zentrum Nord GmbH/Technische Universität Hamburg	25
4.1.2 3D-Druck an den Hamburger Hochschulen	26
4.1.3 3D-Druck an den außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Hamburg	27
4.2 Unternehmensumfrage: Ergebnisse und Analyse	28
4.2.1 3D-Druck ist Thema für die Hamburger Unternehmen – aber noch nicht in der Breite	28
4.2.2 3D-Drucker gehören noch nicht zur Standardausrüstung in Hamburgs Unternehmen	30
4.2.3 Hamburgs Unternehmen drucken vorwiegend mit Kunststoff	32
4.2.4 Fertigung von Prototypen, Produktionshilfsmitteln und Kleinserien – hierfür nutzen Hamburger Unternehmen den 3D-Druck	34
4.2.5 Hamburger Unternehmen setzen auf „Learning by doing“ beim Aufbau von 3D-Druck-Know-how	37
4.2.6 Hamburger Unternehmen sehen steigenden Einfluss des 3D-Drucks Auf alle Geschäftsbereiche und -prozesse	38
4.2.7 Anschaffungskosten, Produktqualität und Know-how – wo Hamburgs Unternehmen noch Hemmnisse für den Einsatz des 3D-Drucks sehen	40
4.2.8 3D-Druck-Technologie erleben, ausprobieren und anwenden können – hier benötigen Hamburgs Unternehmen Unterstützung	43

<b>5 Fazit und Handlungsempfehlungen</b>	45
5.1 Ausbau und Weiterentwicklung der wissenschaftlichen und technologischen Infrastruktur	45
5.2 Sensibilisierung und Kompetenzaufbau in den Unternehmen	46
5.3 Systematischer Know-how-Aufbau durch Integration in Aus- und Weiterbildung	46
5.4 Marketing für den 3D-Druck-Standort Hamburg	47
<b>6 Quellen und weiterführende Informationen</b>	49
<b>7 Methodik</b>	51
<b>Anhang: Fragebogen</b>	52

## Die Ergebnisse im Überblick

Über die Hälfte der an der Umfrage beteiligten Hamburger Unternehmen hat sich bereits mit 3D-Druck befasst. Das Thema beschäftigt die Unternehmen unabhängig von ihrer Größe, aber nicht alle Branchen gleichermaßen: Das produzierende Gewerbe und die Informations- und Kommunikationsbranche sind aktuell am intensivsten mit dem Thema 3D-Druck beschäftigt, gefolgt von der Dienstleistungswirtschaft. Andere Branchen sind bislang nur gering oder gar nicht involviert, beispielsweise der Groß- und Außenhandel und der Transport, also Wirtschaftszeige, die gerade für den Standort Hamburg von großer Bedeutung sind.

Viele Hamburger Unternehmen haben zwar das Potenzial der 3D-Druck-Technologie erkannt, nutzen diese aber noch nicht in der Praxis, weil sie selbst keinen 3D-Drucker haben und/oder auch nicht extern drucken lassen. Branchenübergreifend erwartet die Hamburger Unternehmerschaft einen steigenden Einfluss des 3D-Drucks auf alle Geschäftsbereiche und -prozesse. Dies gilt vor allem für den Transport und Handel, aber auch für die Warenbeschaffung, den Vertrieb und Kundenservice. Diese Bereiche müssen sich verstärkt mit dem Thema auseinandersetzen. Denn die Chancen, die für das produzierende Gewerbe mit dem 3D-Druck verbunden sind, bedeuten Herausforderungen für andere Branchen in der Wertschöpfungskette: Durch sinkende Transportvolumina bei zunehmendem Einsatz des 3D-Drucks vor Ort und durch den steigenden Bedarf an 3D-Druck-Rohstoffen können sich globale Warenströme und damit Logistikabläufe und Außenhandelsketten verschieben – mit direkten Auswirkungen auf Hamburg als Hafen- und Handelsstadt und Logistikstandort. Die Hamburger Unternehmen müssen sich in diesen veränderten Wertschöpfungsnetzwerken strategisch positionieren.

Der 3D-Druck wird in den Hamburger Unternehmen vorwiegend noch für den Prototypenbau und als Ergänzung traditioneller Fertigungsverfahren verwendet. Zunehmend kommt er auch bei der Herstellung

von Produktionshilfsmitteln und Kleinserien zum Einsatz. Das zeigt, dass die Unternehmen das Wachstumspotenzial und die Geschäftsmöglichkeiten des 3D-Drucks für die Fertigung von Funktionsteilen und Endprodukten erkannt haben.

Kunststoff ist das mit Abstand am häufigsten verwendete 3D-Druckmaterial in Hamburgs Unternehmen. Spezifische wissenschaftliche, institutionelle und technologische Stärken hat Hamburg hingegen beim Metalldruck und in der Luftfahrttechnik. Hierbei spielt das vorhandene Know-how, insbesondere der LZN Laser Zentrum Nord GmbH, eine wichtige Rolle. Airbus ist mit seinen Aktivitäten zum 3D-Druck mit Metall im zivilen Flugzeugbau ein starker Partner auf industrieller Ebene. Die technologische Führerschaft im Metalldruck in der Luftfahrt kann Zugpferd für andere Branchen und Anwendungsfelder sein.

Für die Nutzung der 3D-Druck-Technologie wird spezifisches Know-how benötigt: Die Mehrzahl der Unternehmen hat sich ihr Wissen in „Learning-by-doing“-Prozessen angeeignet. Vielen Unternehmen fehlt es aber noch an 3D-Druck-Kenntnissen. Ein systematischer Aufbau von 3D-Druck-Know-how in der Breite der Hamburger Wirtschaft ist erforderlich. Hieraus ergibt sich Anpassungs- und Investitionsbedarf bei der Aus- und Weiterbildung.

Rund zwei Drittel der Hamburger Unternehmerschaft sieht noch Hemmnisse bei der Nutzung des 3D-Drucks. Die hohen Anschaffungskosten für 3D-Drucker sind über alle Branchen hinweg Hemmnis Nummer eins. Aber auch mangelndes Know-how in Sachen 3D-Druck-Materialien, -Technik, -Konstruktion und -Verfahren sowie die noch geringen erzielbaren Produktquantitäten und die technischen Limitationen hemmen den Einsatz. Insgesamt sehen daher rund 60 Prozent der an der Umfrage beteiligten Hamburger Unternehmen – im produzierenden Gewerbe sind es 80 Prozent – Unterstützungsbedarf bei der Anwendung des 3D-Drucks.

Um den 3D-Druck-Standort Hamburg zu fördern, werden Handlungsempfehlungen in verschiedenen Bereichen formuliert.

Hamburg muss seine technologische Führerschaft im Metalldruck in der Luftfahrt weiter stärken. Gleichzeitig sollte die Forschung, technologische Entwicklung und Anwendung im 3D-Druck mit anderen Materialien, insbesondere Kunststoff, und in anderen Branchen gefördert werden.

Um das Thema in der Breite der Unternehmerschaft zu verankern, sollten ein Schaufenster und ein Technikum eingerichtet werden, in denen der 3D-Druck erlebt und ausprobiert werden kann. Unternehmen können so für die 3D-Technologie sensibilisiert werden und sich mit der Drucktechnik vertraut machen – ohne zunächst selbst einen Drucker anschaffen zu müssen.

Es sollten Ausbildungsinhalte und Schulungsstandards im 3D-Druck für die schulische und duale Ausbildung sowie für Bachelor- und Masterstudiengänge entwickelt werden, um das Interesse und das Verstehen der 3D-Druck-Technologie in der gesamten Bildungskette zu fördern.

In eine übergeordnete, umfassende Marketing-Strategie für den Innovations- und Wissenschaftsstandort Hamburg sollten auch Aktivitäten zur Profilierung des 3D-Druck-Standortes aufgenommen werden.

## 1 Einleitung und Zielsetzung der Analyse

Das Thema 3D-Druck erfährt derzeit große Aufmerksamkeit: Wegen der rasant steigenden Marktperspektiven und des dynamisch wachsenden Einsatzbereichs werden Chancen und Herausforderungen der neuen Technologie branchenübergreifend diskutiert. Die Vorteile des 3D-Drucks liegen auf der Hand: 3D-Druck ist schnell, vielfältig einsetzbar, für verschiedene Materialien geeignet, ideal für die Produktion kleiner und zunehmend auch größerer Stückzahlen und eröffnet aufgrund der additiven Herstellung völlig neue Möglichkeiten in der Produktgestaltung. Je nach Branche und Anwendungsbereich variiert der technische Reifegrad und damit auch die Einsatzintensität des Verfahrens. Es gibt noch Restriktionen, zum Beispiel hinsichtlich der Produkt- beziehungsweise Bauteilqualität, der erzielbaren Produktionsmengen oder der verfügbaren personellen und finanziellen Kapazitäten.

Mit der im Koalitionsvertrag festgeschriebenen politikfeldübergreifenden „3-D-Print-Initiative“ sollen die Rahmenbedingungen am Standort Hamburg so gestaltet werden, dass sich die Region als Technologieführer im Zukunftsmarkt 3D-Druck profilieren und die wirtschaftlichen Potenziale des 3D-Drucks für die Stadtentwicklung nutzen kann.

Mit Blick auf diese Zielsetzung muss zunächst die Frage beantwortet werden, wie Hamburg aktuell beim hochdynamischen Thema 3D-Druck aufgestellt ist und welche zukünftigen Entwicklungen zu erwarten sind: Welche Stärken hat Hamburg? Wie ist die Situation in der Wirtschaft? Wie stellt sich die Lage in einzelnen Branchen dar? Wo bestehen derzeit noch Hemmnisse beim Einsatz der Technologie in den Unternehmen und wo benötigen sie Unterstützung? Basierend auf den Ergebnissen einer branchenübergreifenden Umfrage unserer Handelskammer bei Hamburger Unternehmen werden im vorliegenden Analysepapier Antworten auf diese Fragen formuliert und Anforderungen an Hamburgs Innovations-, Industrie- und Standortpolitik abgeleitet. Um die Situation und Entwicklung in

Hamburg besser einordnen zu können, sind auch ein Überblick über die gängigen 3D-Technologien und -Verfahren sowie eine Darstellung der internationalen Markt- und Wettbewerbssituation Gegenstand dieses Analysepapieres.

## 2 3D-Druck im Überblick

### 2.1 Definition: Was ist 3D-Druck?

3D-Druck hat sich als Oberbegriff für die verschiedenen Verfahren der additiven beziehungsweise generativen Fertigung, wie die Stereolithografie, das Lasersintern oder die Schmelzschichtung von Kunststoffen, im Alltag etabliert und wird im Folgenden entsprechend verwendet.

Beim 3D-Druck werden auf Basis eines digitalen Modells mithilfe eines speziellen Druckers dreidimensionale Gegenstände schichtweise aufgebaut. Die Schichten werden durch physikalische oder chemische Härtungs- oder Schmelzprozesse – in der Regel Verkleben oder Verschweißen – verbunden. Vorgeschaltet sind entsprechende Prozesse der Datengenerierung und -aufbereitung (z. B. eine CAD-Datei). Es können verschiedene Materialien verwendet werden. Gängige, typische Werkstoffe für das 3D-Drucken sind dabei Kunststoffe, Kunstharze, Keramiken und Metalle. Selbst Zement und biologische Stoffe können heute bereits gedruckt werden, und das Spektrum an druckbaren Materialien wird immer größer. Je nach Material und Anwendungsbereich kommen unterschiedliche Druckverfahren zum Einsatz. 3D-Druck zeichnet sich vor allem durch seine gestalterische Freiheit bei der Fertigung aus: Nahezu jede Bauteilkonstruktion ist realisierbar.

Die additiven beziehungsweise generativen Verfahren stehen im Gegensatz zu den traditionellen subtraktiven Fertigungsverfahren wie Fräsen, Bohren oder Drehen, bei denen zur Erzeugung der Bauteile Material mechanisch abgetragen wird. Sie sind ebenso von formenden Verfahren durch mechanische oder thermische Kräfte wie Biegen, Pressen oder Gießen zu unterscheiden.<sup>1</sup>

Die additiven Verfahren, deren Anfänge auf die Mitte der 80er-Jahre des letzten Jahrhunderts zurückgehen, wurden ursprünglich für die schnelle Fertigung von kostengünstigen Anschauungs- und Funktionsproto-

typen für die Produktentwicklung im industriellen Bereich verwendet (Rapid Prototyping). Heute werden sie auch für die Herstellung von Werkzeugen und Produktionsmitteln (Rapid Tooling) sowie von Endprodukten (Rapid/Direct Manufacturing) eingesetzt. Damit geht es nicht mehr nur um Einzelproduktionen, sondern um die Produktion größerer Stückzahlen. Das bedeutet zugleich, dass die Ansprüche an die 3D-gefertigten Produkte zum Beispiel mit Blick auf Qualität, Maßhaltigkeit und Haltbarkeit deutlich steigen. Als neue Anwendergruppe sind die Privathaushalte hinzugekommen, die durch kostengünstige Kunststoffdrucker angesprochen werden. Davon zeugen auch die zahlreichen sogenannten Makers-Veranstaltungsformate, die sich vielerorts etabliert haben.

Inzwischen hat das Thema 3D-Druck Einzug in fast alle Wirtschafts- und Lebensbereiche gehalten. Zu diesem Boom haben nicht zuletzt der Ablauf zentraler Patente (vgl. Kap. 3.2) sowie die Verfügbarkeit besserer und kostengünstigerer 3D-Druck-Systeme beigetragen.

Hinsichtlich der Anwendungsbereiche und -gruppen sowie der druckbaren Materialien sind heutzutage kaum noch Grenzen gesetzt: So wurden beispielsweise in China Häuser im 3D-Druck-Verfahren gebaut. Es ist zudem gelungen, im Bereich des Tissue Engineering Haut und sogar erste, einfache Organe zu drucken.

### 2.2 3D-Druck-Technologien und -Verfahren

Es gibt eine Vielzahl von 3D-Druck-Verfahren, die sich am einfachsten danach kategorisieren lassen, ob flüssiges beziehungsweise geschmolzenes oder pulverförmiges Ausgangsmaterial im Schichtprozess verwendet wird.<sup>2</sup> Im Folgenden werden die gängigsten Verfahren entsprechend gruppiert erläutert.

<sup>1</sup> Vgl. 3Druck.com – Das Magazin für 3D-Druck-Technologie.

<sup>2</sup> Vgl. 3Druck.com – Das Magazin für 3D-Druck-Technologie.

1. Die Ursprünge des 3D-Drucks gehen auf **Stereolithografie-Verfahren** (abgekürzt STL oder SLA) zurück, bei dem flüssige Photopolymere, also UV-empfindliche, lichtaushärtende Kunststoffe, zum Einsatz kommen. Ausgangspunkt ist ein mit flüssigem Photopolymer gefülltes Becken/Bad. Ein Laser fährt Schicht für Schicht über die auszuhärtenden Punkte/Oberflächen, die dann das Objekt bilden. Ein Druckbett sowie Stützstrukturen, die nachträglich entfernt werden müssen, sind dabei für die Stabilität erforderlich.

Der US-Amerikaner Charles W. Hull meldete das Stereolithografie-Verfahren 1984 zum Patent an und gründete das Unternehmen 3D Systems, einer der ersten Hersteller von 3D-Druckern weltweit.

Das Prinzip der Stereolithografie wurde weiterentwickelt: Beim Digital Light Processing (DLP) werden beim Bauvorgang statt des Lasers als Lichtquelle DLP-Projektoren (vereinfacht ausgedrückt eine Art Videoprojektor/Beamer) verwendet. Ein Bildprojektionssystem zum Aushärten kommt auch beim Film Transfer Imaging (FTI) zum Einsatz. Bei der Scan-LED-Technologie (SLT) ist die UV-Lichtquelle zum Aushärten DLP-LED-basiert.

Beim Multi-Jet Modeling (MJM) und PolyJet-Verfahren werden in der Regel auch UV-empfindliche Kunststoffe verwendet. Diese werden über einen Druckkopf – ähnlich dem eines Tintenstrahldruckers – schichtweise aufgetragen und mittels UV-Licht verfestigt.

2. Bei **Extrusionsverfahren** werden geschmolzene Materialien, vor allem Kunststoffe, verwendet. Das Prinzip ähnelt dem einer Heißklebepistole: Ein Kunststofffaden wird aus einer beheizten Düse („Extruder“), die das Material schmilzt, aufgetragen und erkaltet/erhärtert anschließend. Ist eine Schicht erhärtert, wird die nächste aufgetragen. Die bekanntesten nach diesem Prinzip arbeitenden Verfahren der Schmelzschichtung sind das Fused Deposition Modeling (FDM) und Fused Filament Fabrication

(FFF). Extrusionsverfahren zählen zu den populärsten und kostengünstigsten Methoden und kommen daher auch häufig bei 3D-Druckern in Privathaushalten zum Einsatz. Scott Crump, Gründer der US-amerikanischen Stratasys, einem der nach wie vor weltweit führenden Herstellern von 3D-Druckern, meldete das FDM-Verfahren 1989 zum Patent an.

3. Bei **pulverbasierten Verfahren** zeichnet der 3D-Drucker ein 2-D-Bild der ersten Schicht des zu fertigenden Objekts auf ein Pulverbett und verklebt die Pulverpartikel miteinander. Dann wird eine neue Pulverschicht gezogen und ein weiteres 2-D-Bild mit den Druckerköpfen gezeichnet. Bei diesen Verfahren wird unterschieden zwischen:

#### 3D-Druck

(3DP – 3-Dimensional Printing)

Hierbei wird über mehrere Druckköpfe ein flüssiger Klebstoff als Bindemittel auf ein pulverförmiges Substrat schichtweise aufgetragen und verfestigt dieses.

Ausgangsmaterial/Werkstoff: vor allem Kunststoffe, Gips, aber auch Keramik, Glas, Kalk.

#### Selektives Lasersintern

(SLS – Selective Laser Sintering)

Bei diesem Verfahren wird der Pulverwerkstoff mit einem Laser – nicht wie beim 3DP mit einem Klebstoff – Schicht für Schicht verschmolzen („versintert“).

Ausgangsmaterial/Werkstoff: vor allem Metalle, Kunststoffe, Keramik.

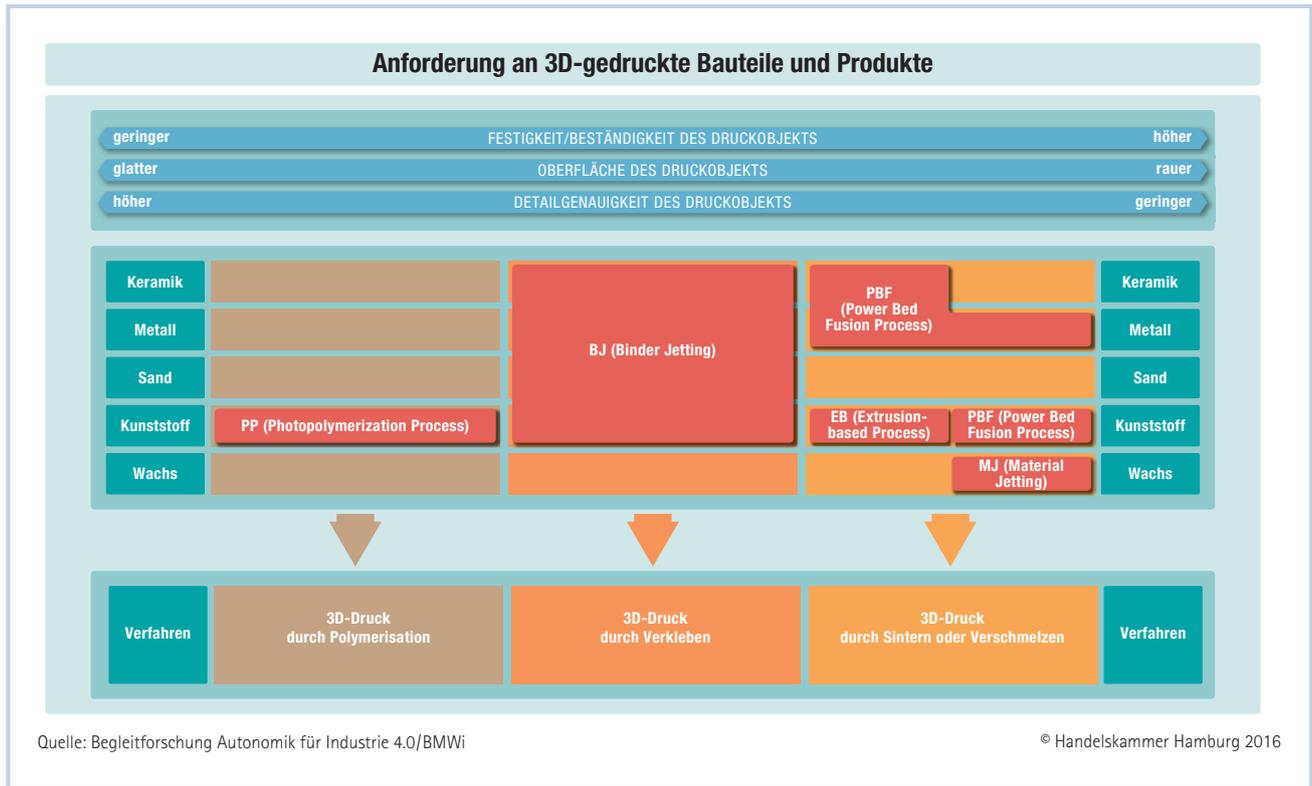
#### Selektives Laserschmelzen

(SLM – Selective Laser Melting)

SLM-Verfahren arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie SLS, im Unterschied wird aber das Pulver beim SLM nicht durch Versintern verfestigt, sondern das Pulver wird am Bearbeitungspunkt lokal aufgeschmolzen.

Ausgangsmaterial/Werkstoff: vor allem Metalle, Kunststoffe, Keramik.

Abbildung 1: Schematische Übersicht über die Verfahren und Materialien



Elektronenstrahlschmelzen  
(EBM – Electron Beam Melting)

Hier kommt statt des Lasers wie beim SLM ein Elektronenstrahl zum Einsatz, der das Ausgangspulver verschmilzt.

Ausgangsmaterial/Werkstoff: vor allem Metalle.

