

3D-Druck – Erfolgsgeschichte für den Digitalstandort

Positionspapier

www.bitkom.org

bitkom

Herausgeber

Bitkom e. V.
Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.
Albrechtstraße 10 | 10117 Berlin

Verantwortliches Bitkom Gremium

3D Printing Network

Gesamtkoordination & Redaktion

Wolfgang Dorst | Bereichsleiter Industrial Internet
T 030 27576-423 | w.dorst@bitkom.org

Satz & Layout

Sabrina Flemming | Bitkom

Titelbild

© David Dieschburg – photocase

Copyright

Bitkom 2017

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung im Bitkom zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen beim Bitkom.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	5
2	Grundlagen: Technologie, Prozesse, Anwendungsfelder	7
2.1	Die Technik hinter den Kulissen	7
2.2	Druckverfahren	9
2.3	Anwendungsszenarien	11
3	Anwendungsbeispiele: Luftfahrt, Medizin und Konsumgüter	16
3.1	Luftfahrt	16
3.2	Medizin	18
3.3	Konsumgüter	20
4	Deutschlands Spitzenposition ausbauen: Politische Handlungsempfehlungen	24
5	Appendix: Überblick über politische und gesetzliche Initiativen	28
5.1	Förderung von 3D-Drucktechnologie	28
5.2	Umwelt/Gesundheit/Sicherheit	30
5.3	Geistiges Eigentum	31
5.4	Internationaler Handel	33
5.5	Sicherheit	35
5.6	Standards	37
6	Danksagung	39

1 Zusammenfassung

1 Zusammenfassung

Das Ingenieursland Deutschland ist in der additiven Fertigung derzeit weltweit führend. Für Wirtschaft und Politik stellt sich daher die Frage, wie die Erfolgsgeschichte fortgeführt und die Spitzenposition im internationalen Wettbewerb ausgebaut werden kann. 3D-Druck ist eine der zentralen Technologien, die bisher erfolgreiche Entwicklungs- und Herstellungsprozesse in Kernbranchen wie dem Flugzeug- und Fahrzeugbau, dem Maschinen- und Anlagenbau sowie der Gesundheitswirtschaft ablösen wird. War 3D-Druck bislang vor allem etwas für Spezialisten und von begrenztem Anwendungsinteresse in industriellen Prozessen, so ändert sich dies gerade radikal durch technologische Fortschritte bei Drucktechnologie und Material.

Für Deutschland und Europa ist die digitale Transformation ohne Zweifel eine große Herausforderung. Um auch in Zukunft im internationalen Wettbewerb so erfolgreich zu sein, muss die Wirtschaft digitale Technologien für ihre Prozesse und Geschäftsmodelle verstehen und kreativ für sich nutzen.

Aus Sicht des Bitkom ist es deshalb entscheidend, dass:

- die Chancen des 3D-Drucks jetzt erkannt werden und Wirtschaft und Politik gemeinsam versuchen, die Potenziale zu heben und die Technologie am Standort Deutschland weiterzuentwickeln
- in den Bereichen Produkthaftung, Urheberrecht und gewerblicher Rechtsschutz, Umwelt und Emissionen sowie im internationalen Handelsrecht geltende Regeln – wenn erforderlich – mit großer Sorgfalt und nur auf Basis der Erfahrungen der Wirtschaft mit 3D-Druck angepasst werden
- insbesondere KMU bei der Einführung von additiven Fertigungstechnologien in ihrer Produktion gefördert und zur Zusammenarbeit mit Start-ups und etablierten Unternehmen der Digitalwirtschaft ermutigt werden
- in allen Bildungsstufen digitales Know-how gelehrt und 3D-Druck rasch in relevante Ausbildungsberufe integriert wird.

2 Grundlagen: Technologie, Prozesse, Anwendungsfelder

2 Grundlagen: Technologie, Prozesse, Anwendungsfelder

In der Öffentlichkeit wird 3D-Druck als neues Phänomen wahrgenommen und stößt dank der anschaulichen Einsatzfelder auf hohes mediales Interesse. Die Technologie der additiven Fertigung ist jedoch nicht neu, sie bildet traditionell den Gegenpart zu subtraktiven Fertigungstechniken. Doch durch die Verbindung mit Software und Daten ist 3D-Druck eine Variante der Digitalisierung der Produktion, die mit zahlreichen Vorteilen verbunden ist, z. B. der Individualisierung von Produkten (im Gegensatz zur Massenfertigung von standardisierten Produkten) und hohen Effizienzgewinnen in der Produktion. Was genau ist also 3D-Druck?