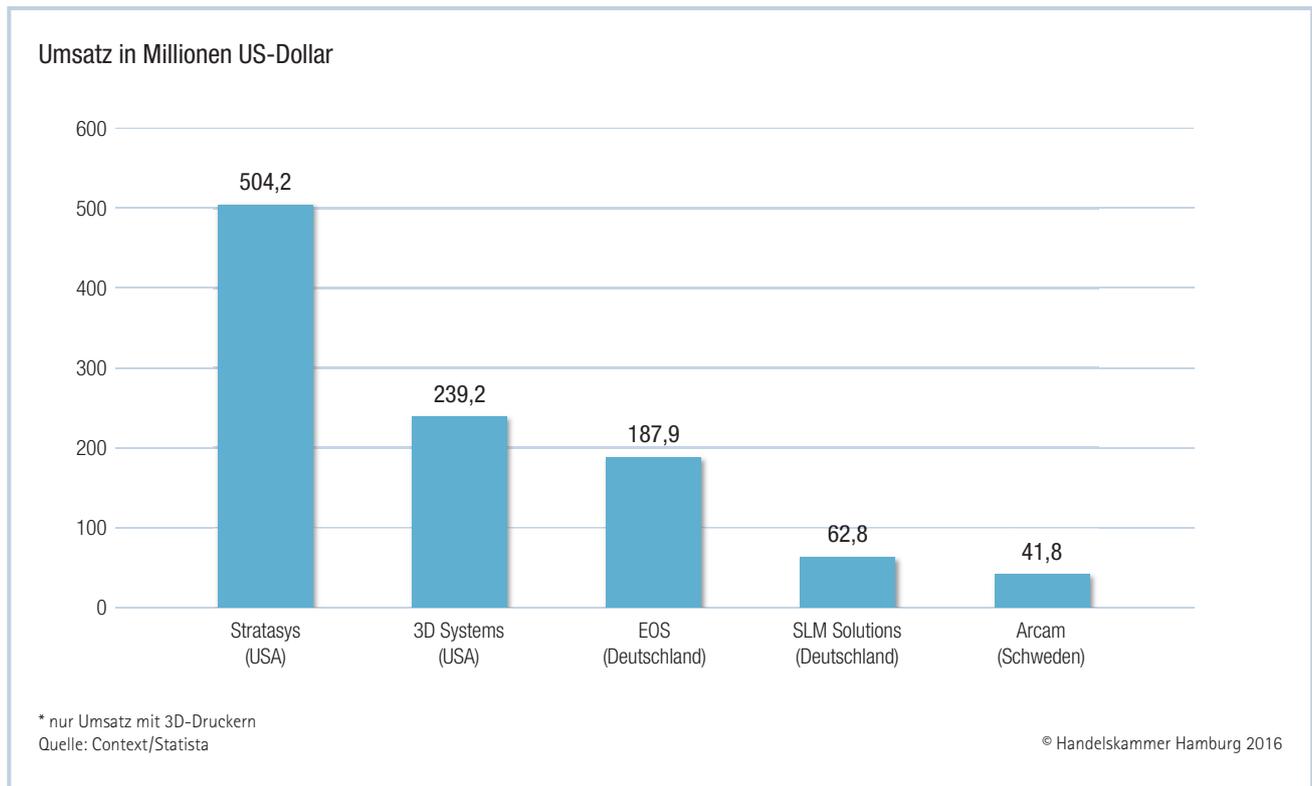
Alle Druckverfahren sind mit spezifischen Vor- und Nachteilen sowie Rand- oder Einsatzbedingungen verknüpft. Neben der bereits oben aufgelisteten Eignung für jeweils unterschiedliche Druckmaterialien gibt es Spezifika hinsichtlich der erforderlichen Druckzeit, der erzielbaren Oberflächenqualität, der Stabilität beziehungsweise des Erfordernisses von Stützstrukturen beim Druck, der Genauigkeit, der Baugröße, der Möglichkeit der Kombination verschiedener Materialien und der Ressourceneffizienz.

Der 3D-Druck gilt als grundsätzlich ressourcenschonendes Fertigungsverfahren, da es je nach Verfahren keinen oder nur geringen und teilweise wieder aufbereitbaren Materialüberschuss gibt – im Gegensatz zu

subtraktiven Fertigungsverfahren. Zudem ergeben sich Ressourceneinsparpotenziale bei der Nutzung der gefertigten Teile, wenn beispielsweise Gewichtsreduktionen durch 3D-Bauteile in der Luftfahrt weniger Treibstoff erfordern, oder Ersatzteile nicht transportiert, sondern vor Ort gedruckt werden können.<sup>3</sup> Allerdings stehen diesen Ressourceneinsparungen andere Lasten im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren gegenüber, wie der hohe Energieaufwand beim 3D-Druck pro Bauteil für das Aufschmelzen von Metallen oder die aufwendige Herstellung der Metallpulver für den Druck. Hier wird die Bilanz entscheidend von den technischen Weiterentwicklungen abhängen.

Die führenden Hersteller von 3D-Druckern – gemessen am Umsatz – sind die beiden US-amerikanischen Unternehmen Stratasys und 3D Systems, gefolgt von den Unternehmen EOS Electro Optical Systems GmbH (SLS-Verfahren) und SLM Solutions GmbH (SLM-Ver-

<sup>3</sup> Vgl. Ökopol GmbH – Institut für Ökologie und Politik: Additive Fertigung. 3D-Druck, Rapid Prototyping, Additive Manufacturing, 2016.

**Abbildung 2: Wichtigste Hersteller von 3D-Druckern weltweit nach Umsatz\* im Jahr 2015**

fahren) aus Deutschland. Stratasys, 3D Systems und EOS vereinen rund 70 Prozent des Marktes für 3D-Druck-Systeme auf sich.<sup>4</sup> Zu den wichtigsten deutschen Herstellern gehören daneben die Unternehmen Concept Laser GmbH, Envisiontec GmbH, Realizer GmbH und Voxeljet AG. Zudem sind auch etablierte deutsche Maschinenbauunternehmen im Bereich der Entwicklung und Herstellung von 3D-Druckgeräten aktiv.<sup>5</sup>

### 2.3 Auswirkungen auf Produktions- und Wertschöpfungsprozesse

3D-Druck als werkzeuglose Fertigungsmethode hat die Bauteilkonstruktion und -herstellung und die damit verbundene Prozess- und Wertschöpfungskette im produzierenden Gewerbe stark verändert. Als Querschnittstechnologie ist der 3D-Druck mittlerweile in fast allen Wirtschaftszweigen, wie Dienstleistungen, Logistik oder Handel, auf dem Vormarsch. Mit dem zunehmenden Einsatz des 3D-Drucks nicht mehr nur für den Prototypenbau, sondern auch für die Fertigung von Endprodukten in kleiner und größerer Serie wächst der disruptive Einfluss des 3D-Drucks auf traditionelle Wirtschaftskreisläufe, Wertschöpfungsstufen und Geschäftsmodelle.

Für die Unternehmen macht die mit dem 3D-Druck einhergehende Konstruktions- und nahezu grenzenlose Formgebungsfreiheit den Weg frei für ganz neue Produktgenerationen, die sich durch kundenspezifische und individuelle Eigenschaften auszeichnen. Komplexe

<sup>4</sup> Vgl. EY: How will 3D printing make your company link in the value chain? EY's Global 3D printing Report 2016, 2016.

<sup>5</sup> Vgl. Expertenkommission Forschung und Innovation: Jahresgutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschland 2015, 2015. Für eine Übersicht über die 3D-Druck-Hersteller weltweit mit Aktivitätenschwerpunkt siehe die Internetseiten Wohlers Associates (<https://wohlersassociates.com/manufacturers-and-developers.html>) und 3Druck.com – Das Magazin für 3D-Druck-Technologie (<https://3druck.com/3d-drucker-hersteller/>).

geometrische Formen wie bionische Strukturen sind realisierbar, die subtraktiv nicht herstellbar sind. Gegenstände können in einem Stück gefertigt werden und müssen nicht in einem zusätzlichen Arbeitsschritt aus Einzelteilen zusammengebaut werden.

Bei der Fertigung mit 3D-Druck-Verfahren ist es möglich, mit denselben Anlagen, Werkstoffen und Verfahren unterschiedliche (End-)Produkte herzustellen. Daraus ergeben sich Produktionsansätze, die mit herkömmlichen Herstellungsverfahren nur mit hohem Aufwand oder gar nicht möglich sind.<sup>6</sup> Es entfällt die Notwendigkeit der Anpassung von bauteilabhängigen Produktionswerkzeugen (z. B. Gussformen); nur die Design- und Konstruktionsdaten müssen angepasst werden. Diese sind die neue „Währung“ im Produktionsprozess, nicht mehr die Maschinen und Anlagen. Damit verschwimmen auch traditionelle Grenzen von Herstellern und Branchen. Während bei der klassischen (Massen-)Fertigung hohe Investitionen in Anlagen und Maschinen erforderlich sind – die allererste Produktionseinheit also besonders teuer ist während danach die Grenzkosten deutlich sinken – wird beim 3D-Druck jede Produktionseinheit unabhängig gefertigt, wodurch derartige Skaleneffekte nicht zu erzielen sind, dafür aber mehr Flexibilität.<sup>7</sup> Unterscheidet man traditionell die zwei grundlegenden Wettbewerbsstrategien Kostenführerschaft und Differenzierung, ist es mit 3D-Druck möglich, beide Ansätze zu vereinen. Neue Geschäftsmodelle entstehen nicht nur im produzierenden Gewerbe, sondern auch in allen anderen Branchen, beispielsweise für 3D-Druck-Dienstleister, 3D-Druck-Materialhersteller und -lieferanten oder auch Qualifizierungsanbieter.

3D-Druck erlaubt eine nachfragegesteuerte Produktion (on demand) unter Einbeziehung spezifischer Kunden-

wünsche vor Ort (on site) – ohne dass dort ein Maschinenpark vorhanden sein oder ein Versand aus einer zentralen Produktionsstätte dorthin erfolgen müsste. Besonders relevant ist dies für Aftermarket-Strategien wie das Ersatzteilgeschäft.

Die Herausforderung besteht darin, das Potenzial der neuen 3D-Fertigungslösungen für das eigene Unternehmen abzuschätzen, deren Integration in bestehende Produktionsprozesse zu realisieren und sich in den neu entstehenden Wertschöpfungsnetzwerken zu positionieren.

Mit Blick auf die zukünftigen Entwicklungen im Bereich 3D-Druck geht es um Fragen nach der Erschließung und Zugänglichkeit neuer Werkstoffe beziehungsweise Druckmaterialien, der Verbesserung der Qualitätseigenschaften 3D-gedruckter Teile oder der Einsatzmöglichkeiten der additiven Fertigung für noch größere Produktionszahlen (Produktivitätssteigerung und Kostensenkung).

## 2.4 Wirtschaftspolitische Implikationen

Im internationalen Wettbewerb werden kürzere Entwicklungs- und Fertigungszeiten sowie kostengünstigere Produktion bei gleichzeitig steigender Kundenindividualität und Produktvielfalt immer entscheidender. 3D-Druck als Produktionstechnologie kann Antworten auf diese Herausforderung geben. 3D-Druck ermöglicht die Entwicklung neuer industrieller Erfolgsstrategien auf Basis von Digitalisierung, Automatisierung und additiver Verfahren. Durch die Kombinationsmöglichkeit additiver Verfahren mit anderen innovativen Fertigungslösungen innerhalb eines hybriden Produktionssystems ist 3D-Druck ein wichtiger Baustein für die Industrie 4.0. Durch seinen digitalen Charakter lässt sich der 3D-Druck in eine durchgängige digitale Prozesskette einbinden.

3D-Druck verändert klassische Wertschöpfungsketten in vielen Bereichen und hat damit direkte oder zumindest indirekte Auswirkungen auf alle Branchen: Für

<sup>6</sup> Vgl. Europäischer Wirtschafts- und Sozialausschuss: Stellungnahme zum Thema „Die Welt von morgen. 3D-Druck, ein Werkzeug zur Stärkung der europäischen Wirtschaft“, 2015.

<sup>7</sup> Vgl. Ninnemann, Jan: Quo vadis Hamburg? Hafen und Logistik im Spannungsfeld zwischen Globalisierung und Industrie 4.0, 2016. HSBA Comments, HSBA Hamburg School of Business Administration, <https://hsbacomments.wordpress.com/2016/02/11/quo-vadis-hamburg-hafen-und-logistik-im-spannungsfeld-zwischen-globalisierung-und-industrie-4-0> (abgerufen am 12. November 2016).

Hamburg als Hafen- und Handelsstadt und Logistikstandort sind dabei insbesondere folgende Überlegungen wichtig:

Transportvolumina und Logistikabläufe sowie globale Warenströme und Außenhandelsketten können sich bei zunehmendem Einsatz des 3D-Drucks verschieben: Wenn in Zukunft statt physischer Waren vermehrt digitale Dateien versendet werden, um Produkte im 3D-Druck-Verfahren vor Ort zu fertigen, wird sich der Transport fertiger Massenprodukte aus großen Entfernungen verringern.<sup>8</sup> Das betrifft insbesondere die Handelsrouten Asien–Europa. Zudem müssen weniger Zuliefer- und Einzelteile transportiert werden, da beim 3D-Druck Objekte aus einem Stück gefertigt und nicht aus einzelnen Bauteilen zusammengesetzt werden.

Die weitere Etablierung des 3D-Drucks wird branchenübergreifend den Rohstoffbedarf und -einsatz und damit auch die Rohstofflieferketten zunehmend beeinflussen. So steigt bereits die Nachfrage nach Metallpulvern für industrielle 3D-Drucksysteme rasant.<sup>9</sup> Dabei ist mit einer verstärkten Nachfrage nicht nur seitens der in der Fertigung metallischer Bauteile bereits etablierten Unternehmen zu rechnen. Es werden neue Unternehmen als Nachfrager hinzukommen, die bislang Komponenten oder Produkte gekauft haben und diese zukünftig im 3D-Druck-Verfahren selbst herstellen. Damit wird der Transport von Rohmaterialien für den 3D-Druck (Kunststoffe, Metallpulver etc.) steigen und die Logistik auf der sogenannten letzten Meile vor Ort in unmittelbarer Kundennähe zunehmen. Ob dies die sinkenden Transportvolumina bei Massenprodukten ausgleichen kann, ist fraglich, berücksichtigt man die im Vergleich zu konventionellen Verfahren höhere Materialeffizienz des 3D-Drucks und die damit geringeren Materialmengen.

Einfluss auf Transport, aber auch auf Lagerhaltung haben darüber hinaus die durch den 3D-Druck möglichen neuen Strategien im Aftermarket-Bereich – der für viele Hersteller bereits den Markt für die Erstausrüstung übersteigt: Für das Ersatzteilgeschäft müssen keine Warenlager mehr vorgehalten werden, und im Bedarfsfall brauchen Ersatzteile nicht mehr kostenintensiv und zeitaufwendig weltweit versendet werden. Auf Basis sekundenschnell übermittelbarer digitaler Produktdateien können Ersatzteile vor Ort ausgedruckt werden.

Diese Entwicklungen bedeuten für das produzierende Gewerbe sinkende Logistikkosten; die Logistikdienstleister stellt sie vor große Herausforderungen. Sie müssen neue Geschäftsmodelle erschließen, in dem zum Beispiel bisherige Dienstleistungen mit 3D-Druck kombiniert und so schnelle und kosteneffiziente Lieferungen „on demand“ angeboten werden können.

Die dargestellten Veränderungen ziehen unmittelbare Auswirkungen auf den Hamburger Hafen nach sich: Sinkende Transportmengen bei Massenprodukten bedeuten einen geringeren Containerumschlag. Müssen aber vermehrt Grundstoffe für den 3D-Druck transportiert werden, könnte der Hafen eine wichtige Rolle für deren Umschlag einnehmen und sich in diesem Bereich neue Marktchancen erschließen. Eine Verbindung mit den digitalen Möglichkeiten – „Hafen 4.0“ – ist dabei besonders vielversprechend: Für die Herstellung „on demand“, die den 3D-Druck ausmacht, sind beispielsweise digital gesteuerte zuverlässige Vorhersagen von Warenströmen im Hafen hilfreich, damit Rohmaterialien für den 3D-Druck verfügbar sind, wenn sie gebraucht werden.

Wie stark die durch den 3D-Druck zu erwartenden Veränderungen sein werden, wird auch durch andere Faktoren beeinflusst, wie beispielsweise den Lohnkosten in Drittländern. Bei einer Vielzahl von (Massen-)Produkten wird sich der 3D-Druck im Vergleich zu traditionellen Verfahren nicht lohnen, weil die einheimische Fertigung durch 3D-Druck vor Ort die Produktion in Niedriglohnländern mit anschließendem Transport in

<sup>8</sup> Vgl. AEB: White Paper: Sechs Thesen, wie der 3D-Druck die Logistik verändert, 2015.

<sup>9</sup> Vgl. Bundesverband der Deutschen Industrie: Implikationen des 3D-Drucks für die Rohstoffsicherung der deutschen Industrie, 2015.

den Kostenkalkulationen der Unternehmen nicht aufwiegen kann.

Zudem hängt die Entscheidung zwischen Transport und Vor-Ort-3D-Druck davon ab, wie geeignet die Produkte für den 3D-Druck sind, und wie hoch die Transportkosten ausfallen. Je höher die Transportkosten im Verhältnis zu den gesamten Produktionskosten und je besser die Eignung für den 3D-Druck, desto sinnvoller ist der 3D-Druck vor Ort.<sup>10</sup>

Für den Handel lassen sich vor diesem Hintergrund folgende Entwicklungen skizzieren: Sicherlich können zukünftig Konsumenten und Unternehmen bestimmte Produkte beim 3D-Druckdienstleister drucken lassen oder selbst drucken, statt sie im Einzelhandel oder über Händler zu beziehen. Dies bietet sich für individualisierte Produkte an. Doch beim Absatz von Massenkonsumgütern und industriellen 3D-Druck-Serienprodukten werden (Zwischen-) Händler nach wie vor eine wichtige Rolle spielen.

In Zeiten des Onlinehandels, in denen kürzere Lieferzeiten immer entscheidender werden – nach „same day“ nun auch „one hour delivery“ –, können sich durch die Verknüpfung mit dem 3D-Druck neue Geschäftsmodelle ergeben.

Derzeit wird 3D-Druck-Material von den Anwendern noch häufig direkt über 3D-Druckanbieter bezogen. Mit zunehmender Nachfrage treten immer mehr spezialisierte Hersteller in den Markt ein. Hieraus ergeben sich auch Möglichkeiten für Händler, die sich auf dieses Segment spezialisieren.

Der nähere Blick auf die Branchen zeigt, wie komplex und weitreichend die zu erwartenden wirtschaftspolitischen Implikationen sein können. Mit der erhofften Aufwertung der Rolle einheimischer Fertigungskapazitäten wird aus wirtschaftspolitischer Perspektive mit dem 3D-Druck daher häufig auch die Erwartung ver-

bunden, dass bislang aus Kostengründen im Ausland angesiedelte Produktionsprozesse wieder zurück verlagert werden könnten. Das gilt in gleichem Maße für Deutschland wie für Hamburg.

In Deutschland wird das Thema 3D-Druck daher auf Bundesebene seit Kurzem durch den Verband 3DDruck begleitet und gefördert. Der Anfang Mai 2016 in Berlin gegründete Verein hat sich zum Ziel gesetzt, die unterschiedlichen Interessen auf dem Gebiet des 3D-Drucks zu bündeln und gegenüber Politik, Gesellschaft und Medien zu vertreten. Dazu gehört die Formulierung der Interessen und Ziele der deutschen Unternehmen im Bereich der Forschung, Entwicklung und Anwendung der 3D-Druck-Technologie und die Analyse der nationalen und internationalen Entwicklungen im Bereich des 3D-Drucks.

<sup>10</sup> Vgl. Strategy&T: Industry perspectives – 2015 Commercial Transportation Trends, 2015.

### 3 Internationale Markt- und Wettbewerbssituation

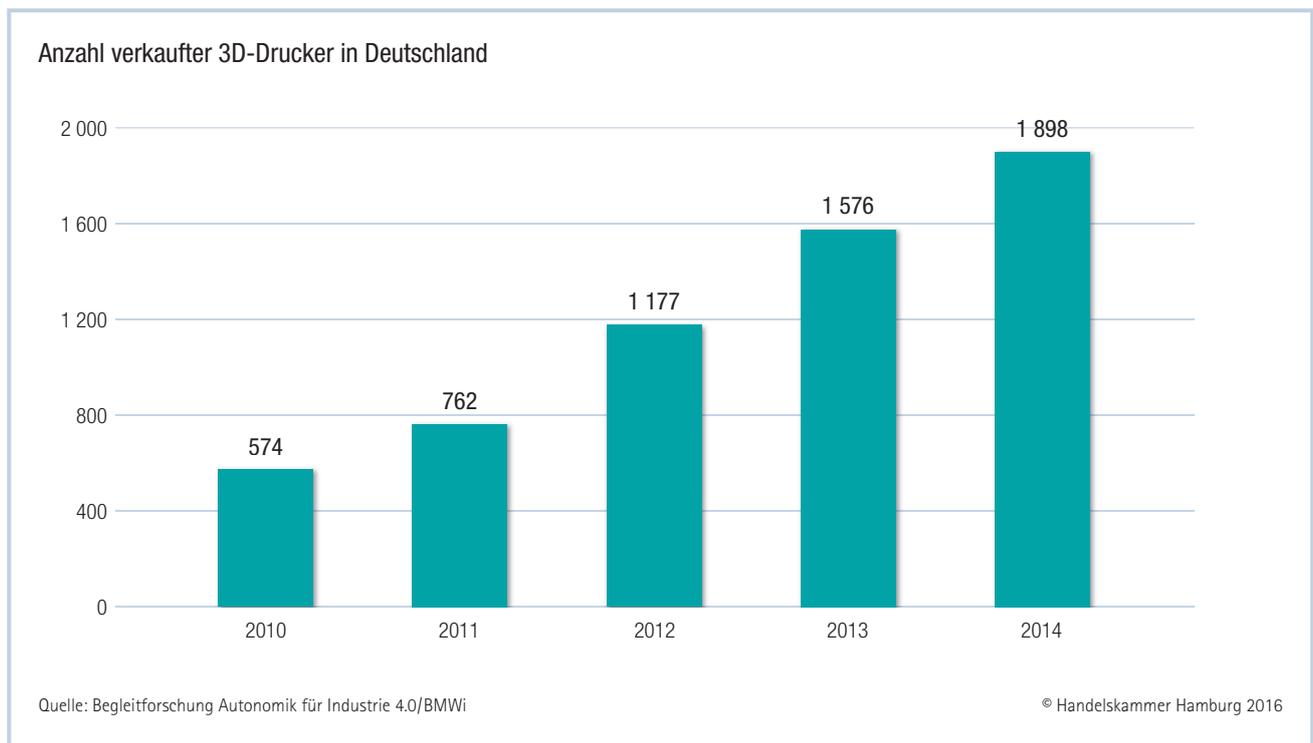
#### 3.1 Umsätze und Wachstumsraten

Aufgrund des enormen wirtschaftlichen Potenzials und der zu erwartenden technologischen Weiterentwicklungen im 3D-Druck nimmt der Wettbewerb in Wirtschaft und Wissenschaft um die Technologieführerschaft und Marktanteile rasant an Fahrt auf. Hamburg tut gut daran, sich hier strategisch zu positionieren.

Die meisten Analysen der Marktsituation beziehen sich auf die Umsätze der Anbieter von 3D-Druck-Hard- und -Software sowie -Dienstleistungen: So schätzt das US-Marktforschungsunternehmen Wohlers Associates

den Umsatz weltweit durch den Verkauf von 3D-Druck-Gütern und -Dienstleistungen im Jahr 2015 auf rund 5,2 Milliarden US-Dollar und die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der erzielten Umsätze auf 25,9 Prozent.<sup>11</sup> Im Zeitraum 2000 bis 2013 stieg der Umsatz von 600 Millionen auf 3 Milliarden US-Dollar. Bis zum Jahr 2020 wird ein weiterer Anstieg auf über 20 Milliarden US-Dollar Umsatz geschätzt. Der Anteil deutscher Unternehmen am globalen Umsatz wird laut einer Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie auf 15 bis 20 Prozent beziffert.<sup>12</sup> 2015 gab es weltweit 62 Hersteller, die industrielle 3D-Druck-Systeme<sup>13</sup> verkauften, im Vergleich zu

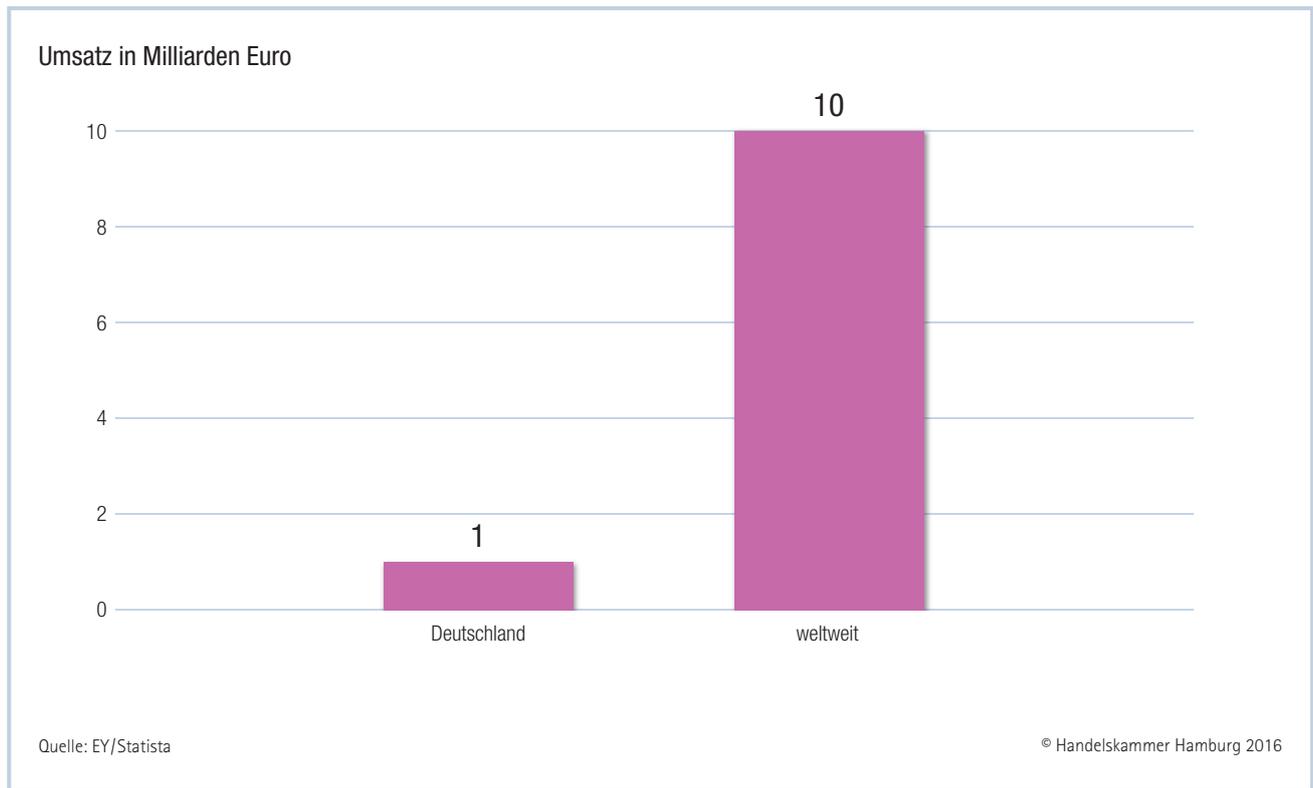
**Abbildung 3: Verkaufszahlen für Deutschland von industriellen 3D-Druckern**



<sup>11</sup> Vgl. Wohlers Associates: Wohlers Report 2016 – 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry, 2016.

<sup>12</sup> Vgl. Begleitforschung Autonomik für Industrie 4.0: Additive Fertigungsverfahren – Entwicklungsstand, Marktperspektiven für den industriellen Einsatz und IKT-spezifische Herausforderungen bei Forschung und Entwicklung, 2016.

<sup>13</sup> Als industrielle Drucker gelten Drucker, deren Wert über 5 000 US-Dollar liegt.

**Abbildung 4: Geschätzter Umsatz mit 3D-Druck-Produkten in Deutschland und weltweit im Jahr 2016**

49 im Jahr 2014 und 31 im Jahr 2011. Die Verkaufszahlen von industriellen Druckern in Deutschland haben sich zwischen 2010 und 2014 mehr als verdreifacht.

Beim Umsatz mit 3D-Druck-Produkten werden laut einer aktuellen Erhebung von EY (Ernst & Young) 2016 insgesamt geschätzt bereits 10 Milliarden Euro weltweit erzielt, wobei alleine die deutschen Unternehmen hochgerechnet knapp eine Milliarde Euro umsetzen.<sup>14</sup> Es wird erwartet, dass die jährlichen Wachstumsraten in der 3D-Druck-Industrie von 28 Prozent zwischen 2011 und 2015 weiterhin in entsprechender Höhe (25 Prozent) bis 2020 steigen werden. Das Marktvolumen wird 2020 auf 12,1 Milliarden US-Dollar geschätzt. Führend bei der Anwendung des 3D-Drucks weltweit sind laut der Befragung von EY bei 900 Führungskräften aus der Industrie in zwölf Ländern derzeit deutsche Unternehmen: 37 Prozent nutzen demnach

den 3D-Druck bereits (12 Prozent planen die Anwendung) und sind damit deutlich weiter als die Wirtschaft anderer Industrienationen (in Südkorea und China nutzen bislang 24 Prozent der Unternehmen 3D-Druck, in den USA 16 Prozent). Doch es wird erwartet, dass sich diese Situation verändert, weil Unternehmen gerade in China und Korea zukünftig stärker als deutsche Unternehmen auf die Herstellung von Endprodukten durch 3D-Druck setzen werden und dadurch erhebliche Wachstumszahlen erwarten.

Der aktuelle KPMG-Produktionsreport,<sup>15</sup> basierend auf einer internationalen Umfrage bei 360 Führungskräften aus der Industrie, zeigt steigende Investitionen in die Zukunftstechnologie 3D-Druck: 25 Prozent der produzierenden Unternehmen setzen bereits auf den 3D-Druck und 31 Prozent planen in den nächsten zwei Jahren Investitionen in diesem Bereich. Bezogen nur auf Unternehmen der Metallindustrie geben 25 Pro-

<sup>14</sup> Vgl. EY: How will 3D printing make your company link in the value chain? EY's Global 3D printing Report 2016, 2016.

<sup>15</sup> Vgl. KPMG: Global Manufacturing Outlook, 2016.

zent an, bereits in die additive Fertigung investiert zu haben;<sup>16</sup> 27 Prozent wollen in den kommenden zwei Jahren ihre Investitionen ausweiten.

In einzelnen Branchen wird das Marktpotenzial besonders hoch bewertet: So zeigt eine Befragung des Digitalverbands Bitkom in der Luftfahrt-Branche, dass 51 Prozent der Meinung sind, dass sich 3D-Druck-Verfahren in der Flugzeugproduktion im Jahr 2030 durchgesetzt haben werden.

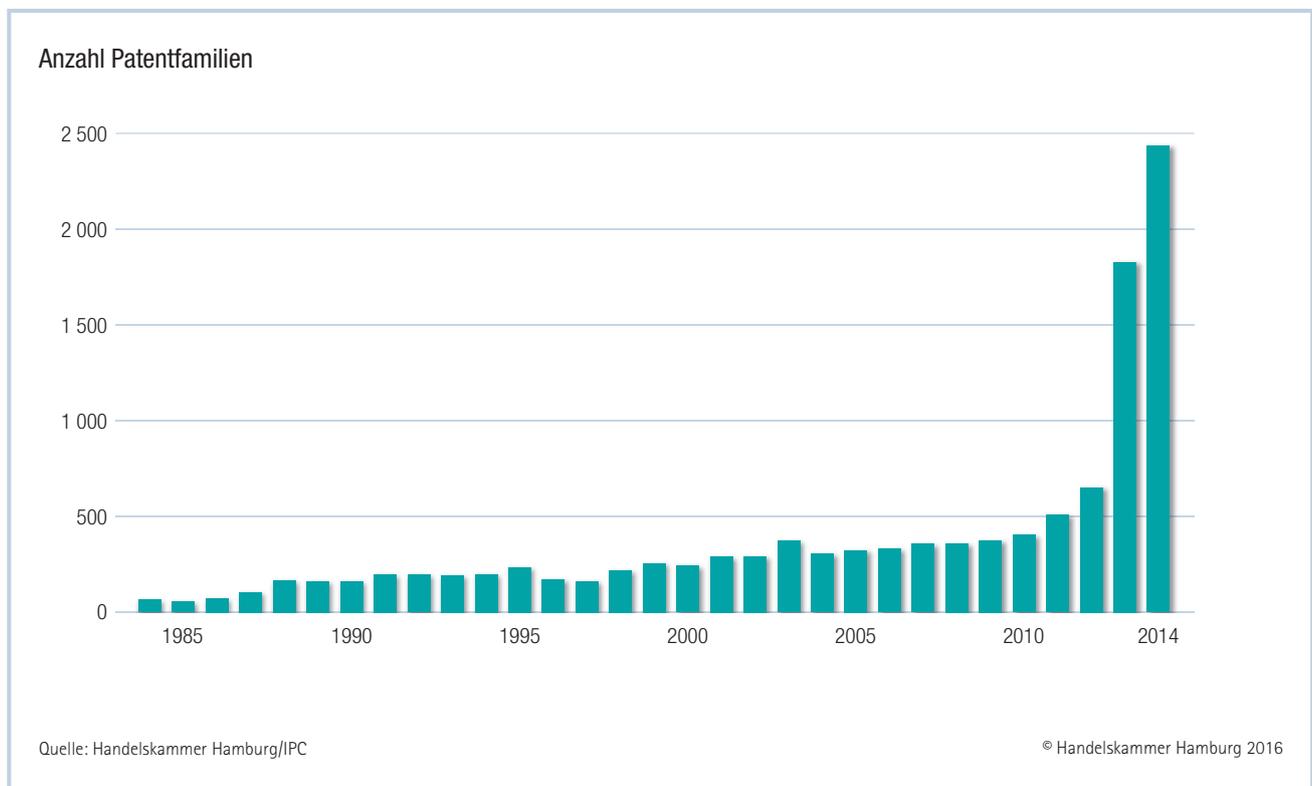
## 3.2 Patentanmeldungen

Wenn Unternehmen in einem Technologiebereich Marktpotenzial sehen und daher ihre innovativen Produkte schutzrechtlich absichern wollen, lässt sich das auch an den Patentanmeldungen erkennen: Nach den Basiserfindungen in den USA von Chuck Hull (Stereolithografie-Verfahren/Unternehmen 3D Systems) und

Scott Crump (FDM-Verfahren/Unternehmen Stratasys) in den 80er-Jahren gab es ab dem Jahr 2012 einen sprunghaften Anstieg der Patentanmeldungen im Bereich 3D-Druck. Bis 2014 wurden insgesamt knapp 13 700 Patentanmeldungen identifiziert.

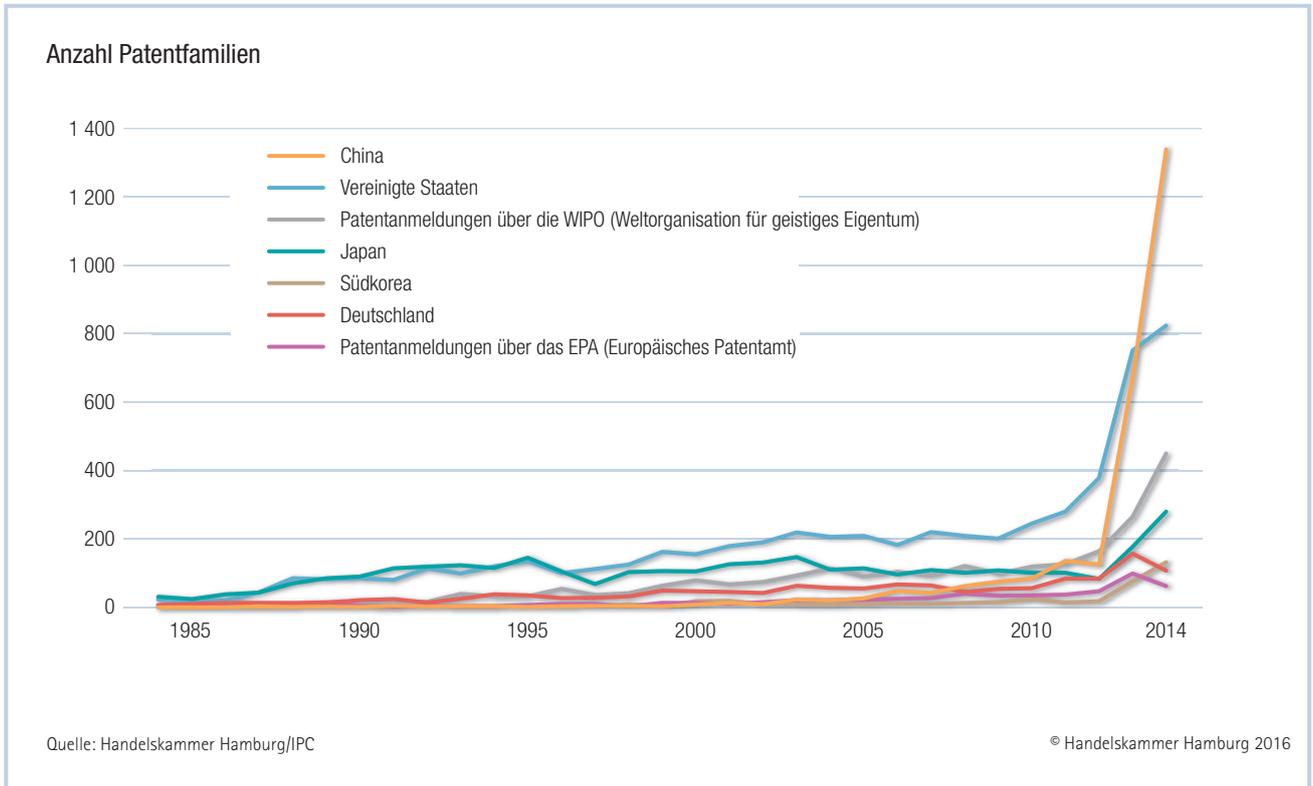
Für 2016 sind geschätzte rund 7 000 Patentveröffentlichungen zu erwarten, rechnet man die bislang rund 4 500 (Stand September 2016) veröffentlichten Patente hoch.

**Abbildung 5: Anzahl der Patentanmeldungen im 3D-Druck pro Jahr weltweit 1984 bis 2014 (Prioritätsjahr)**



<sup>16</sup> Vgl. KPMG: Global Metals and Mining Outlook, 2016.

**Abbildung 6: Anzahl der Patentanmeldungen im 3D-Druck aus den wichtigsten Ursprungsländern 1984 bis 2014 (Prioritätsjahr)**



**Abbildung 7: Anzahl der internationalen Patentanmeldungen im 3D-Druck aus den wichtigsten Ursprungsländern 1984 bis 2014 (Prioritätsjahr)**

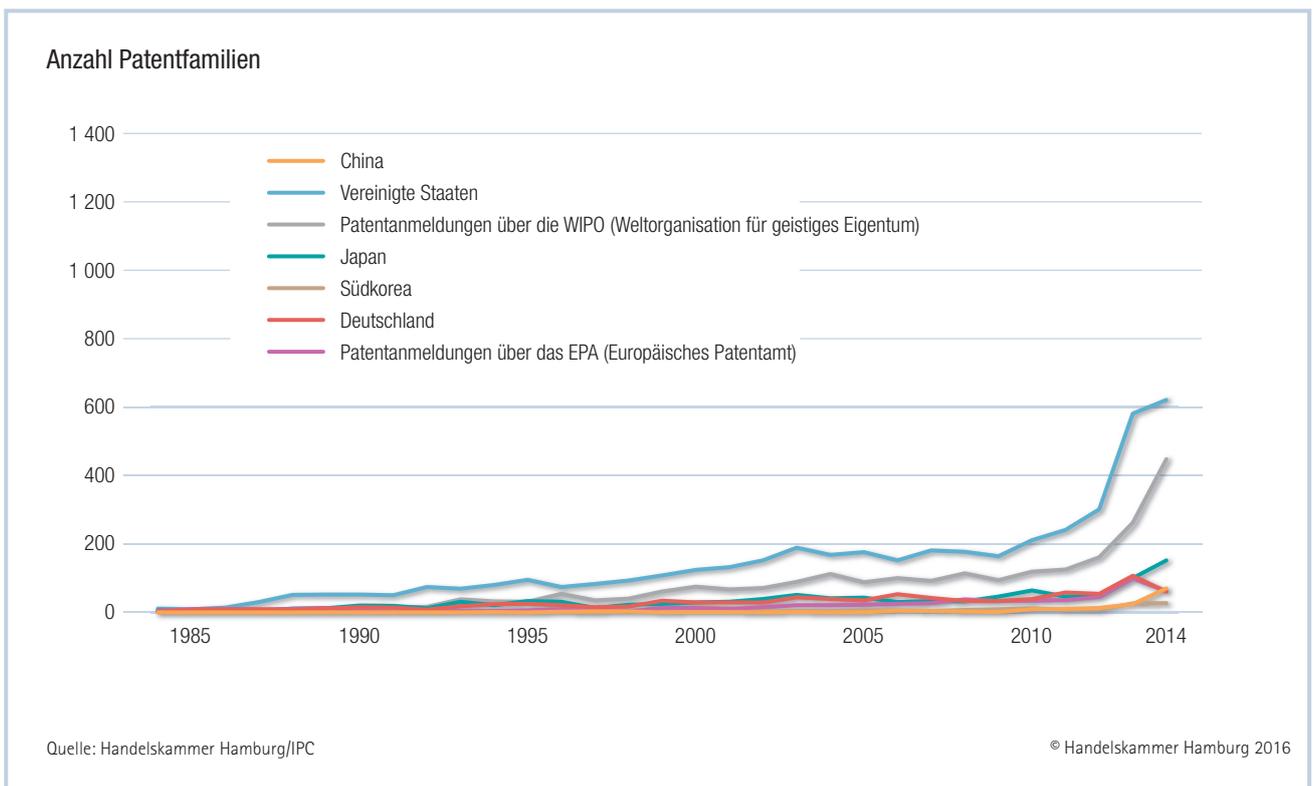




Abbildung 9: Anzahl der Patent-Erstanmeldungen im 3D-Druck

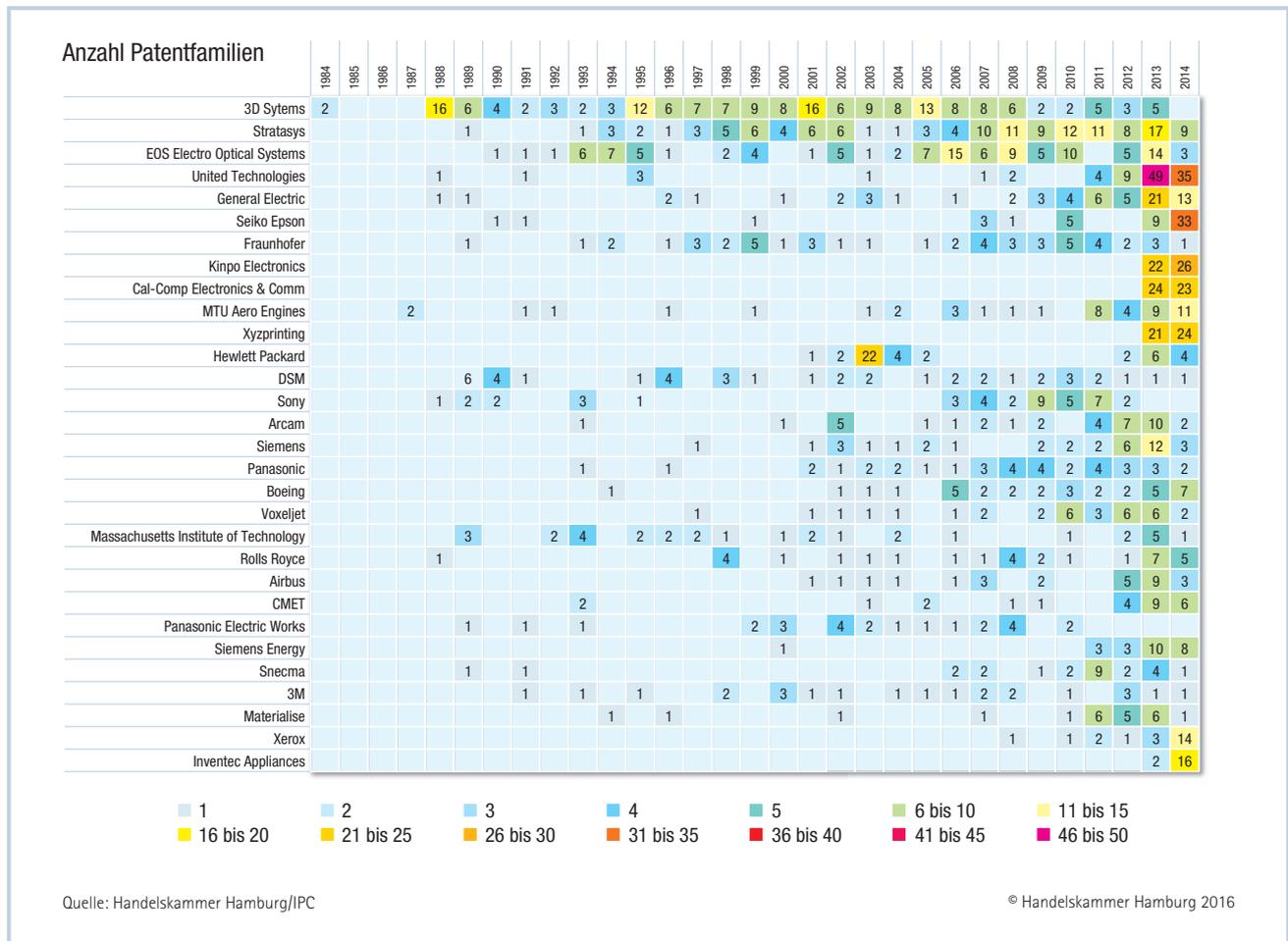
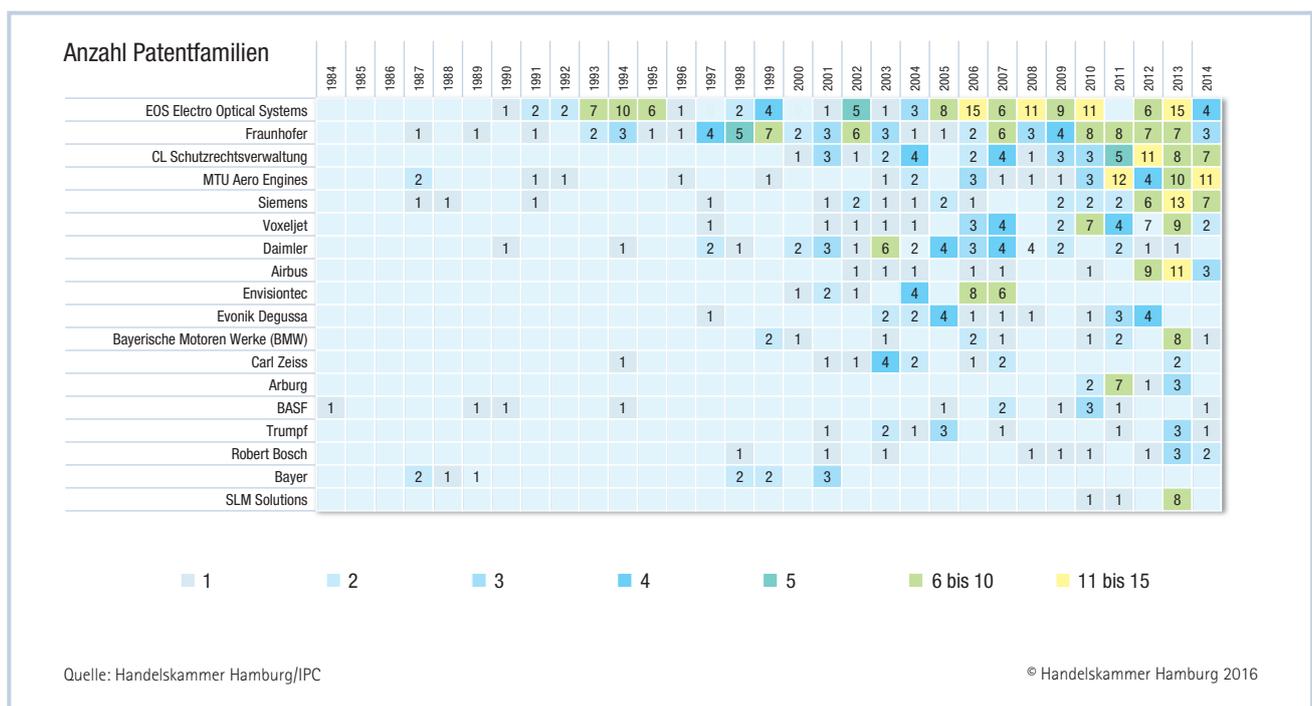


Abbildung 10: Die wichtigsten deutschen Patentanmelder



In einer Zeitreihe betrachtet wird ersichtlich, welche Unternehmen – gemessen an der Anzahl der Patentfamilien-Erstanmeldungen – zu den Pionieren des 3D-Drucks zählen: neben den US-amerikanischen Unternehmen 3D Systems und Stratasys die deutschen Unternehmen EOS Electro Optical Systems GmbH und Voxeljet AG. Darüber hinaus zeigt, sich, dass seit 2012 die Zahl der Marktteilnehmer deutlich gestiegen ist. Mit ihren Patentanmeldungen bereits in der 80er-Jahren haben sich 3D Systems (1984: Anmeldung des Stereolithografie-Verfahrens) und Stratasys (1989: Anmeldung des FDM-Verfahrens) früh am Markt etabliert und konnten so zum Marktführer aufsteigen.