2.1 Die Technik hinter den Kulissen

Die Begriffe 3D-Druck und additive Fertigung werden oft synonym verwendet. Auch die internationale Standardisierungsorganisation ISO spricht in ihren Dokumenten von additiver Fertigung. Gleichwohl hat sich aber 3D-Druck als populärer De-facto-Standard-Begriff etabliert und taucht entsprechend häufig in der Tagespresse auf. Eine Google-Suche am 20. Januar 2017 lieferte 334.000 Ergebnisse bei der Eingabe des Begriffs additive Fertigung, der Begriff 3D-Druck ergab dagegen 2.640.000 Ergebnisse.

Additive Fertigung und 3D-Druck stehen für ein ganzes Bündel an Fertigungstechniken, die alle nach unterschiedlichen Prinzipien funktionieren und mit verschiedenen Materialien arbeiten. Die meisten Verfahren sind dazu bestimmt, dreidimensionale Objekte zu erschaffen, indem sie Material in dünnen Schichten aufeinander auftragen und verfestigen. Additiv steht dabei in Abgrenzung zu subtraktiven Techniken wie Fräsen, Hobeln, Sägen oder Bohren. Unter additiver Fertigung wird die komplette Prozesskette des Herstellungsprozesses verstanden, beginnend bei der Erstellung der Datensätze durch softwaregestützte Methoden über die Bauteiloptimierung, den Druckvorgang selbst sowie die Nachbearbeitung der gedruckten Teile (auch Post-Processing genannt). Die additive Fertigung bewährt sich vor allem dort, wo konventionelle Fertigungstechnologien an ihre Grenzen stoßen. Die zentralen Vorteile sind die Designfreiheit, die stark reduzierten Rüstkosten – beispielsweise für die Anfertigung von Formen oder Werkzeug – und die Digitalisierung der Produktion.

Anders als bei den klassischen subtraktiven Techniken, bei denen mit Hilfe von rechnerunterstütztem Konstruieren (Computer Aided Design, CAD) ein dreidimensionales Modell erstellt wird, kann für 3D-Druck das dreidimensionale digitale Modell beispielsweise von allen denkbaren Ersatzteilen oder Körperteilen, wie künstlichen Zähnen und Gelenken, auch durch Vermessung der Geometrie oder durch Scannen gewonnen werden. Danach wird dieses Modell durch rechnerunterstützte Entwicklung (Computer Aided Engineering, CAE) optimiert. Dabei errechnet 3D-Druck-Simulations-Software basierend auf Funktionsanforderungen wie dem notwendigen Bauraum, den einwirkenden Kräften und den benötigten Verbindungspunkten besondere Formen und Strukturen. Bei einer solchen Topologie-Optimierung entstehen beispielsweise bionische und organische Formen und Strukturen, die gewichts- und festigkeitsoptimiert sind. Diese lassen sich allerdings mit klassischen Entwicklungs- und Fertigungsmethoden nicht erstellen. Durch die Formfreiheit der additiven Produktionsverfahren können auch erhebliche Materialeinsparungen erreicht werden.

Das Dateiformat für die 3D-Modelldaten, die von Maschinen zum Aufbau der physikalischen Gegenstände verwendet werden, ist häufig STL. Der Name entstand aus dem Begriff Stereolithographie. STL verwendet dreieckige Facetten, um der Form der Gegenstände zu entsprechen. Darum wird es auch mit Standard Triangulation Language oder Surface Tessellation Language bezeichnet.

3D-Modelle werden im sogenannten »Slicing« in Schichten zerlegt. Daraus wird der Code generiert, der zum Steuern der Maschine dient. Die dabei entstandenen Ebenen werden beim Produktionsprozess in sehr dünnen Schichten aufeinander gedruckt und erzeugen den dreidimensionalen, physischen Gegenstand.

Für die Produktion bedeutet die Einführung dieser Technologie neue Anforderungen an die Vernetzung der Maschinen und die Verteilung von Fertigungslizenzen für die zu druckenden Güter. Die Produktion wird damit agiler. Mit 3D-Druckverfahren können weltweit an vielen Standorten die gleichen Bauteile in einheitlicher Qualität hergestellt werden. Dafür ist es neben der Entwicklung digitaler Prüfverfahren zur Qualitätssicherung notwendig, dass die eingesetzten Materialien einheitliche Güte besitzen. Es werden auch neue Anforderungen zur Oberflächenveredelung an additiv gefertigte Bauteile gestellt werden, beispielsweise durch klassische zerspanende oder neue noch zu entwickelnde Beschichtungsverfahren. Daraus ergeben sich für die Hersteller von Maschinen und Anlagen viele Möglichkeiten für die Entwicklung kombinierter Fertigungsanlagen, um 3D-Druck, Oberflächenveredelung und evtl. Wärmehandlung mit einer Maschine durchzuführen.

Die verschiedenen 3D-Druckverfahren lassen sich in folgende drei Hauptgruppen einteilen:

- Polymerisierung von Harzen
- Schmelzen oder Verkleben von Pulver mit ein oder mehreren Bindern
- Extrusion von Material

2.2 Druckverfahren

In dieser schnell wachsenden Branche entwickeln sich Technologie und Terminologie schnell. Bekannte Verfahren für die drei Gruppen der Technologien sind die Stereolithografie (SLA), Selektive Laser Sintering (SLS), Fused Deposition Modeling (FDM) und Multijet Fusion (MJF). Für den Druck können verschiedene Materialien gewählt werden. Die Wahl des richtigen Materials hängt vom Anwendungsbereich und der eingesetzten Maschine ab. In Abbildung 1 sind die Arten der Materialien in eigenständige Reihen zusammengefasst. Innerhalb jeder dieser Materialreihen stehen die Verfahren zueinander im Wettbewerb der Eigenschaften (Detailgenauigkeit, Oberfläche, Stabilität).