Für Deutschland zeigt sich unternehmensseitig folgendes Bild: Wesentliche Patentanmeldungen in den 90er-Jahren kamen von der EOS Electro Optical Systems GmbH. In den letzten Jahren sind mehr Anmelder hinzugekommen. Wichtige 3D-Druck-Hersteller sind die Voxeljet AG, die Concept Laser GmbH (meldet über die CL Schutzrechtsverwaltungs GmbH an), die EOS Electro Optical Systems GmbH und die SLM Solutions GmbH. Alle weiteren Anmelder sind 3D-Druck-Anwender. Bei den deutschen Herstellern fällt auf, dass viele im Bereich des Lasersinterns und vorwiegend im 3D-Metalldruck aktiv sind.

#### HINWEIS ZUR PATENTANALYSE:

*Für die Analyse von Patentanmeldungen zum Thema 3D Druck wurden mithilfe der globalen Patentdatenbank Questel Orbit (einfache) Patentfamilien nach folgenden Suchkriterien zusammengestellt:*

*Patentanmeldungen, welche durch die Patentämter wie folgt der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder der Gemeinsamen Patentklassifikation (CPC) zugeordnet wurden:*

*B33Y            Additive (generative) Fertigung, d. h. die Herstellung von dreidimensionalen [3D] Bauteilen durch additive Abscheidung, additive Agglomeration oder additive Schichtung, z. B. durch 3D-Drucken, Stereolithografie oder selektives Lasersintern*

*Außerdem wurden Patentanmeldungen berücksichtigt, welche folgenden IPC beziehungsweise CPC zugeordnet wurden:*

*B22F            Verarbeiten von Metallpulver; Herstellen von Gegenständen aus Metallpulver*

*B29C 67        (Besondere) Formgebungsverfahren*

*B23K 26        Bearbeitung durch Laserstrahlen*

*B28B 1         Herstellen geformter Gegenstände aus (keramischem) Material*

*Jeweils in Kombination mit den folgenden alternativen Stichworten (im Titel, in der Zusammenfassung und in den Ansprüchen soweit verfügbar; in der Originalsprache oder in der englischen Maschinenübersetzung; + bedeutet beliebige Zeichen): STEREOLOGRA+, 3 DIMENSION+, DREIDIMENSION+, DREI DIMENSION+, THREE DIMENSION+, 3D DRUCK+, 3D PRINT+, GENERATIVE FERTIGUNG+, GENERATIVE MANUFACT+, ADDITIVE FERTIGUNG+, ADDITIVE MANUFACT+.*

### 3.3 Öffentliche Förderung

---

Die Politik hat sich das Thema 3D-Druck auf die Fahnen geschrieben, um im Rahmen von Innovations- und Wirtschaftspolitik die Prozesse zum Wohle des eigenen Standorts aktiv mitzugestalten. Öffentliche Förderung in diesem Bereich nimmt zu.

Der Hamburger Senat hat im Koalitionsvertrag mit der 3-D-Print-Initiative eine politikfeldübergreifende 3D-Druck-Strategie festgeschrieben, um die Region als Technologieführer zu profilieren. Auf Bundesebene wird 3D-Druck vor allem über die Projektförderung des Bundesforschungs- und Bundeswirtschaftsministeriums unterstützt. Dabei geht es schwerpunktmäßig um die Anwendung des 3D-Drucks in einzelnen Branchen, etwa in der Luftfahrt, oder um bestimmte Aspekte beim 3D-Druck, beispielsweise die Materialforschung. Die EU fördert 3D-Druck-Forschungsaktivitäten zur Transformation von Produktionssystemen über ihr Programm „Horizon 2020“.

In den USA wurde 2012 das National Additive Manufacturing Innovation Institute (NAMI), bekannt unter dem Namen „America Makes“, als öffentlich-private Partnerschaft gegründet und erhielt im Jahr 2014 immerhin 50 Millionen US-Dollar öffentliche Förderung. In China wurden im Auftrag der Regierung von der staatlich geförderten Asian Manufacturing Association (AMA) inzwischen zehn Institute – je mit 3,3 Millionen US-Dollar gefördert – gegründet, die sich dem Thema widmen. Das Indian Institute of Technology Hyderabad (IITH) wird in den nächsten zwei Jahren einen Betrag von rund 13 Millionen Euro unter anderem in das Forschungsfeld 3D-Druck stecken. Auch in anderen asiatischen Ländern, etwa Japan, Singapur oder Taiwan, wird 3D-Druck intensiv gefördert.

<sup>18</sup> Vgl. Europäische Kommission: Additive Manufacturing in FP7 and Horizon 2020, 2014; Expertenkommission Forschung und Innovation: Jahrgutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2015, 2015.

<sup>19</sup> Vgl. Koalitionsvertrag über die Zusammenarbeit in der 21. Legislaturperiode der Hamburgischen Bürgerschaft, 2015.

## 4 3D-Druck in Hamburg

Hamburg hat als Innovations- und Wissenschaftsstandort viel zu bieten: ein breit gefächertes Hochschulangebot, zahlreiche außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, exzellente Cluster und Kompetenznetze in Zukunftsfeldern, eine Vielzahl forschender, innovativer Unternehmen und Gründer sowie Industriebetriebe, die weltweit Maßstäbe setzen.

Damit hat Hamburg eine starke institutionelle und unternehmerische Grundlage, um das Potenzial neuer technologischer Entwicklungen ausschöpfen und Antworten auf damit verbundene Herausforderungen geben zu können.

Wie steht es vor diesem Hintergrund um den 3D-Druck-Standort Hamburg? Wie sind Hamburgs Wissenschaft und Wirtschaft beim hochdynamischen Thema 3D-Druck aufgestellt? Wie kann sich Hamburg im Zukunftsmarkt 3D-Druck bestmöglich positionieren?

Antworten auf diese Fragen geben die folgende Übersicht über einige der im Bereich des 3D-Drucks aktiven Hochschulen und Wissenschaftseinrichtungen sowie die Ergebnisse der Umfrage unserer Handelskammer bei Hamburger Unternehmen.

### 4.1 Wissenschaft und Forschung

Die Hamburger Wissenschaft ist beim Thema 3D-Druck breit aufgestellt und hat mit dem Laser Zentrum Nord und dessen Kompetenzen im Metalldruck ein international renommiertes Aushängeschild.

Die im Folgenden dargestellte Auswahl wichtiger im 3D-Druck aktiver Forschungs- und Wissenschaftsakteure in Hamburg zeigt die große Bandbreite des Themas 3D-Druck sowie die zahlreichen angrenzenden Wissenschaftsbereiche dieser neuen Technologie, wie die Informatik oder die Materialforschung.

#### 4.1.1 LZN Laser Zentrum Nord GmbH/ Technische Universität Hamburg

Die LZN Laser Zentrum Nord GmbH wurde im Jahr 2009 als Spin-off aus dem Institut für Laser- und Anlagensystemtechnik (iLAS) der Technischen Universität (TUHH) gegründet und arbeitet in enger Kooperation mit diesem. CEO des LZN ist Prof. Dr.-Ing. Claus Emmelmann, Leiter des iLAS. Als Kompetenzzentrum für innovative optische Produktionstechnologien ist das LZN Bindeglied zwischen Grundlagenforschung und industrieller Anwendung. Das LZN verfügt über Kompetenzen in den verschiedenen laserbasierten Trenn-, Füge- und Urformverfahren und arbeitet mit Unternehmen aus den Bereichen Automobil, Schiffbau, Flugzeugbau, Medizintechnik, Werkzeug- und Maschinenbau zusammen. Bauteile aus Titan, Stahl, Edelstahl, Aluminium und Verbundwerkstoffen werden nach dem Leitmotiv „Engineering in Light – Photonic Solutions for Resource Efficient Products“ entwickelt, optimiert und realisiert.

Die additive 3D-Laserdruck-Technologie ist einer der Forschungs- und Tätigkeitsschwerpunkte des LZN: Beim Lasergenerieren von thermoplastischen Werkstoffen, bei dem Kunststoffpulver mittels Laserstrahlung schichtweise verfestigt wird, ist das LZN auf die Herstellung von Kunststoff-Bauteilen mit extrem hohen mechanischen Eigenschaften und einer hohen geometrischen Gestaltungsfreiheit spezialisiert. Beim Lasergenerieren von Metallen, bei dem Metallpulver, aufgetragen in dünnen Schichten, unter Einsatz von Laserstrahlung selektiv belichtet und aufgeschmolzen wird, verarbeitet das LZN technische Metalle, wie Edel- und Werkzeugstahl oder Titanlegierungen. In der industriellen Anwendung kommt dieses Verfahren unter anderem für dentale Restaurationen zum Einsatz sowie bei Spritzgieß-Werkzeugen mit konturnahen Kühlkanälen, Bauteilen für Nullserien für den Automobilbau oder Leichtbaustrukturen für die Luftfahrt. Für seine zukunftsweisenden Entwicklungen im 3D-

Metalldruck im zivilen Flugzeugbau ist das LZN gemeinsam mit den Partnern Airbus und Concept Laser bei der Verleihung des Deutschen Zukunftspreises 2015 durch den Bundespräsidenten in den „Kreis der Besten“ aufgenommen worden. Das Team hatte mit der neuen Verfahrenstechnik ein dreidimensional gedrucktes Bauteil aus Metall – einen Kabinenhalter aus Titan – entwickelt, der im Airbus A350 XWB zum Einsatz kommt. Als bahnbrechend wurden die erzielten Materialeinsparungen und die damit verbundene Reduktion von Gewicht und Energieverbrauch bei gleichzeitiger Einhaltung der hohen Anforderungen in der Luftfahrt an Materialbelastung und Sicherheit gewürdigt.

#### 4.1.2 3D-Druck an den Hamburger Hochschulen

##### **HafenCity Universität Hamburg – Universität für Baukunst und Metropolenentwicklung**

An der HafenCity Universität Hamburg spielt das Thema 3D-Druck in den Studienbereichen Architektur, Städtebau, Visualisierung und Urban Design in seiner praktischen Anwendung eine Rolle. In der Werkstatt der Hochschule steht den Studierenden ein Ultimaker-3D-Drucker für den Modellbau zur Verfügung.

##### **HSBA Hamburg School of Business Administration**

Das Department Maritime & Logistics der HSBA widmet sich Fragen der Wettbewerbsfähigkeit der Schifffahrtsbranche, des Hafens und seiner Hinterlandverbindungen sowie der maritim und logistisch ausgerichteten Wirtschaft. Das Thema 3D-Druck wird hier mit Blick auf den Hamburger Hafen und die Logistikwirtschaft im Spannungsfeld zwischen Globalisierung und Industrie 4.0 untersucht.

##### **Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg**

An der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg) hat sich an der Fakultät

Technik und Informatik unter Prof. Dr.-Ing. Günther Gravel, Leiter des Instituts für Produktionstechnik, ein deutschlandweit bekanntes Anwenderforum und -netzwerk etabliert: Seit 15 Jahren wird die Fachtagung Rapid Prototyping organisiert, begleitet von einer Ausstellung von Anlagen zur generativen Fertigung. Dabei geht es nicht nur um das Aufzeigen des Anwendungsspektrums von 3D-Druck-Verfahren, sondern auch um Fragestellungen zur Produktivität, Automatisierung und Qualitätssicherung.

Seit mehr als zehn Jahren lernen Studierende des Departments Maschinenbau und Produktion den 3D-Druck im Maschinenbau-Studium in seiner praktischen Anwendung im Rapid-Prototyping-Labor der HAW Hamburg kennen, insbesondere mit Blick auf die Fertigung von Kunststoffbauteilen aus ABS, PC oder Nylon, die vielen mechanischen und thermischen Belastungen standhalten.

##### **Kühne Logistics University – Wissenschaftliche Hochschule für Logistik und Unternehmensführung**

An der Kühne Logistics University stehen die strategischen und operativen Herausforderungen, die der 3D-Druck als disruptive Technologie für Logistik- und Lieferketten bedeutet, im Vordergrund. Es werden neue Möglichkeiten und Chancen mit Blick auf „Supply Chain 4.0“ untersucht und „Supply Chain Operating Models for 3D Printing“ für Unternehmen entwickelt.

##### **Universität Hamburg**

Die 3D-Fertigung basiert auf digitalen 3D-Modellen. Je komplexer das zu fertigende 3D-Objekt, desto umfangreicher sind die erforderlichen Prozesse der vorgeschalteten digitalen Datengenerierung. Themen wie 3D-Simulation, CAD und der Umgang mit Big Data spielen daher für das Thema 3D-Druck eine entscheidende Rolle. Computing in Science – Hochleistungsrechnen, maschinelles Lernen, Bioinformatik und Big Data – ist einer der Schwerpunkte der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften der

Universität Hamburg (UHH). Mit Prof. Dr. Frank Steinicke gibt es hier einen Experten für Fragen der virtuellen Realität und der 3D-Interaktion. Das Lothar-Collatz-Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen der UHH beschäftigt sich mit der Übertragung von Methoden der Mathematik und der Informatik für die simulationsbasierten Wissenschaften.

#### 4.1.3 3D-Druck an den außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Hamburg

##### **Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY**

Das DESY als eines der weltweit führenden Beschleunigerzentren entwickelt, konstruiert und baut hochkomplexe Forschungsanlagen. Der Bereich Zentrale Konstruktion des DESY ist das Kompetenzzentrum für die Entwicklung und Konstruktion von mechanischen Komponenten für Teilchenbeschleuniger. Das Aufgabenspektrum reicht von der einfachen Vakuumkammer des Beschleunigers über leichten bis schweren Stahlbau, allgemeinen und Elektro-Maschinenbau, Feingerätetechnik und wissenschaftlichen Gerätebau, Behälter- und Rohrleitungsbau bis hin zum kompletten Experiment der Hochenergiephysik. Bei der Maschinenbaukonstruktion und Geräteentwicklung verfügen die Wissenschaftler und Techniker des DESY über umfangreiche Erfahrungen mit 3D-Druck-Verfahren.

##### **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt**

Seit 2007 ist das in Kooperation mit der Technischen Universität Hamburg gegründete Institut für Lufttransportsysteme des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt am Standort Hamburg angesiedelt. Es befasst sich mit dem Entwurf, der Analyse und der Bewertung von neuen Lufttransportkonzepten. Zu den Aufgaben des Instituts zählt auch die Entwicklung von Verfahren zur Simulation des Gesamtsystems Lufttransport. Hierfür steht das Integrierte Design Labor zur Verfügung. Über das Thema Luftfahrt ist hier die Anknüpfung zum 3D-Druck und Big Data gegeben.

##### **Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen**

Im Jahr 2015 ist Hamburg dem Abkommen über die gemeinsame Förderung der Fraunhofer-Gesellschaft beigetreten und beteiligt sich nun an der gemeinsam von Bund und Ländern geförderten Finanzierung der Fraunhofer-Gesellschaft. Im Zuge des Beitritts wurden drei Hamburger Forschungseinrichtungen dauerhaft in Fraunhofer-Einrichtungen überführt, darunter das Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML, das als Institutsteil des Dortmunder Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML verstetigt wurde. Das CML führt professionelle Auftragsforschung für private und öffentliche Auftraggeber aus der maritimen Wirtschaft durch, unter anderem für Häfen, Terminalbetreiber, Reedereien und Logistik-Dienstleister. Dazu konzipiert, entwickelt und realisiert das Zentrum innovative Lösungen für die maritime Transportkette. Der 3D-Druck wird die (maritime) Logistik am Standort Hamburg und damit auch die Forschung auf diesem Gebiet zunehmend beeinflussen (vgl. Kap. 4.2.6).

##### **Helmholtz-Zentrum Geesthacht**

Im Institut für Werkstoffforschung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht (HZG) entwickeln Wissenschaftler ultraleichte Werkstoffe und innovative Prozesstechnologien für die Anwendungsfelder luft- und bodengebundener Verkehr, Implantologie und regenerative Medizin, sowie Energiespeicherung und -umwandlung. Mit Blick auf das Thema 3D-Druck sind hier insbesondere die Erforschung neuer Legierungen auf Magnesium- oder Titanbasis für Implantat-Prototypen wie etwa Knochenplatten oder spezielle Schrauben für orthopädische Eingriffe sowie die Luftfahrt- und Automobilindustrie wichtig. Zudem geht es um die Anwendung und Weiterentwicklung existierender metallpulverbasierter Verfahren, um aus den hergestellten Legierungen Bauteile zu fertigen.

## ZAL Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung

Das ZAL Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung ist das technologische Forschungs- und Entwicklungsnetzwerk der zivilen Luftfahrtindustrie in der Metropolregion Hamburg und versteht sich als Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und der Stadt Hamburg. Der Fokus des ZAL liegt auf der Integration und Industrialisierung neuer Luftfahrttechnologien. Hierzu betreibt das ZAL mit Partnern gemeinsame Forschung und Entwicklung im ZAL TechCenter, einem Forschungszentrum in Hamburg-Finkenwerder. Eine

große Rolle mit Blick auf die Entwicklung neuer Fertigungsmethoden, Fortschritte in der Automatisierung, Wartung und Instandhaltung von Flugzeugen spielt dabei neben dem Thema Industrie 4.0 der 3D-Druck.

## 4.2 Unternehmensumfrage: Ergebnisse und Analyse

### 4.2.1 3D-Druck ist Thema für die Hamburger Unternehmen – aber noch nicht in der Breite

Von den Hamburger Unternehmen, die an der Umfrage teilgenommen haben (N = 257; vgl. Kap. 7) haben sich über die Hälfte – 55 Prozent – bereits mit dem Thema 3D-Druck befasst.

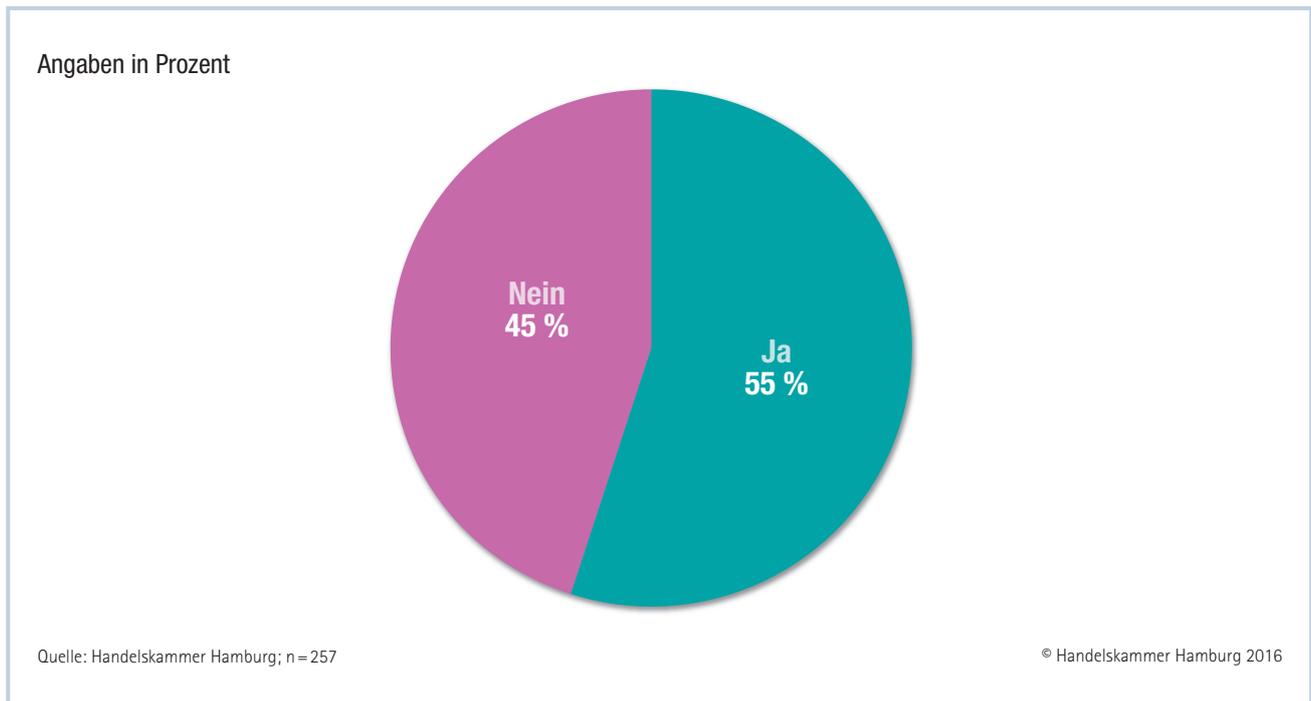
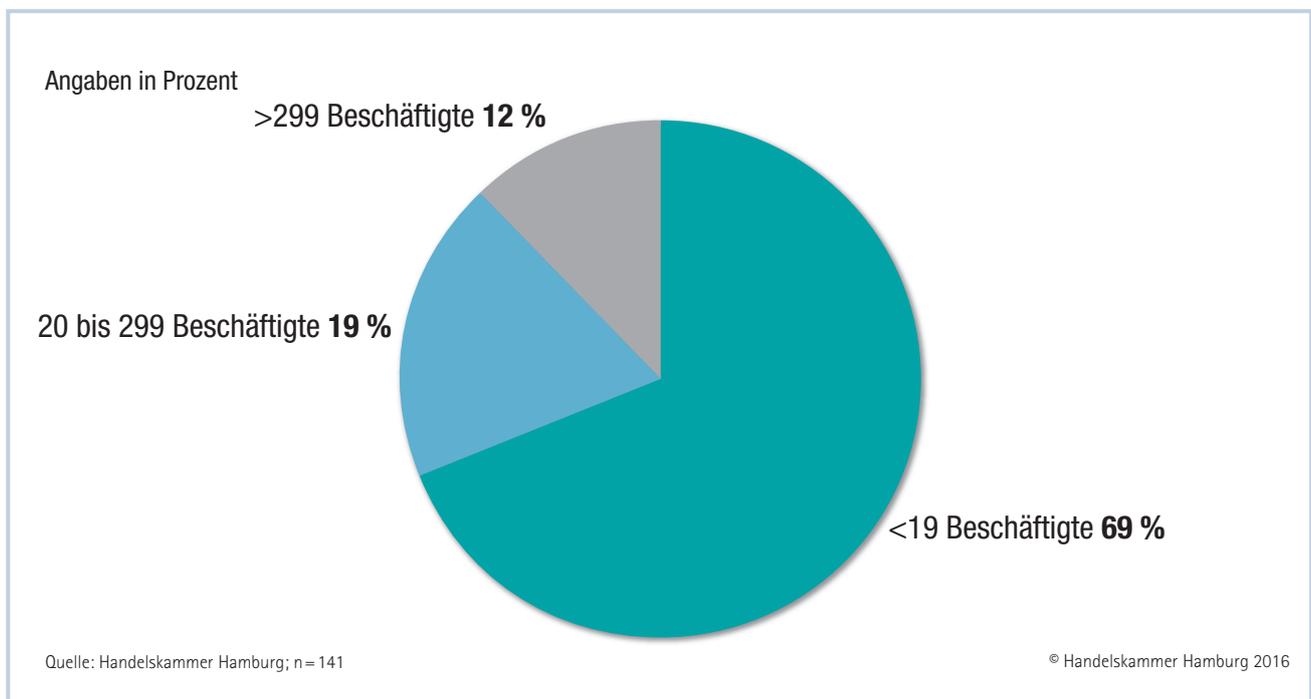
Knapp drei Viertel (69 Prozent) davon sind kleine Unternehmen mit unter 19 Mitarbeitern. Der Anteil der Unternehmen mit 20 bis 299 Beschäftigten liegt bei 19 Prozent, der Anteil der Unternehmen mit mehr als 299 Mitarbeitern bei knapp 12 Prozent; das Thema ist also bei den Unternehmen unabhängig von der Größe angekommen.