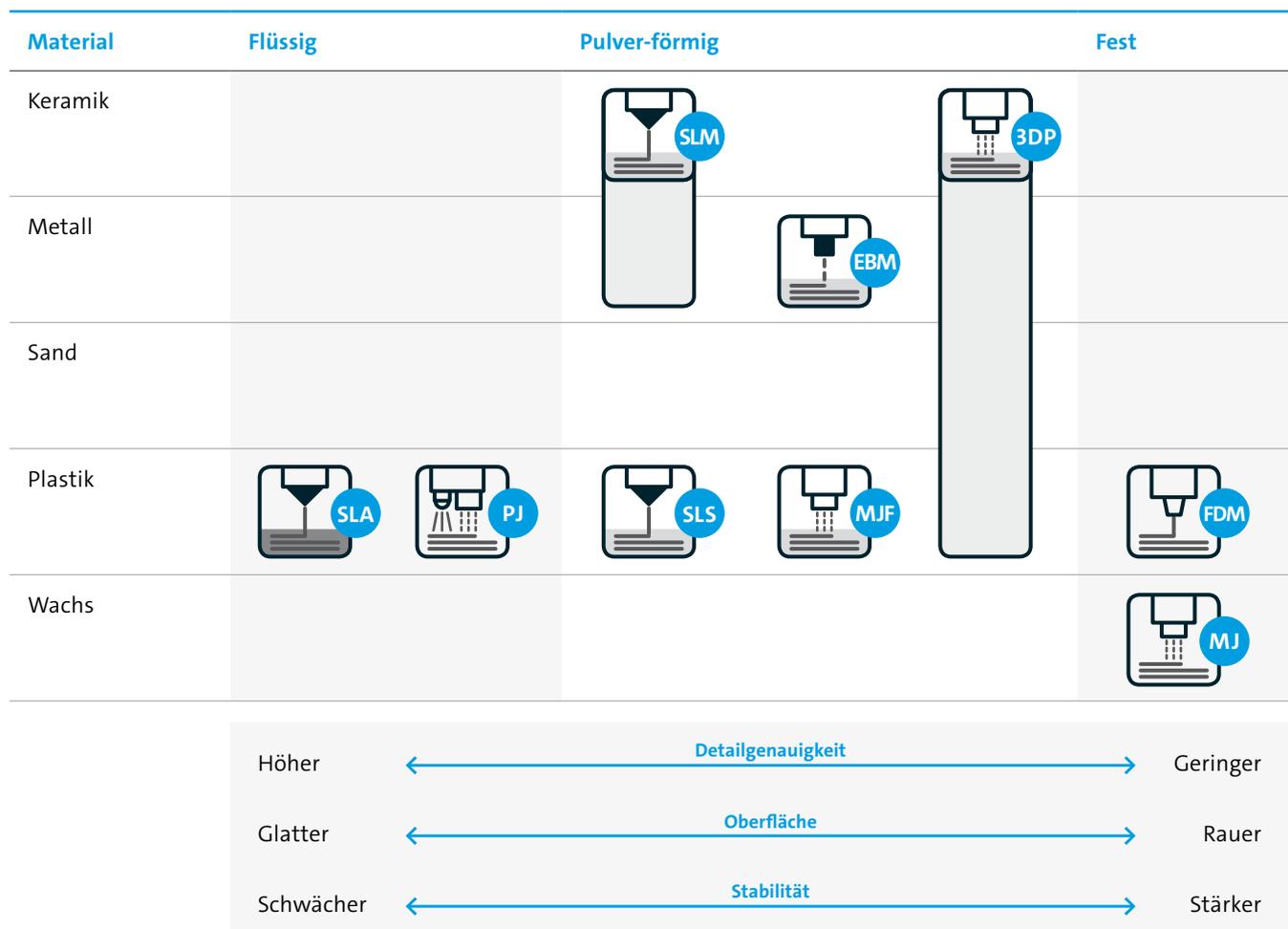


Abbildung 1: Verschiedene 3D-Druck Technologien und ihre Eigenschaften im Überblick¹

¹ Quelle: 3YOURMIND, 2016

Stereolithografie-Anlagen (SLA)

Ist eine 3D-Drucktechnologie, bei der mit Hilfe eines UV-Lasers ein Photopolymerharz in einem transparenten Tank ausgehärtet wird. Dies erzeugt eine feste Struktur an der Bauplattform und das Harz wird ausgehärtet. Einige Geometrien (wie Bögen) können nur mit Hilfe einer Trägerstruktur gedruckt werden. Mithilfe dieser Technologie können sehr detaillierte und transparente 3D-Modelle erzeugt werden. Als Baumaterialien werden beim SLA-Verfahren flüssige Epoxidharze, Acrylate oder Elastomere verwendet. Diese photosensitiven Kunststoffe sind meist UV-lichtempfindlich.

Selektive Laser Sintering (SLS)

Eine 3D-Drucktechnologie, bei der in einem Pulverbett mithilfe eines Laserstrahls 3D-Strukturen aufgebaut werden. Nach jedem Verschmelzvorgang durch den Laser wird eine neue Pulverschicht aufgetragen. Dies erzeugt eine feste Struktur innerhalb des Pulverbetts. Diese Technologie kann eine beliebige Geometrie drucken. Im Markt wird SLS teilweise als Überbegriff für die Materialien Polyamid, aber auch Keramik und Metall verwendet. Gleichwohl bezeichnet SLS aber häufig nur die Kunststoff-Verfahren, die keine Stützstruktur benötigen. Die entsprechende Metall-Technologie ist SLM, die jedoch zur Wärmeableitung Stützstruktur benötigt.

Fused Deposition Modeling (FDM)

Eine 3D-Drucktechnologie, mit der man häufig Kunststoffe druckt, indem das Material durch eine erhitzte Düse extrudiert wird. Auf diese Weise können Geometrien bis zu 45 Grad ohne Stützstruktur gedruckt werden. Bei steileren Winkeln muss mit Supportmaterial gearbeitet werden. Bei diesem Verfahren kommen unterschiedliche Kunststoffe zum Einsatz.

Multijet Fusion (MJF)²

Dieses 3D-Druckverfahren basiert auf einem »Format-Flächenansatz« (X/Y Achse), bei dem innerhalb des Pulverbetts zwei Flüssigkeiten als Prozessaktivierer zum Einsatz kommen. Ein Fusing-Agent löst den Schmelzprozess aus, der Detailing-Agent erlaubt ein gezieltes Stoppen des Schmelzprozesses (insbesondere für die Außengeometrie wie Kanten). Als Energiequelle kommen Infrarot-Lampen zum Einsatz. Da es sich um ein Flächenverfahren handelt, ist die Druckgeschwindigkeit immer konstant und nicht abhängig von der Anzahl der zu druckenden Objekte. MJF benötigt kein Stützmaterial. Neben dem zurzeit verfügbaren auf Polyamid basierenden Material wird es in Zukunft weitere Optionen wie weitere Kunststoffe, Metalle, Keramiken und Glase geben.