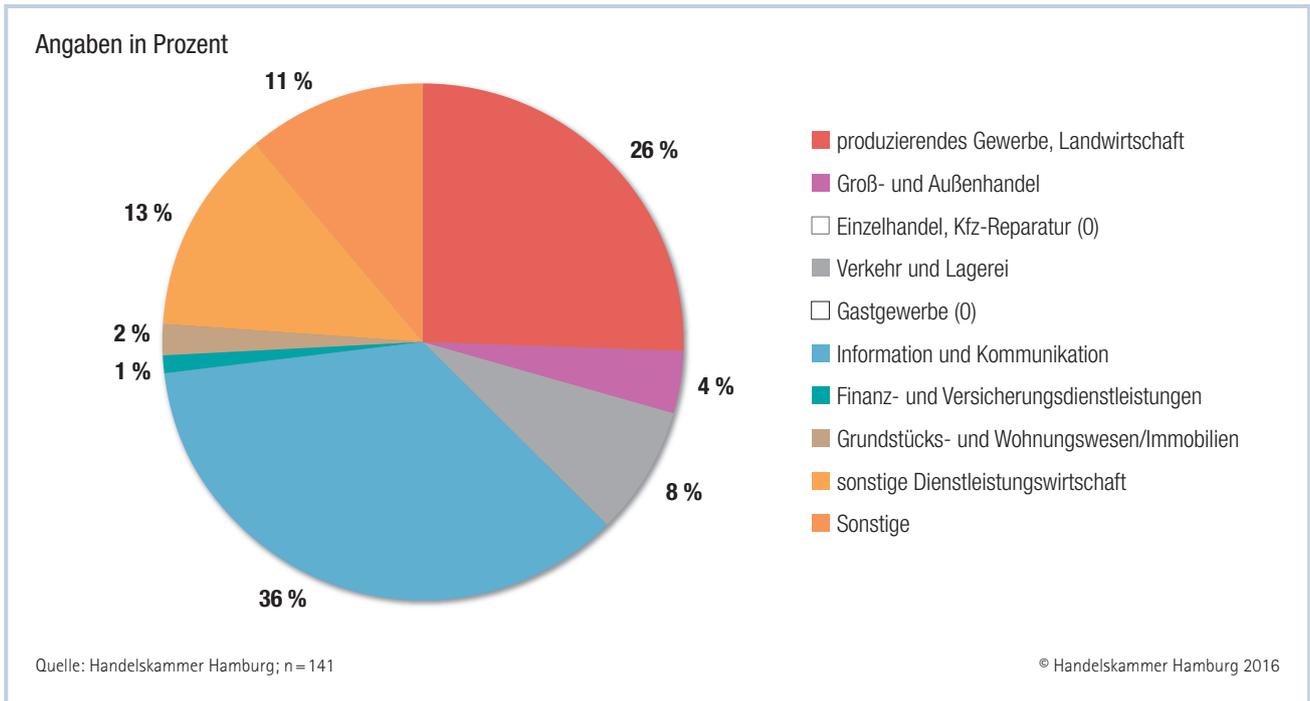
Am intensivsten befassen sich innerhalb der Hamburger Unternehmerschaft die Informations- und Kommunikationsbranche und das produzierende Gewerbe mit dem Thema: 36 beziehungsweise 26 Prozent der befragten Unternehmen, die sich mit 3D-Druck beschäftigen, kommen aus diesen beiden Branchen. Die Dienstleistungswirtschaft ist mit 13 Prozent vertreten. Einige Wirtschaftszweige sind bislang anteilig nur schwach (z. B. Verkehr und Lagerei mit 8 Prozent oder Groß- und Außenhandel mit 4 Prozent) oder gar nicht (z. B. Einzelhandel und Kfz oder Gastgewerbe) involviert.

#### KOOPERATION VON WIRTSCHAFT UND WISSENSCHAFT BEIM THEMA 3D-DRUCK DURCH DIE IKS INNOVATIONS KONTAKT STELLE

*Im Bereich des 3D-Drucks hat die IKS Innovations Kontakt Stelle eine Reihe von Kooperationen zwischen Unternehmen und wissenschaftlichen Partnern angestoßen und begleitet: So konnte die IKS ein Medizintechnik-Unternehmen, das zunächst ein Produkt subtraktiv herstellen wollte, durch eine Kooperation mit dem LZN zum Einsatz der für das Vorhaben besser geeigneten additiven Fertigungstechnologie bringen – was zudem noch über ein Programm der Hamburgischen Investitions- und Förderbank gefördert werden konnte. Für die Entwicklung einer neuen Metalllegierung für den 3D-Druck führte die IKS ein Unternehmen mit dem HZG zusammen.*

*Die IKS ist eine gemeinsame Initiative unserer Handelskammer, der Hamburger Hochschulen und der Freien und Hansestadt Hamburg. Ausführende sind unsere Handelskammer und die Hamburg Innovation GmbH. Das Angebot der IKS richtet sich an Hamburger Unternehmen, Existenzgründer und wissenschaftliche Einrichtungen, die eine Unterstützung für die Umsetzung ihrer innovativen Vorhaben suchen – sei es im technischen oder nichttechnischen Bereich.*

**Abbildung 11: Haben Sie sich in Ihrem Unternehmen bereits mit dem Thema 3D-Druck beschäftigt?****Abbildung 12: Unternehmen, die sich mit dem Thema 3D-Druck befasst haben:  
Nach Unternehmensgröße/Anzahl der Beschäftigten**

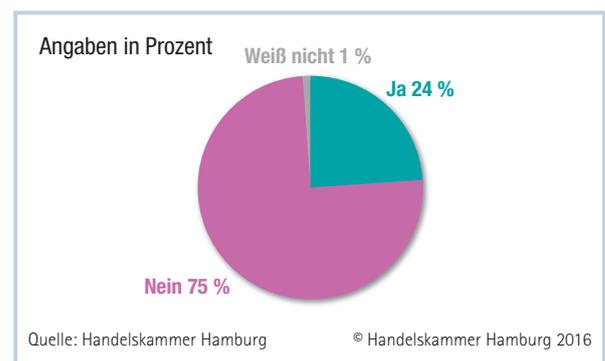
**Abbildung 13: Unternehmen, die sich mit dem Thema 3D-Druck befassen haben: Nach Branche**

### Trends und Herausforderungen

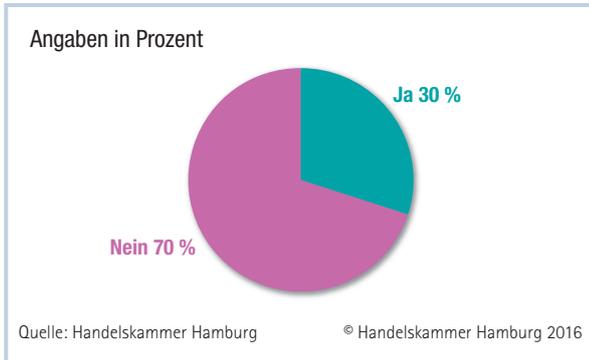
Die Verteilung zeigt, dass das Thema 3D-Druck noch nicht in allen Branchen angekommen ist beziehungsweise in einigen Branchen noch eine untergeordnete Rolle spielt. Die (zukünftig) möglichen beziehungsweise erforderlichen Anpassungen der Produktions- und Wertschöpfungsketten in den Unternehmen sind somit teilweise noch nicht erkannt oder erfolgt. Die Einschätzung der Umfrageteilnehmer bezüglich des Einflusses der 3D-Druck-Technologie auf aktuelle und zukünftige Unternehmensprozesse (vgl. Kap. 4.2.6) macht aber deutlich, dass dem Thema steigende Bedeutung beigemessen wird. Um das Potenzial des 3D-Drucks am Standort Hamburg zu nutzen und zu verhindern, dass Unternehmen den Anschluss an die rasanten Entwicklungen verpassen, muss das Thema in der Breite der Wirtschaft verankert werden. Wichtig sind daher die Sensibilisierung der Unternehmen und Möglichkeiten für den branchenübergreifenden Austausch.

### 4.2.2 3D-Drucker gehören noch nicht zur Standardausrüstung in Hamburgs Unternehmen

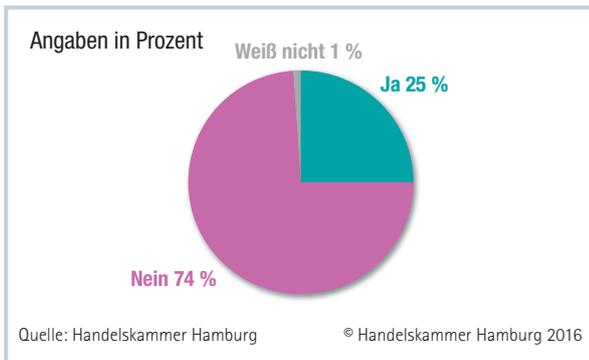
Etwa ein Viertel der Umfrageteilnehmer, die sich mit 3D-Druck beschäftigen, hat einen eigenen 3D-Drucker. Knapp ein Drittel von ihnen bietet Druckdienstleistungen auch extern an. Von den Befragten, die noch keinen eigenen Drucker haben, nutzt ein Viertel externe Druckdienstleister; 15 Prozent von ihnen planen die Anschaffung eines Druckers, knapp ein Viertel ist diesbezüglich noch unentschlossen.

**Abbildung 14: Gibt es in Ihrem Unternehmen einen 3D-Drucker?**

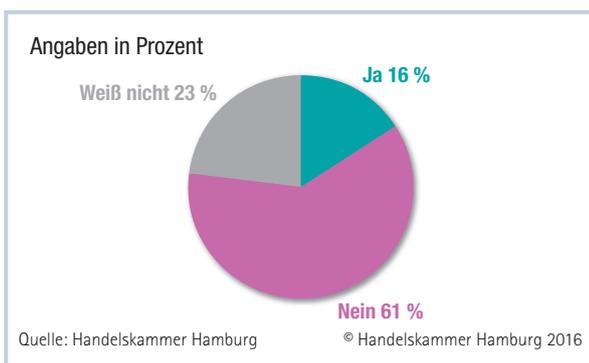
**Abbildung 15: Bieten Sie Ihre 3D-Druck-Leistungen auch extern an?**



**Abbildung 16: Nutzen Sie externe 3D-Druck-Dienstleister? (Angaben der Unternehmen, die keinen eigenen Drucker haben)**



**Abbildung 17: Planen Sie die Anschaffung eines 3D-Druckers?**



## Trends und Herausforderungen

Die Daten machen deutlich, dass viele Hamburger Unternehmen zwar 3D-Druck als Thema erkannt haben, aber häufig noch nicht in der Praxis nutzen: Sie haben selbst keinen Drucker und/oder lassen auch

nicht extern drucken. Dass über die Hälfte (60 Prozent) keine Druckeranschaffung planen, aber einen zunehmenden Einfluss des 3D-Drucks auf ihre Geschäftsprozesse erwarten (vgl. Kap. 4.2.6), unterstreicht das Potenzial für externe 3D-Druck-Dienstleister. Dafür spricht auch, dass 30 Prozent der Unternehmen, die einen Drucker haben, diesen auch für externe Aufträge nutzen.

### STATEMENT

*„Ob funktionale Prototypen für die Produktentwicklung, Werkzeuge für den Maschinenbau und Kleinserien: Die Anwendungsfelder des 3D-Drucks und damit die Geschäftsmöglichkeiten für Unternehmen verschiedener Branchen sind vielfältig. Doch oftmals sind die finanziellen Kapazitäten in den Unternehmen begrenzt und Kompetenzen noch nicht vorhanden, um einen eigenen 3D-Drucker einzusetzen. Regionale Druckdienstleister und Fachhändler können diese Lücke schließen, indem sie kundenspezifische Leistungen anbieten und bei der Projektumsetzung, Implementierung und Kaufentscheidung beratend zur Seite stehen.“*



Kevin Neugebauer,  
Geschäftsführer von  
myprintoo.de &  
3DDruckkaufhaus.de

Gleichzeitig liegt die Frage nahe, aus welchen Gründen von der Anschaffung eines Druckers abgesehen wird, und ob hier Abhilfe geschaffen werden kann. Gefragt nach den Hemmnissen für die Nutzung des 3D-Drucks (vgl. Kap. 4.2.7) nennen die Hamburger Unternehmen, die sich an der Umfrage beteiligt haben, vor allem die hohen Anschaffungskosten für 3D-Drucker. Aber auch

das fehlende Know-how, insbesondere für das 3D-Konstruieren, wird angeführt. Hier besteht Unterstützungsbedarf.

### 4.2.3 Hamburgs Unternehmen drucken vorwiegend mit Kunststoff

Über 90 Prozent der Unternehmer, die einen eigenen Drucker haben, verwenden als Druckmaterial Kunststoff. Metall ist mit 15 Prozent der am zweithäufigsten benutzte Werkstoff, aber auch mit Keramik (6 Prozent) wird gedruckt.

Dieses Ergebnis überrascht nicht, denn zu den populärsten und kostengünstigsten 3D-Druck-Methoden zählt nach wie vor das Drucken mit geschmolzenen Materialien (Fused Deposition Modeling, vgl. Kap. 2.2). Am Markt vorherrschend sind dabei als Druckmaterialien die Kunststoffe ABS (auch für viele Alltagsgegenstände und Spielzeug verwendet) und PLA (Biokunststoff aus erneuerbaren Ressourcen). Beides sind Thermoplaste, also Werkstoffe, die sich bei Hitzeeinwirkung verflüssigen. Verwendet werden auch flüssige Photo-

polymere, also UV-empfindliche, lichtaushärtende Kunststoffe.

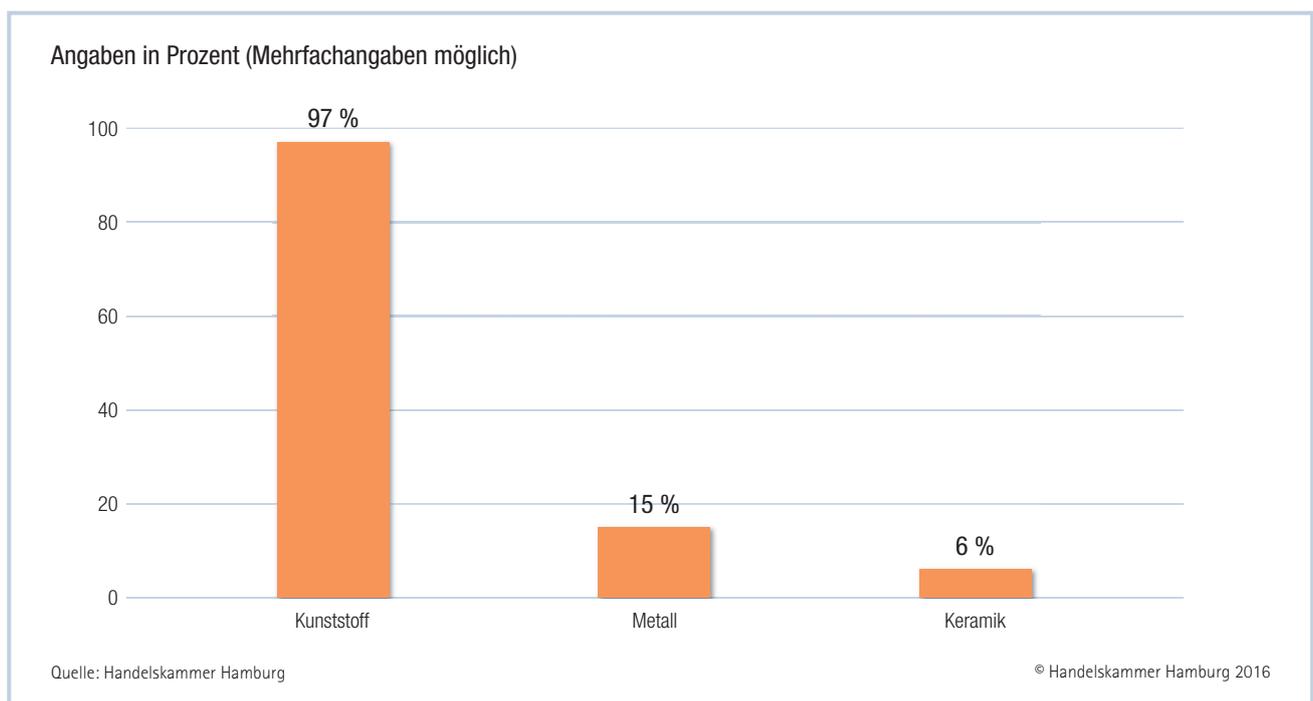
3D-Druck mit Metall ist komplexer als mit Kunststoff. Gründe hierfür sind der hohe Energiebedarf, der aufgrund des im Vergleich zum Kunststoff höheren Schmelzpunkts von Metallen für deren Aufschmelzen benötigt wird, und das besondere Know-how, das für die Nachbehandlung der gedruckten Metallteile erforderlich ist.

### Trends und Herausforderungen

Der Standort Hamburg hat spezifische wissenschaftliche und institutionelle Stärken beim 3D-Metalldruck. Hierbei spielt das vorhandene Know-how vor Ort, zum Beispiel der LZN Laser Zentrum Nord GmbH, eine wichtige Rolle. Airbus ist mit seinen 3D-Druck-Aktivitäten mit Metall im zivilen Flugzeugbau ein starker Partner auf industrieller Ebene.

Die technologische Führerschaft im Metalldruck in der Luftfahrt am Standort Hamburg kann Zugpferd für andere Branchen sein. Im Bereich des 3D-Kunststoff-

**Abbildung 18: Mit welchem Material drucken Sie?**



drucks und des 3D-Drucks mit anderen Materialien, der in vielen, gerade auch kleineren Unternehmen zum Einsatz kommt, fehlt es an solchen Grundlagen. Hier muss die wissenschaftliche und technologische Basis weiterentwickelt und die Forschungsinfrastruktur ausgebaut werden.

#### STATEMENT

*„Für uns als Flugzeugbauer steht die Gewichtsreduktion an erster Stelle. Beim 3D-Druck wird im Vergleich zur subtraktiven Fertigung deutlich weniger Rohmaterial benötigt. Das macht bei teuren Werkstoffen wie Titan, das aufgrund seiner hohen Festigkeit als Leichtmetall für den Flugzeugbau besonders geeignet ist, einen großen Unterschied. Durch den schichtweisen Aufbau sind die Metallteile zudem erheblich leichter. Das bedeutet Sprit-, Kosten- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen. Ein weiterer Schlüsselfaktor: 3D-Druck erfordert keine Werkzeuge. Ein Produkt kann direkt aus dem Konstruktionssystem gefertigt, getestet, modifiziert und wieder gefertigt werden. Damit verkürzen sich Produktentwicklungszyklen erheblich und erfordern keine großen Investitionen. Unsere – gemeinsam mit der Concept Laser GmbH und dem Laser Zentrum Nord – erfolgten Entwicklungen zur serienmäßigen 3D-Fertigung von Titanbauteilen für den Flugzeugbau wurden für den Deutschen Zukunftspreis nominiert. Das ist ein großer Ansporn, an der Herstellung weiterer Flugzeugkomponenten im 3D-Druck-Verfahren zu arbeiten.“*



© Deutscher Zukunftspreis/Fotograf Ansgar Faldenz

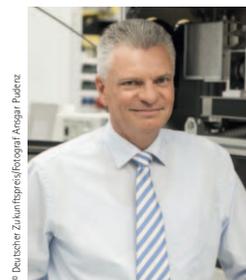
*Peter Sander,  
Leiter Emerging  
Technology &  
Concepts Deutschland,  
Airbus Operations  
GmbH*

#### STATEMENT



© LZN

*„Beim 3D-Druck geht es nicht einfach darum, zu drucken statt zu fräsen oder zu bohren. Es geht um ganz neue, bislang mit herkömmlichen Verfahren nicht realisierbare gestalterische Möglichkeiten bei der Bauteilkonstruktion. Dies bedeutet einen Paradigmenwechsel: Weg von einem „Design for Manufacturing“ hin zu einem „Manufacturing for Design“. Gemeinsam mit unseren Unternehmenspartnern Airbus und Concept Laser konnten wir zeigen, wie dieses Potenzial auch für mechanisch und thermisch hoch belastbare metallische Bauteile praktisch nutzbar gemacht werden kann – verbunden mit erheblichen Material- und Energieeinsparungen. Ich bin stolz darauf, dass wir für die 3D-Druck-Fertigung von besonders leichten Titanbauteilen für den Flugzeugbau in den Kreis der Besten des renommierten Deutschen Zukunftskreises aufgenommen wurden. Die Möglichkeiten des 3D-Laserdrucks werden aber noch nicht in der Breite der Unternehmerschaft genutzt. Unser Wissen und unsere Erfahrung teilen und vermitteln wir daher im Expertennetzwerk zur Lasertechnik, der Light Alliance 2.0.“*



© Deutscher Zukunftspreis/Fotograf Ansgar Faldenz

*Prof. Dr.-Ing.  
Claus Emmelmann,  
Vorstandsvorsitzender  
der LZN Laser Zentrum  
Nord GmbH und Leiter  
des Instituts für  
Laser- und Anlagen-  
systemtechnik  
an der Technischen  
Universität Hamburg*

#### 4.2.4 Fertigung von Prototypen, Produktionshilfsmitteln und Kleinserien – hierfür nutzen Hamburger Unternehmen den 3D-Druck

Die Fertigung von Prototypen steht bei der Verwendung des 3D-Drucks an erster Stelle: Fast jedes Hamburger Unternehmen, der an der Umfrage teilgenommen hat, nennt diesen Verwendungszweck. Am zweitwichtigsten sind der Einsatz für den Druck von Produktionshilfsmitteln und die Fertigung von Kleinserien. Beides steht für etwa die Hälfte der Unternehmenschaft im Fokus. Für die Serienfertigung kommt der 3D-Druck noch kaum infrage.

Die schnelle Herstellung, beispielsweise den Prototypenbau, ist bei den Hamburger Unternehmen auch der Hauptgrund für die Anschaffung eines 3D-Druckers: für drei Viertel der Umfrageteilnehmer war dies ausschlaggebend. 70 Prozent geben an, sich einen 3D-Drucker angeschafft zu haben, um Know-how in diesem Bereich aufzubauen. Die Flexibilität bei der Gestaltung beim 3D-Druck war für über die Hälfte der Befragten entscheidend. Ein Viertel begründet die Anschaffung mit der Erweiterung des Portfolios an Produktionsverfahren. Für knapp 10 Prozent der Unternehmen sind Strukturoptimierung und Gewichtsein-

sparungen ein Grund. Besonders innovationsfreundliche Unternehmen sehen zwar noch keine konkrete Einsatzmöglichkeit von 3D-Druck, wollen sich aber durch die Freude am Experimentieren dem Thema nähern, um zukünftig gut aufgestellt zu sein.

#### Trends und Herausforderungen

3D-Druck-Wissen wird vor allem durch eigenes Ausprobieren erlangt (vgl. Kap. 4.2.5), und der Einsatz des 3D-Drucks hat in den Unternehmen teilweise noch experimentellen Charakter. Dies zeigt sich anhand der großen Bedeutung, die die Unternehmen dem Kompetenzaufbau als Anschaffungsgrund für einen 3D-Drucker zuschreiben. Es zeigt sich aber auch daran, dass der Prototypenbau als Einsatzbereich noch an erster Stelle steht: Hier sind beispielsweise die Anforderungen an die Qualität – etwa von Oberfläche oder Maßhaltigkeit – noch nicht so hoch wie beim Endprodukt. Die Gestaltungsfreiheit ist derzeit von den technischen Vorteilen des 3D-Drucks für die Unternehmen ausschlaggebend. Spezifika, die beim Einsatz des 3D-Drucks für die Fertigung von Endprodukten relevant sind, wie Gewichtseinsparungen, spielen noch eine untergeordnete Rolle, werden aber sicherlich an Bedeutung zunehmen.

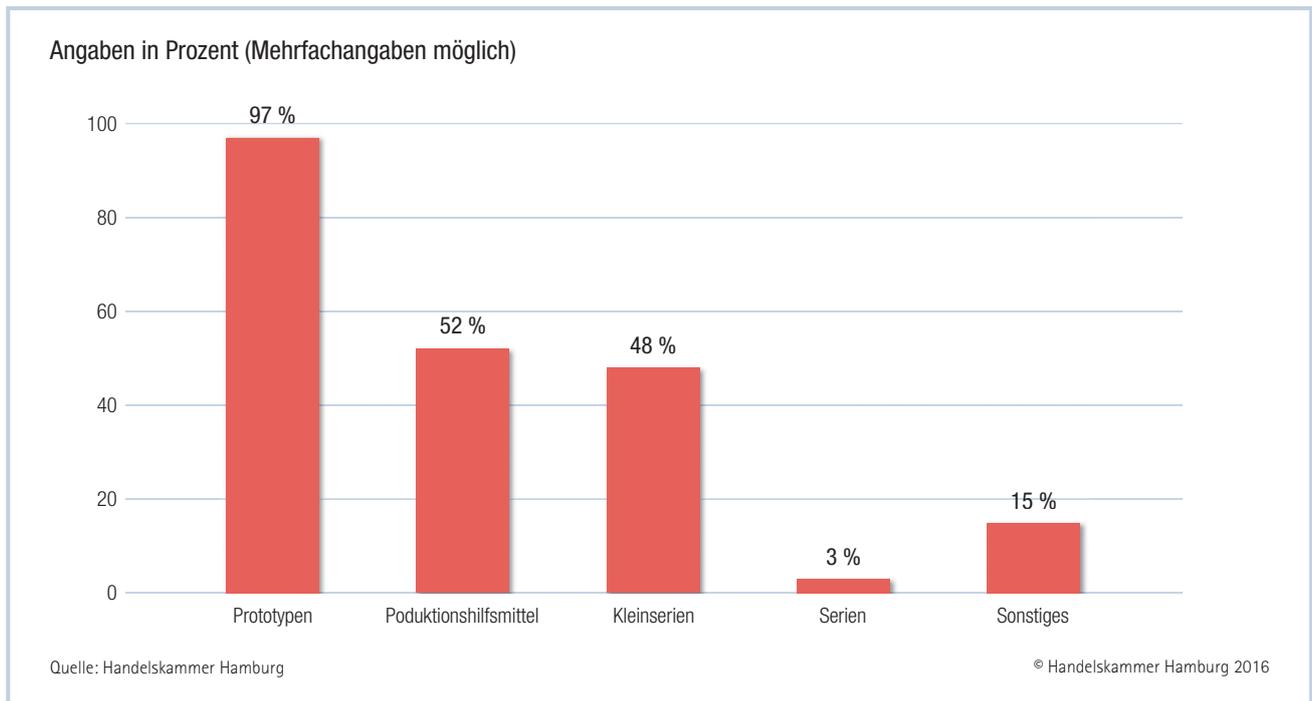
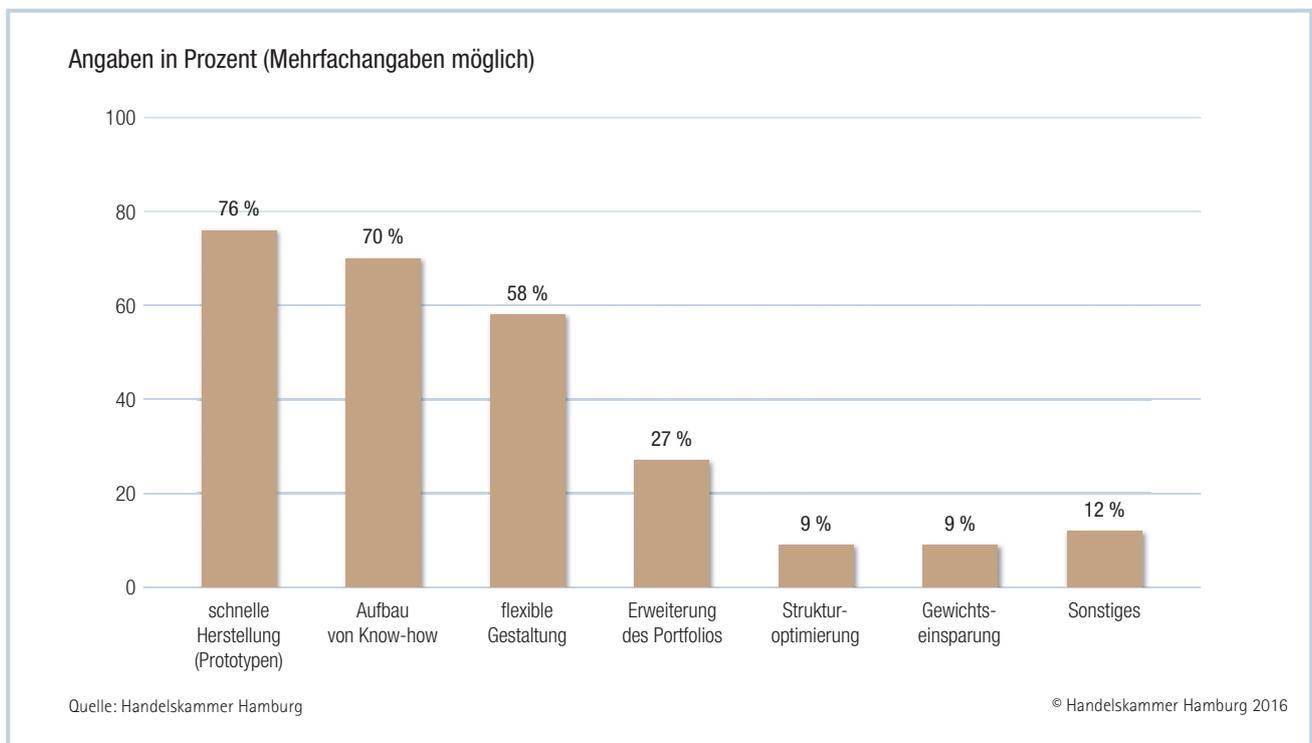
#### STATEMENT

*„Die Zukunft des industriellen 3D-Drucks liegt in der Entwicklung metallischer Werkstoffe, die für additive Fertigungsverfahren optimiert und zugelassen sind. Der Gewichtsvorteil 3D-gedruckter Bauteile kommt nur dann zum Tragen, wenn Leichtbau-Metalllegierungen verwendet werden, die nachweislich besondere mechanische Eigenschaften haben, beispielsweise hohe Festigkeit und Dehnung. Angesichts der steigenden Bedeutung von Gewichtseinsparung im Fahrzeug-, Anlagen-, Schiff- oder Druckbehälterbau werden Alternativen zu Eisen- oder Stahl-Gussteilen immer wichtiger. Unser Unternehmen setzt unter anderem zertifizierte Aluminiumlegierungen ein, um die*

*Bauteilgewichte um 30 bis 70 Prozent zu reduzieren. Die strategische Herausforderung liegt darin, solche innovativen Werkstoffe 3D-druckfähig zu machen und sie in gleichwertiger Qualität dauerhaft zur Verfügung zu stellen.“*



*Henning Fehrmann,  
Geschäftsführer  
FEHRMANN TECHNOLOGIES  
GMBH*

**Abbildung 19: Wofür verwenden Sie den 3D-Druck in der Fertigung?****Abbildung 20: Was war der Grund für die Wahl der Anschaffung eines 3D-Druckers?**

## STATEMENT



© MBJ Solutions GmbH

„Die Möglichkeit, dreidimensionale Werkstücke computer-gesteuert in fast beliebiger Form schnell und bedarfsgerecht fertigen zu können, hat mich von Anfang an fasziniert. Als Unternehmer ging es für mich darum, über die praktische Anwendung in die neue Technologie einzusteigen und das Einsatzpotenzial im eigenen Unternehmen auszuloten. Mit unserem Desktop-3D-Drucker stellen wir im Unternehmen Prototypen aus Kunststoff her: Maschinenteile und Gehäuse, die vorher aufwendig und zeitintensiv extern gefräst werden mussten, können nun jederzeit flexibel selbst gefertigt, getestet und

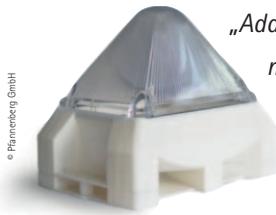
dann auch in angemessenen Stückzahlen autark hergestellt werden. Inzwischen haben wir drei Drucker im Einsatz, mit denen wir Serien von 100 bis 200 Stück drucken, und planen, weitere Drucker anzuschaffen.“



© MBJ Solutions GmbH

Dr. Michael Fuß,  
Geschäftsführer der  
MBJ Solutions GmbH

## STATEMENT



© Pfannenberg GmbH

„Additive Fertigungsverfahren kommen in unserem Unternehmen derzeit in der Entwicklung zum Einsatz: Mit einem eigenem 3D-Kunststoffdrucker stellen wir Prototypen her. Als mittelständisches Unternehmen der Elektrotechnik sind für uns stetige Produktweiterentwicklungen und kundenspezifische Lösungen wettbewerbsentscheidend. Perspektivisch können wir uns daher vorstellen, den 3D-Druck auch für die Fertigung von Originalteilen in geringen Stückzahlen und für das Ersatzteilgeschäft zu nutzen. Wir engagieren uns in der unter anderem von der Handels-

kammer Hamburg initiierten „Hamburger Dialogplattform Industrie 4.0“, weil sie den Mittelstand auf dem Weg zu neuen Geschäftsmodellen an der Schnittstelle von Digitalisierung, Automatisierung und 3D-Druck begleitet.“



© Pfannenberg GmbH

Nils-Peter Halm,  
Geschäftsführer  
der Pfannenberg Group  
Holding GmbH

Die Antworten der Unternehmen spiegeln damit den derzeit vorherrschenden Anwendungsbereich der 3D-Druck-Technologie wider, zeigen aber gleichzeitig die Entwicklungspfade auf: Die Prototypenherstellung im 3D-Druck-Verfahren gilt als technisch ausgereift. Wachstumspotenzial liegt in der schnellen, kostengünstigen großserienmäßigen Fertigung von komplexen Funktionsteilen und Endprodukten. Dies ist derzeit noch nicht möglich beziehungsweise nicht rentabel. Dass mehr als jeder Zweite befragte Hamburger Unternehmer 3D-Druck für die Fertigung von Produktionshilfsmitteln verwendet, bestätigt den Trend in Richtung 3D-Druck für Direct Manufacturing statt für Prototyping (vgl. Kap. 2.3).

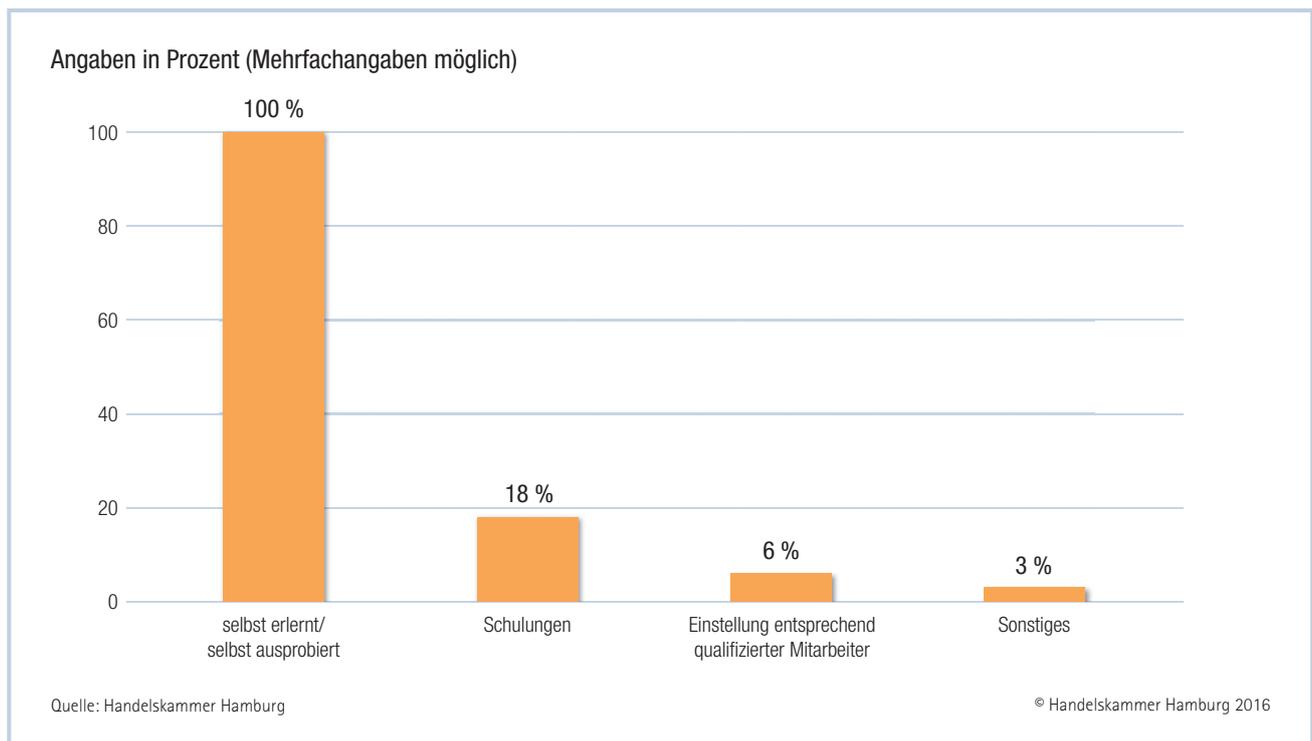
Die Hamburger Unternehmer sehen den 3D-Druck derzeit als Erweiterung ihres Portfolios an Produktionsverfahren, also nicht als Ersatz, sondern als Ergänzung der traditionellen Fertigung. Die perspektivische Herausforderung – bei zunehmender Fertigung von 3D-Endprodukten – wird darin bestehen, den 3D-Druck in bestehende Fertigungsprozesse und Wertschöpfungsketten zu integrieren (vgl. Kap. 4.2.7).

Für die Hamburger Wirtschaft sind vor diesem Hintergrund technologische Weiterentwicklungen der 3D-Druck-Technologie sowie Unterstützung beim Aufbau von Know-how und der Bewältigung der Entwicklungs- und Transformationsprozesse in den Unternehmen wichtig.

#### 4.2.5 Hamburger Unternehmen setzen auf „Learning by doing“ beim Aufbau von 3D-Druck-Know-How

Das 3D-Druck Know-how haben sich alle mit dem Thema befassten an der Umfrage beteiligten Hamburger Unternehmern selbst aufgebaut. Jeder Fünfte hat Schulungen in Anspruch genommen. 6 Prozent haben durch die Einstellung entsprechend qualifizierter Mitarbeiter Fachwissen ins Unternehmen geholt. Darüber hinaus wurden Kompetenzen auch im Rahmen von Projekten mit Forschungseinrichtungen oder Kunden erlangt (Kategorie „Sonstiges“).

**Abbildung 21: Wie wurde das 3D-Druck-Know-how in Ihrem Unternehmen aufgebaut?**



## STATEMENT



„Rapid Prototyping und 3D-Druck bedeuten eine Befreiung der Konstrukteure, weil es kaum Restriktionen bei der geometrischen Formgebung gibt. Diese Potenziale kann aber nur nutzen, wer die neue Art des Konstruierens beherrscht. Der Nachwuchs, gerade der ingenieurwissenschaftliche, braucht hierfür eine gute Ausbildung. Dabei geht es nicht nur um das rein technische Erlernen der rechnerunterstützten Generierung und Modellierung von 3D-Geometrien. Auch das Verständnis strategischer Aspekte wie die Integration des 3D-Drucks in Produktentwicklungsprozesse im industriellen Umfeld ist wichtig. Seit vielen Jahren ist daher der 3D-Druck fester Bestandteil des Studiums in der Fachrichtung Maschinenbau und Produktion an der HAW und wird jedem Studierenden in praktischen Übungen vermittelt.“



Prof. Dr.-Ing.  
Günther Gravel,  
Leiter des Instituts für  
Produktionstechnik  
und Professor für  
Produktionstechnik,  
Hochschule für  
Angewandte Wissen-  
schaften Hamburg

## Trends und Herausforderungen

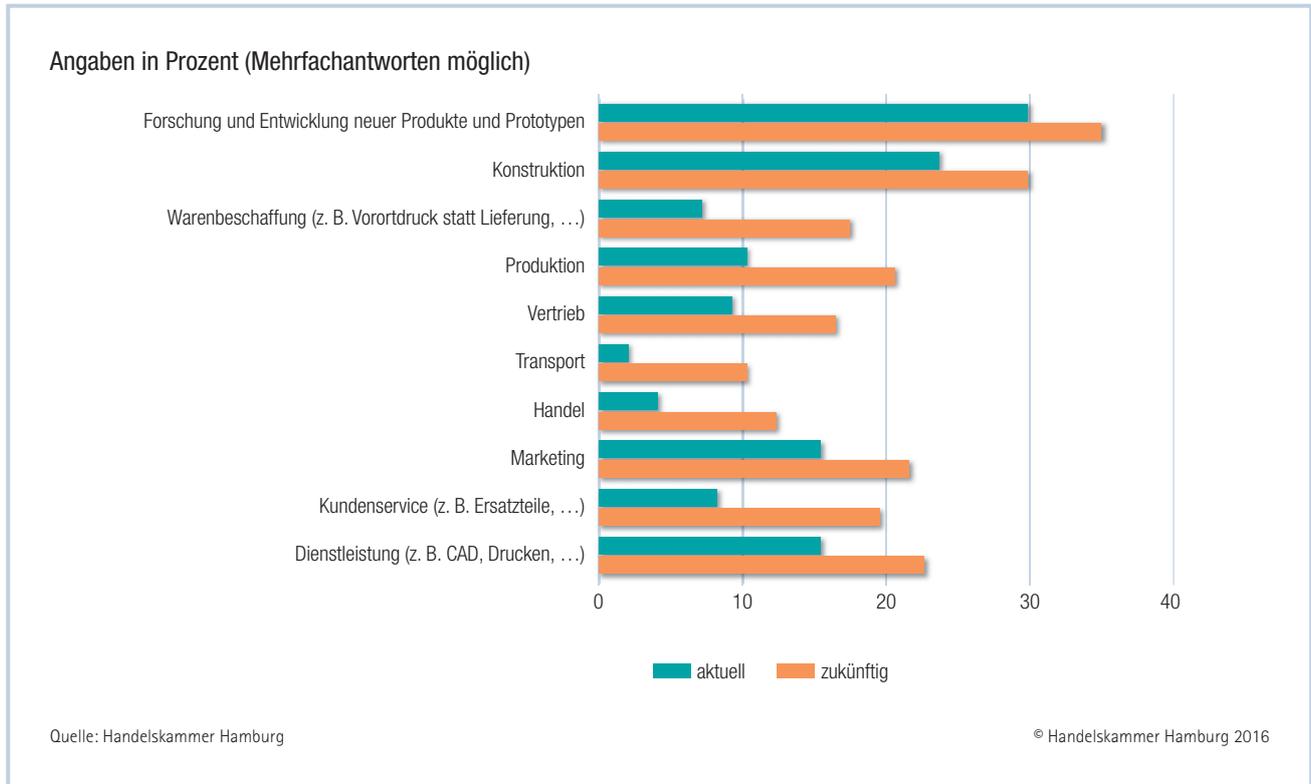
Für die volle Ausnutzung der 3D-Druck-Technologie wird spezifisches Know-how benötigt: Es ist eine neue Art des Konstruierens erforderlich, denn es geht um viel mehr als bloßes Nachdrucken oder den Ersatz bestehender Verfahren. Abhängig von der Komplexität des Bauteils können 3D-Dateien sehr umfangreich sein: Für die Unternehmen geht es also auch um den Umgang mit Big Data. In Unternehmen, aber auch im privaten Alltag ist es nicht ungewöhnlich, Wissen über neue Technologien durch Experimentieren und Ausprobieren aufzubauen. Dieses „Learning by doing“ ist gerade bei den kleineren Unternehmen meist mit einzelnen, besonders technologieaffinen Personen – häufig den Geschäftsführern – verknüpft. Hieraus resultieren Impulse für Innovationen und ganz neue Geschäftsmodelle.

Doch viele der Unternehmen geben an, dass ihnen 3D-Druck-Kenntnisse fehlen (vgl. Kap. 4.2.7). Ein systematischer Aufbau von 3D-Druck-Know-how in der Breite der Hamburger Wirtschaft ist also erforderlich. Daraus ergibt sich Anpassungs- und Investitionsbedarf bei der Aus- und Weiterbildung.

#### 4.2.6 Hamburger Unternehmen sehen steigenden Einfluss des 3D-Drucks auf alle Geschäftsbereiche und -prozesse

Aktuell beeinflusst die 3D-Druck-Technologie am stärksten die Prozesse der Hamburger Unternehmen in den Bereichen Forschung und Entwicklung (knapp 30 Prozent) und Konstruktion (23 Prozent). Auswirkungen sehen die Unternehmer auch auf den Marketing- (15 Prozent) und Dienstleistungsbereich (15 Prozent). Der Einfluss auf Produktion, Kundenservice, Warenbeschaffung und Vertrieb wird derzeit noch als relativ gering eingeschätzt. Kaum beeinflusst werden nach Angabe der Unternehmen aktuell Handel (4 Prozent) und Transport (2 Prozent).

**Abbildung 22: Beeinflusst die 3D-Druck-Technologie aktuell und zukünftig die Produktions-, Geschäfts- und/oder Arbeitsprozesse Ihres Unternehmens?**



Diese Einschätzungen ändern sich signifikant, werden die Unternehmen nach den zukünftigen Auswirkungen der 3D-Druck-Technologie gefragt: Insgesamt wird von einem wachsenden Einfluss auf alle Geschäftsbereiche und -prozesse ausgegangen. Die erwarteten Auswirkungen auf Forschung und Entwicklung (34 Prozent), Konstruktion (29 Prozent), Dienstleistung (22 Prozent) und Marketing (21 Prozent) bleiben dabei am höchsten. Rasante Steigerungen gibt es bei Transport und Handel: Hier verfünffacht beziehungsweise verdreifacht sich der erwartete Einfluss; mit Blick auf Warenbeschaffung und Produktion verdoppelt er sich.

### Trends und Herausforderungen

Unternehmen werden sich also zunehmend mit dem Thema 3D-Druck auseinander setzen (müssen). Dies gilt insbesondere für Geschäftsbereiche wie die Logistik, auf die der Einfluss der 3D-Druck-Technologie nach Ansicht der Befragten signifikant steigen wird (vgl. auch Kapitel

2.4). Allerdings können einzelne Unternehmens- und Geschäftsbereiche nicht isoliert betrachtet werden. Traditionelle Wertschöpfungsketten, in denen es klar definierte Grenzen zwischen einzelnen internen Unternehmensbereichen (Produktion, Logistik, IT etc.) sowie zwischen unternehmensinternen und -externen Bereichen (Lieferanten, Kunden usw.) gibt, verschwinden.<sup>20</sup> Im Zuge der Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen sind Wertschöpfungsnetzwerke entstanden, in denen die Grenzen verschwimmen. Der 3D-Druck wird zu weiteren Verschiebungen innerhalb dieser Netzwerke führen. Wertschöpfungsnetzwerke bilden sich im 4.0-Zeitalter in digitalen Plattformen ab, in denen Entwickler, Hersteller, Händler, Dienstleister und andere Akteure kommunizieren und ihre Aktivitäten koordinieren. Teil dieser neu entstehenden 3D-Druck-Plattformen zu sein, wird für die Hamburger Wirtschaft an strategischer Bedeutung gewinnen.<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Vgl. Begleitforschung Autonomik für Industrie 4.0: Industrie 4.0 – Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland, 2015.

<sup>21</sup> Vgl. Harvard Business Manager: „3-D-Druck vor dem Durchbruch“, 2015.

## STATEMENT

„In Zeiten digitalisierter Produktions- und Geschäftsprozesse geht es in der Logistikwirtschaft schon lange nicht mehr um die reine Warenlogistik, sondern um die intelligente Kombination von Waren- und Informationslogistik. Der 3D-Druck wird diese Entwicklung noch verstärken, weil die Herstellung vor Ort auf Basis digitaler Dateien möglich ist. Dadurch verändern sich etablierte Liefer- und Wertschöpfungsketten in einigen Wirtschaftsbereichen. Die Logistikwirtschaft steht vor der Herausforderung, sich in diesen neuen Wertschöpfungsketten zu positionieren: Der 3D-Druck wird absehbar nicht die Massenproduktion ersetzen, wird aber in bestehende Geschäftsmodelle integriert werden, wenn beispielsweise auf den Transport von 3D-Druck-Materialien gesetzt wird. Entscheidend ist

jedoch, dass sich ganz neue Geschäftsmodelle rund um den 3D-Druck entwickeln werden, wenn etwa der Logistikdienstleister dank 3D-Druck zum Ersatzteilhersteller vor Ort wird. Wir als HLI unterstützen Organisationen bei der Lösung von logistischen Fragestellungen an der Schnittstelle von Wissenschaft und Wirtschaft.“



© Inger Bahra/HLI

Detlef Aßmus,  
Mitglied der Geschäftsleitung,  
Hamburger Logistik Institut  
GmbH

## STATEMENT

„3D-Druck ist ein stark interdisziplinäres Thema, das neue Herausforderungen an die Kommunikation, Vernetzung und Zusammenarbeit der Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik stellt und dadurch vielversprechende Entwicklungsmöglichkeiten bietet. Großes Potenzial hat die additive Fertigung für die Luftfahrt, insbesondere bei der Weiterentwicklung von Leichtbaukonzepten, bionischen Designs und neuen Werkstoffen mit dem Ziel weiterer Gewichts- und Platzeinsparungen. Die Stärkung und Bündelung von Hamburgs wissenschaftlich-technischer Expertise im 3D-Druck im Flugzeugbau kann entscheidend

dazu beitragen, die Forschungs- und Technologiekompetenz unseres Luftfahrtstandorts weiter auszubauen.“



© ZAL

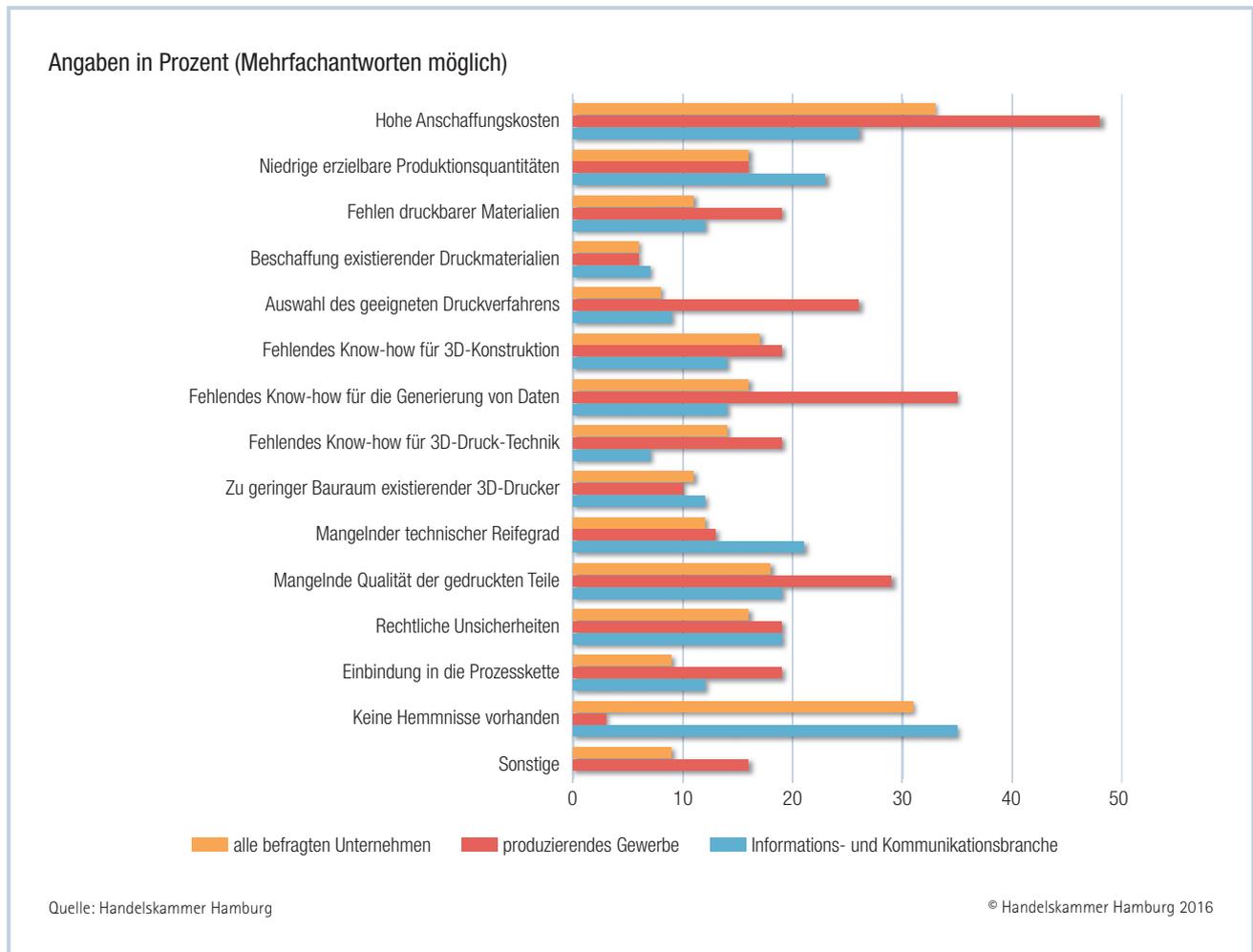
Roland Gerhards,  
Geschäftsführer/CEO der ZAL  
Zentrum für Angewandte  
Luftfahrtforschung GmbH

#### 4.2.7 Anschaffungskosten, Produktqualität und Know-how – wo Hamburgs Unternehmen noch Hemmnisse für den Einsatz des 3D-Drucks sehen

Rund zwei Drittel der Hamburger Unternehmerschaft sieht noch Hemmnisse bei der Nutzung des 3D-Drucks. Die hohen Anschaffungskosten für 3D-Drucker sind über alle Branchen hinweg mit 33 Prozent Hemmnis

Nummer eins. Die mangelnde Qualität der gedruckten Teile ist für 18 Prozent der Befragten ein Hindernis. 16 Prozent sehen die noch geringen erzielbaren Produktionsquantitäten als Problem. Auch fehlendes Know-how, insbesondere für das 3D-Konstruieren, aber auch für die Generierung von 3D-Daten und die 3D-Druck-Technik, hemmt die Unternehmen beim Einsatz. Nicht zuletzt werden auch rechtliche Unsicherheiten als Problem wahrgenommen.

**Abbildung 23: Wo sehen Sie für Ihr Unternehmen Hemmnisse bei der Nutzung des 3D-Drucks?**



## STATEMENT

„Der 3D-Druck – mit enormem Potenzial gerade für die Life Sciences – muss wie jedes neue technologische Verfahren die Hürde der Wirtschaftlichkeit nehmen. Der Markt für 3D-Druck ist derzeit noch die individualisierte oder Kleinserienherstellung für spezielle Anwendungen, nicht aber die Massenfertigung zum Beispiel von Labor-Pipetten. Zwar steigen die Stückzahlen, bei denen es sich im Vergleich zu etablierten Verfahren lohnt, auf 3D-Druck zu setzen. Aber von einer tatsächlichen Massenproduktion von mehreren Millionen Stück im Jahr im 3D-Druck-Verfahren sind wir noch weit entfernt. Hier müssen noch technische Weiterentwicklungen erfolgen. Vielversprechend ist die Verbindung von 3D-Druck mit Verfahren der

High-Speed-Simulation: Wenn durch den Einsatz moderner Rechenverfahren dreidimensionale Simulationen in ultrakurzer Berechnungszeit möglich sind, können viele kritische Punkte im 3D-Druck-Verfahren bereits im Vorfeld des Drucks analysiert werden.“



Rainer Treptow,  
Geschäftsführer der Eppendorf  
Instrumente GmbH

Betrachtet man nur die Informations- und Kommunikationsbranche und das produzierende Gewerbe, also die beiden Branchen, die sich am intensivsten mit dem Thema 3D-Druck befassen (vgl. Kap. 4.2.1), zeigen sich deutliche Unterschiede: Über ein Drittel der Hamburger Unternehmen in der Informations- und Kommunikationsbranche, die an der Umfrage teilgenommen haben, sieht keine Hemmnisse. Dies wird der Tatsache geschuldet sein, dass es sich beim 3D-Druck um eine neue, auf digitalen Daten beruhende Technologie handelt. Hingegen sehen sich fast alle Umfrageteilnehmer im produzierenden Gewerbe mit Hindernissen konfrontiert (97 Prozent). Grundsätzlich bewerten Unternehmen im produzierenden Gewerbe alle hinderlichen Faktoren als gravierender als die Unternehmen der Informations- und Kommunikationsbranche. Ausnahmen sind der mangelnde technische Reifegrad, die erzielbaren Produktquantitäten, die Beschaffung existierender Druckmaterialien und der zu geringe Bauraum; diese schätzen die Befragten aus der Informations- und Kommunikationsbranche als stärker hemmend ein. Die hohen Anschaffungskosten für 3D-Drucker sind für fast die Hälfte der Umfrageteilnehmer des produzierenden Gewerbes der größte Hemmschuh, in der Informations- und Kommunikationsbranche nur für ein Viertel.

Im Vergleich zum Durchschnitt aller an der Umfrage beteiligten Hamburger Unternehmer fallen im produzierenden Gewerbe einige Hemmnisse stärker ins Gewicht: die hohen Anschaffungskosten für 3D-Drucker (48 Prozent gegenüber durchschnittlich 33 Prozent), das fehlende Know-how für die Datengenerierung (35 Prozent im Vergleich zu 16 Prozent) und die mangelnde Qualität der gedruckten Teile (29 Prozent vs. 10 Prozent).

### Trends und Herausforderungen

Für den Aufbau von 3D-Druck-Kapazitäten und Kompetenzen bedarf es erheblicher personeller und finanzieller Vorleistungen. Zwar sind 3D-Drucker für die private (Hobby-) Nutzung bereits für wenige

#### STATEMENT

*„Für Unternehmen, die wie wir auf kundenspezifische Wünsche und individualisierte Produkte spezialisiert sind, kann der 3D-Druck sicherlich Vorteile mit sich bringen. Doch für uns sind derzeit die Restriktionen des 3D-Drucks vor allem mit Blick auf die Oberflächenqualität der gedruckten Teile – also beispielsweise Glattheit und Materialgenauigkeit – der limitierende Faktor für den praktischen Einsatz dieser neuen Technologie. Gerade bei den hohen Anforderungen unserer Kunden und den anspruchsvollen Zertifizierungsprozessen in der Luftfahrt können wir hier keine Kompromisse eingehen. Zudem sprechen für uns aktuell auch noch Kosten- und Produktivitätsaspekte gegen die Anwendung des Verfahrens. Angesichts der zunehmenden Prozess- und Qualitätsoptimierung werden wir aber zukünftig verstärkt für die Herstellung einzelner Bauteile auf externe Druckdienstleister zurückgreifen.“*



*Uwe Gröning,  
Geschäftsführer der  
Innovint Aircraft  
Interior GmbH*

Hundert Euro erhältlich. Professionelle 3D-Drucker für den industriellen Einsatz können dagegen mehrere Zehntausend bis Hunderttausend Euro kosten. Das Outsourcing des Drucks auf externe Dienstleister kann daher eine finanziell attraktive Alternative sein. Eine steigende Nachfrage nach Unterstützung/Förderung für 3D-Investitionen und Personalweiterbildung seitens der Unternehmen ist zu erwarten.

Die noch bestehenden technischen Limitationen des 3D-Drucks, etwa hinsichtlich der Qualität der gedruckten Teile und der erzielbaren Produktquantitäten, machen

deutlich, dass strategische Forschungsarbeiten zur Weiterentwicklung der Technologie erforderlich sind.

Rechtliche Unsicherheiten bezüglich des 3D-Drucks betreffen insbesondere das Urheberrecht, gewerbliche Schutzrechte – also Patente, Marken, Designs und Gebrauchsmuster – und haftungsrechtliche Aspekte. Die urheberrechtliche Diskussion (Stichwort Nachdrucken/Umgang mit CAD-Dateien, Produktpiraterie) ähnelt der Situation in der Musik- und Filmindustrie. Hier bedarf es zurzeit keiner neuen Gesetze, sondern Klarheit hinsichtlich der Auslegung des geltenden Rechts auf dieses neue Anwendungsfeld. Gerade für die kleinen Unternehmen ist eine transparente und einfache Aufbereitung der Rechtslage hilfreich. Das Thema Normung und Standardisierung kommt ins Spiel, wenn es um die Entwicklung verbindlicher und einheitlicher Industriestandards geht.

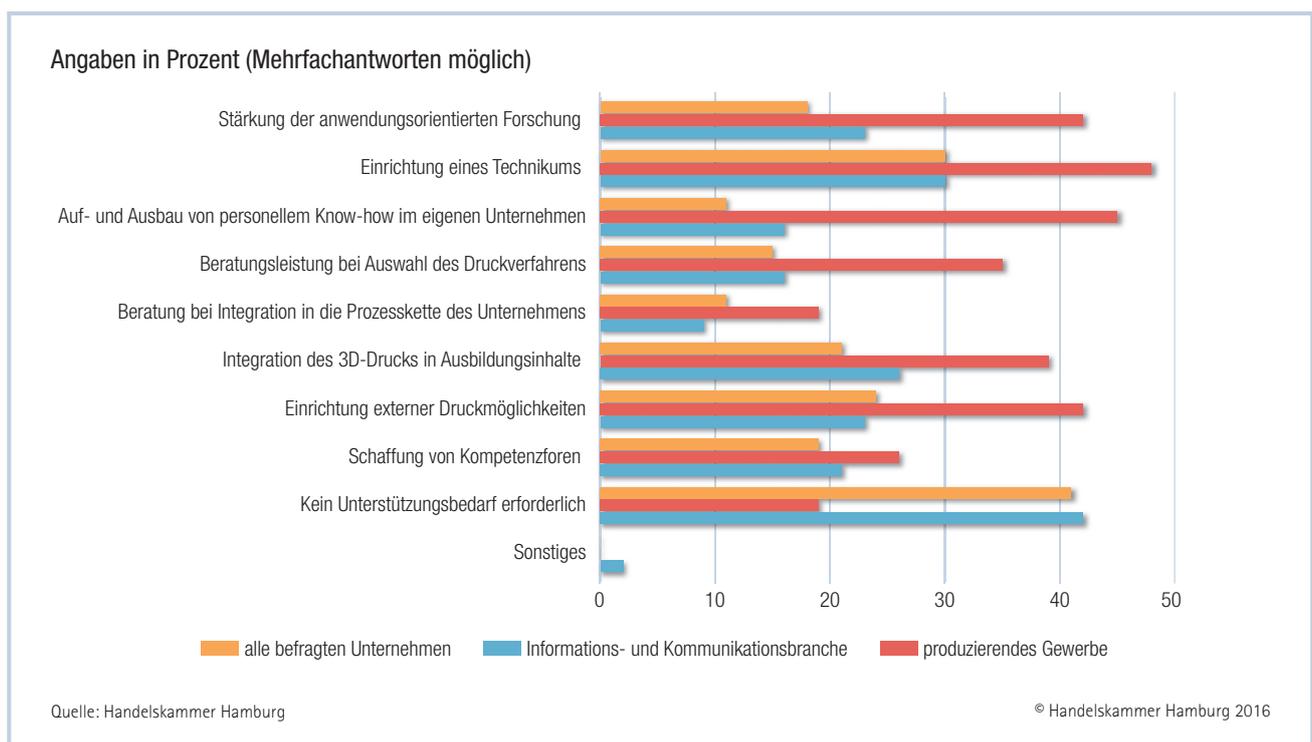
Die Einbindung des 3D-Drucks in die bestehende Prozesskette des Unternehmens muss auf der individuellen Unternehmensebene bewältigt werden. Hilfreich

können Angebote und Möglichkeiten zum Austausch von Best Practices sein.

#### 4.2.8 3D-Druck-Technologie erleben, ausprobieren und anwenden können – hier benötigen Hamburgs Unternehmen Unterstützung

Die Hemmnisse, die die Unternehmen für die Nutzung des 3D-Drucks sehen, erklären die seitens der Wirtschaft gewünschte Unterstützung: Rund 60 Prozent der Hamburger Unternehmen sehen Unterstützungsbedarf beim 3D-Druck. Dabei werden Möglichkeiten, 3D-Druck-Technologien im Rahmen eines Schaufensters/Technikums zu erleben und auszuprobieren, als am wichtigsten eingeschätzt – knapp 30 Prozent geben dies an. Für fast jeden vierten Umfrageteilnehmer sind externe Druckmöglichkeiten wichtig. Bei der Integration des 3D-Drucks in Ausbildungsinhalte und Schulungsstandards sieht gut ein Fünftel Unterstützungsbedarf. Nachgefragt werden zudem die Schaffung von

**Abbildung 24: In welchen Bereichen sehen Sie Unterstützungsbedarf für die (verstärkte) Nutzung der 3D-Druck-Technologie in Ihrem Unternehmen?**



## STATEMENT

„Neue Technologien muss man anschaulich erleben, um ihre Funktionsweise, ihren konkreten Nutzen und die damit verbundenen Chancen zu verstehen. Beim 3D-Druck ist dies besonders wichtig, da hier das Anwendungsfeld sehr breit ist: von der Mechanik bis zur Biologie, vom Design bis zur Kunst. Wir brauchen in Hamburgs Schulen einfache 3D Drucker, um das zukunftsweisende Thema 3D-Druck entdecken zu können. Damit steigt auch das Interesse an technischen und naturwissenschaftlichen Fächern und Berufen. Unternehmen, die von der Technologie überzeugt

sind und sie im Geschäftsprozess einsetzen möchten, sollten zunächst bestehende 3D-Druck-Anlagen nutzen können, beispielsweise in einem Technikum.“



Dr.-Ing. Christian-André Keun,  
Geschäftsführer der  
CompriseTec GmbH

## STATEMENT

„Durch die langjährige Weiterentwicklung des 3D-Drucks steht eine Vielzahl von Druckverfahren zur Verfügung. Die Auswahl des geeigneten 3D-Druckverfahrens hängt hauptsächlich von den gewünschten ästhetischen, funktionalen und mechanischen Eigenschaften des Objekts ab – und ist damit entscheidend für ein optimales Ergebnis. Für die schnelle Herstellung von farbigen Designmustern eignet sich beispielsweise das Vollfarb-Pulver-Druck-Verfahren. Für den Druck von belastbaren Bauteilen hingegen sind die verschiedenen Verfahren im Kunststoff-3D-Druck vorzuziehen. Weitere Entscheidungskriterien sind dabei die Auflösung, die Kunststoffeigenschaften, die Geschwindigkeit und die Druckkosten. Zu den aufwendigsten Verfahren gehört der Druck

in Metall und Keramik, wo bereits Vorkenntnisse vorhanden sein sollten. Es gilt also, sorgfältig zwischen Vorhaben, Nutzen und Kosten abzuwägen. In diesen Fragen benötigen Unternehmen häufig noch Unterstützung, damit sie die 3D-Druck-Technologie optimal für ihre Prozesse nutzen können.“



Ralf Siebert,  
Geschäftsführer des  
KompetenzCenter INNOVATION  
und der Copynet  
Innovationsgesellschaft mbH

Kompetenzforen zum Austausch mit Experten und Anwendern (19 Prozent), die Stärkung der anwendungsbezogenen Forschung (18 Prozent) und Beratungsleistungen mit Blick auf die Auswahl des geeigneten Druckverfahrens (15 Prozent).

Betrachtet man nur die Informations- und Kommunikationsbranche und das produzierende Gewerbe, also die beiden Branchen, die sich am intensivsten mit dem Thema 3D-Druck befassen (vgl. Kap. 4.2.1), zeigt sich allerdings, dass der Unterstützungsbedarf im produzie-

renden Gewerbe mit 80 Prozent im Durchschnitt deutlich höher ist als in der Informations- und Kommunikationsbranche. Diese Verteilung zeigt sich auch für die einzelnen Unterstützungsbereiche, insbesondere mit Blick auf den Ausbau von personellem Know-how.

Hieraus lassen sich konkrete Handlungsempfehlungen für die Förderung und Stärkung des 3D-Druck-Standorts Hamburg und der Wirtschaft ableiten, die in Kapitel 5 dargestellt sind.

## 5 Fazit und Handlungsempfehlungen

Die Umfrage unserer Handelskammer bei Hamburger Unternehmen zeigt zusammenfassend folgende Ergebnisse:

Die Hamburger Unternehmerschaft erwartet branchenübergreifend einen steigenden Einfluss des 3D-Drucks auf alle Geschäftsbereiche und -prozesse. Das produzierende Gewerbe und die Informations- und Kommunikationsbranche sind aktuell am stärksten mit dem Thema 3D-Druck befasst. Noch ist das Thema nicht in allen Branchen angekommen beziehungsweise spielt oft noch eine untergeordnete Rolle.

Derzeit steht die Verwendung von 3D-Druck-Verfahren für den Prototypenbau und als Ergänzung traditioneller Fertigungsverfahren im Vordergrund. Doch auch für die Herstellung von Kleinserien und Produktionshilfsmitteln kommt 3D-Druck zum Einsatz und zeigt, dass Hamburgs Unternehmen dessen Wachstumspotenzial für die Fertigung von Endprodukten erkannt haben.

Kunststoff ist das mit Abstand am häufigsten verwendete Druckmaterial in Hamburgs Unternehmen. Spezifische Stärken mit Blick auf eine ausgeprägte wissenschaftliche, institutionelle und technologische Basis hat Hamburg hingegen beim Metalldruck und in der Luftfahrttechnik.

Mangelndes Know-how in Sachen 3D-Druck-Materialien, -Technik und -Konstruktion, hohe Anschaffungskosten für industrielle 3D-Drucker sowie technische Limitationen werden von den befragten Unternehmen als hemmend für die Verwendung des 3D-Drucks bewertet.

Vor diesem Hintergrund und unter Einbeziehung der Situation der Hamburger Wissenschaft sind Maßnahmen in verschiedenen Bereichen erforderlich, um den 3D-Druck-Standort Hamburg nach vorne zu bringen. Diese werden im Folgenden erläutert.

### 5.1 Ausbau und Weiterentwicklung der wissenschaftlichen und technologischen Infrastruktur

Hamburgs technologische Führerschaft im Metalldruck in der Luftfahrt muss weiter gestärkt werden und auf andere Anwendungsfelder und Branchen ausgeweitet werden. Die bestehende Forschungsinfrastruktur muss dafür stärker vernetzt und weiter ausgebaut werden. Dies könnte im Rahmen einer anwendungsorientierten 3D-Druck-Forschungsinitiative mit den maßgeblichen Akteuren LZN Laser Zentrum Nord, dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, dem ZAL Zentrum für angewandte Luftfahrtforschung, der Hochschule für Angewandte Wissenschaften, einer Einrichtung der Fraunhofer-Gesellschaft und der Industrie erfolgen.

Gleichzeitig muss die Forschung, technologische Entwicklung und Anwendung im 3D-Druck mit anderen Materialien, insbesondere Kunststoff, und in anderen Branchen, beispielsweise der Medizintechnik, gefördert werden. Neue Forschungsschwerpunkte müssen entwickelt werden, um eine breitere wissenschaftliche Basis in Hamburg zu schaffen: So sollten die Forschungs Kompetenzen und -infrastruktur beim 3D-Druck weiterentwickelt werden, auch über den Metalldruck hinaus. Die Einrichtung eines Technikums im Sinne eines Schau Fensters und Kompetenzzentrums müsste dies auf der praktischen Seite ergänzen. Zur Förderung von Gründungen im Umfeld des 3D-Drucks im Metall- und Kunststoffbereich sollte ein Inkubator eingerichtet werden. Hier bietet sich das Umfeld des LZN an, das wissenschaftliche Expertise und Erfahrung in der industriellen Anwendung vereint. Das LZN wird an dem von unserer Handelskammer koordinierten Hamburger Kompetenzzentrum 4.0 beteiligt sein, das in den kommenden Jahren mittelständische Unternehmen bei allen Fragen zur Digitalisierung, zum Internet der Dinge, zu Industrie 4.0 und auch zum 3D-Druck informieren und begleiten wird. Damit kann die 3D-Druck-Technologie noch stärker in den Mittelstand getragen werden.

Technologische Weiterentwicklungen sind mit Blick auf verwendbare Druckmaterialien, erzielbare Produktmengen und Qualitätsverbesserungen erforderlich.

## 5.2 Sensibilisierung und Kompetenzaufbau in den Unternehmen

Um das Thema in der Breite der Unternehmerschaft zu verankern, muss in den Unternehmen, insbesondere in den kleinen und mittleren Unternehmen, Awareness für das Potenzial des 3D-Drucks geschaffen werden. Die Einrichtung eines Schaufensters und eines Technikums, das 3D-Druck erleb-, anfass- und ausprobierbar macht, kann dazu beitragen, Unternehmen für die 3D-Technologie zu sensibilisieren und sich mit der Drucktechnik vertraut zu machen – ohne zunächst selbst einen Drucker anschaffen zu müssen.

Eine branchen- und disziplinübergreifende Vernetzung der Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik trägt zum Kompetenzaufbau bei. Hierfür sollten verschiedene Austauschformate etabliert werden: Der Ausschuss für Innovation unserer Handelskammer hat 2015 eine Arbeitsgruppe „3D-Druck und Virtual Reality“ gegründet, in der Mitglieder des Ausschusses sowie im Themenfeld engagierte Wissenschaftler zusammenarbeiten. Diese Arbeitsgruppe wurde um interessierte Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft erweitert. Sie ist offen für einen weiteren Ausbau und steht in Kontakt mit im Themenfeld engagierten Initiativen, zum Beispiel Clustern. Sie sollte der Kristallisationspunkt für den Aufbau einer Hamburger Dialogplattform zum Thema 3D-Druck sein. Im Rahmen dieser Dialogplattform könnten Kompetenzforen für spezifische technologische Herausforderungen (z. B. Qualität und Optik der Oberflächen gedruckter Teile) oder branchenübergreifende Themen (z. B. Industriestandards, rechtliche Rahmenbedingungen) eingerichtet werden. Wichtig sind zudem besonders praxisnahe Formate für den Best-Practice-Austausch zwischen Anwendern unter Berücksichtigung bestehender Initiativen. In diesem Zusammenhang bietet sich eine Verknüpfung mit der unter anderem von unserer Han-

delskammer initiierten Hamburger Dialogplattform Industrie 4.0 an: Sie hat zum Ziel, die Potenziale von Industrie 4.0 für Hamburg zu eruieren, die Forschung zum Thema Industrie 4.0 aus Hamburg voranzutreiben, ein Netzwerk des Austauschs und der Zusammenarbeit zu schaffen sowie Hamburger Unternehmen, insbesondere den Mittelstand, zu sensibilisieren und damit innovative Anwendungen zu befördern. Damit ergibt sich eine Vielzahl von thematischen Schnittmengen zum 3D-Druck.

Für die finanzielle Unterstützung der Unternehmen beim Aufbau von 3D-Druck-Know-how und -Infrastruktur und bei der Transformation ihrer Produktions- und Wertschöpfungsprozesse kann auf bestehende Hamburger Förderprogramme zurückgegriffen werden: Über das „Programm für Innovation“ (PROFI) der Hamburgischen Investitions- und Förderbank können Forschungs- und Entwicklungsprojekte rund um das Thema 3D-Druck gefördert werden. Für innovative Startups im Bereich 3D-Druck kommt das Programm „InnoRampUp“ infrage.

## 5.3 Systematischer Know-how-Aufbau durch Integration in Aus- und Weiterbildung

Das Thema 3D-Druck muss systematisch in die Aus- und Weiterbildung einbezogen werden. Es geht um Awareness, Interesse, Erleben und Verstehen der 3D-Druck-Technologie in der gesamten Bildungskette. Das bedeutet, dass Ausbildungsinhalte und Schulungsstandards wie „3D-Modeling“ oder „Engineering basics 3D“ entwickelt werden, und das Thema generative Fertigung in die duale Ausbildung und in Bachelor- und Masterstudiengänge vor allem in den ingenieurwissenschaftlichen Bereichen Konstruktion, Entwicklung und Produktion integriert wird. Bereits in der schulischen Ausbildung sollte angesetzt werden. Durch Kooperation von Unternehmen und Schulen können frühzeitig Kompetenzen im 3D-Druck vermittelt werden. Unsere Handelskammer hat dafür eine Initiative gestartet, an der sich vier Hamburger Unternehmer

beteiligen: Im Rahmen eines Pilotprojekts gemeinsam mit der Initiative Naturwissenschaft & Technik NAT wird ein Netz von Hamburger Gymnasien mit 3D-Druckern ausgerüstet. Mit der Auslobung eines 3D-Wettbewerbs und Preises (z. B. für 3D-gedruckte Teile) könnten zusätzliche Anreize in der Ausbildungsphase gesetzt werden.

#### STATEMENT

*„Für die Gesellschaft und insbesondere die Jugendlichen ist der 3D-Druck eine immense Chance. Mit 3D-Druckern können Schülerinnen und Schüler erstmals selbst Bauteile in wenigen Arbeitsschritten komplett fertigen und sich so mit der Technologie vertraut machen. Daher unterstützen wir das Pilotprojekt „3D-Druck an Schulen“ der Initiative Naturwissenschaft & Technik NAT und stellen Hamburger Schulen 3D-Drucker zur Verfügung.“*

*Henning Fehrmann,  
Geschäftsführer FEHRMANN TECHNOLOGIES  
GMBH*

*Dr. Michael Fuß,  
Geschäftsführer der MBJ Solutions GmbH*

*Dr.-Ing. Christian-André Keun,  
Geschäftsführer der CompriseTec GmbH*

*Ralf Siebert,  
Geschäftsführer des KompetenzCenter  
INNOVATION und Copynet  
Innovationsgesellschaft mbH*

## 5.4 Marketing für den 3D-Druck-Standort Hamburg

Um Hamburg beim Thema 3D-Druck zu profilieren, sollte ein Messe-, Konferenz- oder Kongressformat etabliert werden (z. B. „Hamburger 3D-Druck-Tage“), mit einem klaren Alleinstellungsmerkmal gegenüber den bereits deutschlandweit bestehenden Veranstaltungen. Zielgruppe wären Anwender auf Unternehmensseite, Hamburger Wissenschaftler sowie ein internationales Fachpublikum. Keimzelle hierfür könnten die Rapid-Prototyping-Fachtagungen an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg sein.<sup>22</sup> Aktivitäten zur Profilierung des 3D-Druck-Standorts sollten in eine übergeordnete, umfassende Marketing-Strategie für den Innovations- und Wissenschaftsstandort Hamburg eingebettet werden. Hamburg hat als Innovations- und Wissenschaftsstandort viel zu bieten: Es mangelt nicht an Vermarktungsinhalten oder Alleinstellungsmerkmalen. Es fehlt vielmehr an einer Dachmarke mit internationalem Wirkungsgrad, der eine gemeinsam von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik erarbeitete und getragene Strategie zugrunde liegt. Dabei sollte groß und international gedacht werden, ähnlich den Dimensionen der Olympia-Bewerbung Hamburgs.

<sup>22</sup> Vgl. HAW Hamburg: [www.haw-hamburg.de/ti-mp/aktuell/veranstaltungen/rapid-prototyping-fachtagung.html](http://www.haw-hamburg.de/ti-mp/aktuell/veranstaltungen/rapid-prototyping-fachtagung.html).



## 6 Quellen und weiterführende Informationen

3Druck.com – Das Magazin für 3D-Drucktechnologien: Artikel „Entwicklung und Geschichte der 3D-Drucktechnologie“, „Übersicht der aktuellen 3D-Druckverfahren“ und „Selective Laser Sintering: Wichtiges 3DDruck-Patent läuft heute aus“, abgerufen am 6. Oktober 2016.

AEB White Paper: Sechs Thesen, wie der 3D-Druck die Logistik verändert, 2015.

Begleitforschung Autonomik für Industrie 4.0: Additive Fertigungsmethoden – Entwicklungsstand, Marktperspektiven für den industriellen Einsatz und IKT-spezifische Herausforderungen bei Forschung und Entwicklung, 2016.

Begleitforschung Autonomik für Industrie 4.0: Industrie 4.0. – Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland, 2015.

Bitkom: Flugzeuge werden in Zukunft gedruckt – zumindest teilweise, Pressemeldung vom 26. Mai 2016.

Bundesverband der Deutschen Industrie: Implikationen des 3D-Drucks für die Rohstoffsicherung der deutschen Industrie, 2015.

Europäische Kommission: Additive Manufacturing in FP7 and Horizon 2020, 2014.

Europäischer Wirtschafts- und Sozialausschuss: Stellungnahme zum Thema „Die Welt von morgen. 3D-Druck, ein Werkzeug zur Stärkung der europäischen Wirtschaft“, 2015.

Expertenkommission Forschung und Innovation: Jahrgutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2015, 2015.

EY: How will 3D printing make your company link in the value chain? EY's Global 3D printing Report 2016, 2016.

Fastermann; Petra: 3D-Drucken – wie die generative Fertigungstechnik funktioniert, 2014.

Fraunhofer IGD, Prognos AG und MC Marketing Consulting: im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie: Abschlussbericht „Marktperspektiven von 3D in industriellen Anwendungen“, 2013.

Harvard Business Manager: „3-D-Druck vor dem Durchbruch“, 2015.

Koalitionsvertrag über die Zusammenarbeit in der 21. Legislaturperiode der Hamburgischen Bürgerschaft, 2015.

KPMG: Global Manufacturing Outlook, 2016.

KPMG: Global Metals and Mining Outlook, 2016.

Ninnemann, Jan: „Quo vadis Hamburg? Hafen und Logistik im Spannungsfeld zwischen Globalisierung und Industrie 4.0“, 2016. HSBA Comments, HSBA Hamburg School of Business Administration, <https://hsbacomments.wordpress.com/2016/02/11/quo-vadis-hamburg-hafen-und-logistik-im-spannungsfeld-zwischen-globalisierung-und-industrie-4-0/> (abgerufen am 12. November 2016).

Ökopol GmbH – Institut für Ökologie und Politik: Additive Fertigung. 3D-Druck, Rapid Prototyping, Additive Manufacturing, 2016.

Strategy&: Industry perspectives – 2015 Commercial Transportation Trends, 2015.

Verein Deutscher Ingenieure: Statusreport – Additive Fertigung, 2014.

Verein Deutscher Ingenieure: Thesen und Handlungsfelder – Rechtliche Aspekte der additiven Fertigungsverfahren, 2016.

Wohlers Associates: Wohlers Report 2016 – 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry, 2016.

Eine Auswahl an praxisbezogener 3D-Druck-Literatur findet sich unter: <https://3druck.com/literaturempfehlung/>.



## 7 Methodik

Die im Analysepapier angegebenen Zahlen, Daten und Verhältnisse zur Situation in der Hamburger Wirtschaft beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf die Auswertung einer Onlineumfrage unserer Handelskammer unter rund 4 500 zufällig ausgewählten Mitgliedsunternehmen. Diese wurden per E-Mail angeschrieben. Die Umfrage fand im Zeitraum vom 20. Juni bis 29. Juli 2016 statt.

Grundlage der Auswertung sind Antworten von 257 Unternehmen aller Branchen und Größenklassen (Rücklaufquote von rund 5,6 Prozent). 75 Prozent der teilnehmenden Unternehmen gaben an, weniger als 20 Beschäftigte zu haben, 16 Prozent 20 bis 299 Beschäftigte und 9 Prozent mehr als 299 Beschäftigte. Am stärksten waren Unternehmen der Informations- und Kommunikationsbranche sowie des produzierenden Gewerbes bei den Antworten vertreten.

## Anhang: Fragebogen

### Wo steht Ihr Unternehmen beim Thema 3D-Druck? Umfrage zum 3D-Druck-Standort Hamburg

3D-Druck, Rapid Prototyping, additive oder werkzeuglose Fertigung – diese Begriffe sind derzeit in aller Munde. Dazu zählen auch die entsprechende Datengenerierung und -aufbereitung sowie die neue Form des Konstruierens.

Wo bestehen derzeit noch Hindernisse beim Einsatz dieser neuen Technologie in den Hamburger Unternehmen und welchen Unterstützungsbedarf haben die Unternehmen beim Thema 3D-Druck?

Mit diesen und weiteren Fragen setzt sich unsere Handelskammer intensiv auseinander, um Hamburg als 3D-Druck-Standort für die Wirtschaft attraktiver zu machen. Wir bitten Sie daher um Ihre Mitwirkung an unserer Onlineumfrage (Aufwand etwa 5 Minuten). Die Auswertung erfolgt selbstverständlich anonymisiert und Ihre Angaben werden vertraulich behandelt.

Für Fragen stehen Ihnen Herr Dr. Michael Kuckartz (Tel.: +49 40 36138-249/E-Mail [michael.kuckartz@hk24.de](mailto:michael.kuckartz@hk24.de) und Frau Anna Maria Heidenreich (Tel.: +49 40 36138-243/E-Mail: [anna.heidenreich@hk24.de](mailto:anna.heidenreich@hk24.de)) gerne zur Verfügung.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

#### 1) Haben Sie sich bereits in Ihrem Unternehmen mit dem Thema 3D-Druck\* beschäftigt?

- Ja           => weiter mit Frage 2)  
 Nein           => weiter mit Frage 10)

\* Unter 3D-Druck sind die im Alltag meist synonym verwendeten Begriffe 3D-Druck, Rapid Prototyping, additive oder werkzeuglose Fertigung zusammengefasst. Sie beschreiben eine neue Technologie, bei der – basierend auf einem digitalen 3D-Modell – Gegenstände mithilfe eines speziellen Druckers Schicht für Schicht aufgebaut werden. Das beinhaltet auch die entsprechende Datengenerierung und -aufbereitung sowie die neue Art des Konstruierens.

#### 2) Gibt es in Ihrem Unternehmen einen 3D-Drucker?

- Ja           => weiter mit Frage 3 bis 7  
 Nein           => weiter mit Frage 8  
 Weiß nicht => weiter mit Frage 8

#### 3) Mit welchem Material drucken Sie ? (Mehrfachnennung möglich)

- Kunststoff  
 Metall  
 Keramik  
 Sonstiges: \_\_\_\_\_

- 4) **Verwenden Sie den 3D-Druck für die Fertigung von ...? (Mehrfachantworten möglich)**
- Prototypen
  - Kleinserien
  - Serien
  - Produktionshilfsmittel
  - Sonstiges: \_\_\_\_\_
- 5) **Was war der Grund für die Wahl der Anschaffung eines 3D-Druckers? (Mehrfachantworten möglich)**
- Schnelle Herstellung (z. B. von Prototypen)
  - Flexible Gestaltung (z. B. für Produktionshilfsmittel)
  - Erweiterung des Portfolios an Produktionsverfahren
  - Aufbau von Know-how
  - Strukturoptimierung
  - Gewichtseinsparung
  - Sonstiges: \_\_\_\_\_
- 6) **Wie wurde das 3D-Druck-Know-how in Ihrem Unternehmen aufgebaut? (Mehrfachantworten möglich)**
- Selbst erlernt/selbst ausprobiert
  - Schulungen
  - Einstellung entsprechend qualifizierter Mitarbeiter
  - Sonstiges: \_\_\_\_\_
- 7) **Bieten Sie Ihre Leistungen im 3D-Druck auch extern an?**
- Ja
  - Nein
  - Weiß nicht
- 8) **Nutzen Sie externe 3D-Druck-Dienstleister?**
- Ja
  - Nein
  - Weiß nicht
- 9) **Planen Sie die Anschaffung eines 3D-Druckers?**
- Ja
  - Nein
  - Weiß nicht

**10) Beeinflusst die 3D-Druck-Technologie aktuell die Produktions-/Geschäfts- und/oder Arbeitsprozesse Ihres Unternehmens? (Mehrfachantworten möglich)**

	Ja	Nein	Weiß nicht
Forschung und Entwicklung neuer Produkte und Prototypen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konstruktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Warenbeschaffung (z. B. Vorortdruck statt Lieferung etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Produktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertrieb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Handel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marketing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kundenservice (z. B. Ersatzteile etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dienstleistung (z. B. CAD, Drucken etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>		

**11) Beeinflusst die 3D-Druck-Technologie zukünftig die Produktions-/Geschäfts- und/oder Arbeitsprozesse Ihres Unternehmens? (Mehrfachantworten möglich)**

	Ja	Nein	Weiß nicht
Forschung und Entwicklung neuer Produkte und Prototypen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konstruktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Warenbeschaffung (z. B. Vorortdruck statt Lieferung etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Produktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertrieb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Handel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marketing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kundenservice (z. B. Ersatzteile etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dienstleistung (z. B. CAD, Drucken etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>		

**12) In welchen Bereichen sehen Sie Unterstützungsbedarf für die (verstärkte) Nutzung der 3D-Technologie in Ihrem Unternehmen? (Mehrfachantworten möglich)**

- Stärkung der anwendungsorientierten Forschung im Bereich 3D-Druck in Hamburg
- Einrichtung eines Technikums zum Erleben und Ausprobieren der 3D-Druck-Technologie
- Auf- und Ausbau von personellem Know-how im eigenen Unternehmen
- Beratungsleistung bei Auswahl des geeigneten Druckverfahrens
- Beratungsleistung bei Integration in die Prozesskette des Unternehmens
- Integration des 3D-Drucks in Ausbildungsinhalte und Schulungsstandards für zukünftige Fachkräfte
- Einrichtung externer Druckmöglichkeiten
- Schaffung von Kompetenzforen für den Austausch mit Experten und Anwendern
- Sonstiges: \_\_\_\_\_
- Kein Unterstützungsbedarf erforderlich

**13) Wo sehen Sie für Ihr Unternehmen Hemmnisse bei der Nutzung des 3D-Drucks?**

**(Mehrfachantworten möglich)**

- Hohe Anschaffungskosten für 3D-Drucker
- Niedrige erzielbare Produktionsquantitäten
- Fehlen druckbarer Materialien
- Beschaffung existierender Druckmaterialien
- Auswahl des geeigneten Druckverfahrens
- Fehlendes Know-how für 3D-Konstruktion
- Fehlendes Know-how für die Generierung von 3D-Druckdaten
- Fehlendes Know-how für 3D-Druck-Technik
- Zu geringer Bauraum existierender 3D-Drucker
- Mangelnder technischer Reifegrad
- Mangelnde Qualität der gedruckten Teile (z. B. Optik, Oberflächen und Belastbarkeit etc.)
- Rechtliche Unsicherheiten (z. B. Schutzrechte, Produkthaftung)
- Einbindung in die Prozesskette des Unternehmens
- Sonstige: \_\_\_\_\_
- Keine Hemmnisse vorhanden

Um mögliche Unterschiede zwischen einzelnen Branchen und Unternehmensgrößen in der Hamburger Wirtschaft analysieren zu können, bitten wir Sie nun noch um zwei kurze Angaben zur Branche und Betriebsgröße Ihres Unternehmens.

**14) Wie viele Beschäftigte hat Ihr Unternehmen?**

- 1 bis 19
- 20 bis 299
- > 299

**15) In welcher Branche ist Ihr Unternehmen schwerpunktmäßig tätig?**

- Produzierendes Gewerbe, Landwirtschaft (Maschinenbau, Luft- und Raumfahrt, Bau, Elektrotechnik, Medizintechnik, Pharmazeutik, sonstige Industrie)
- Groß- und Außenhandel, Handelsvermittlung
- Einzelhandel, Kfz-Reparatur
- Verkehr und Lagerei
- Gastgewerbe
- Information und Kommunikation
- Finanz- und Versicherungsdienstleistungen
- Grundstücks- und Wohnungswesen/Immobilien
- Sonstige Dienstleistungswirtschaft (Gesundheitswirtschaft, Personaldienstleistungen etc.)
- Sonstige: \_\_\_\_\_

**Sie haben Interesse an den Ergebnissen der Umfrage? Dann nennen Sie uns bitte Ihre E-Mail-Adresse und wir halten Sie gerne auf dem Laufenden!**

E-Mail-Adresse: \_\_\_\_\_

Ende der Umfrage.





Weitere Informationen und die Broschüre zum Download finden Sie im Internet.