² HP Multi Jet Fusion-Technology, Trade Mark HP Inc.

2.3 Anwendungsszenarien

3D-Druck tritt als neue Produktionstechnologie neben bereits existierende Verfahren wie werkzeug- oder formengebundene Verfahren. Wie bei allen Produktionstechniken stellt sich die Frage, in welchen Kontexten welches Verfahren am günstigsten ist. Abbildung 2 zeigt die Urformen der Kostenkurve für 3D-Druck-Verfahren und traditionelle Fertigungsverfahren.

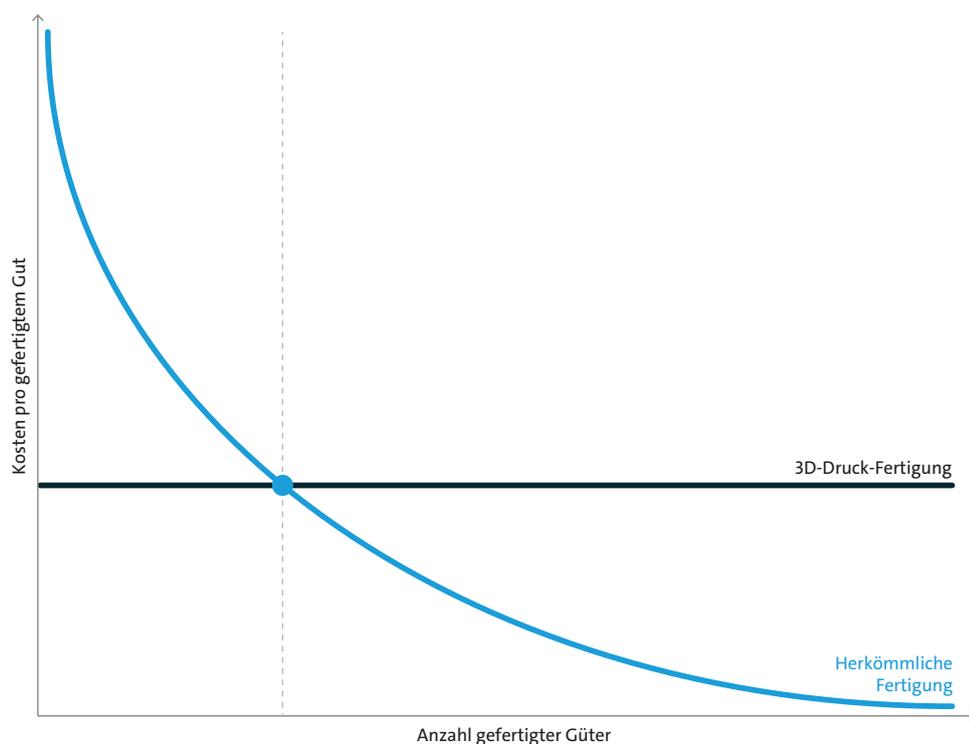


Abbildung 2: Stückkostenstruktur 3D-Druck vs. herkömmliche Fertigung³

Die Kurven veranschaulichen die Veränderung der Stückkosten (auch Durchschnittskosten genannt) pro Stück eines gefertigten Gutes. Die beiden Kostenkurven kreuzen sich an dem Punkt, bei dem die Kosten beider Fertigungsverfahren gleich sind. Durch Verringerung der Minimalkapazität, also der minimalen Menge, die eine Anlage aus wirtschaftlichen Gründen nicht unterschreiten darf, beeinflusst 3D-Druck die Wirtschaftlichkeit der Produktion und steht damit im Gegensatz zu traditionellen Herstellungsmethoden, die höhere Anschaffungskosten für Werkzeug und Einrichtung haben. In Abbildung 2 erreicht 3D-Druck die Minimalkapazität mit Menge 1 (Losgröße 1). Das ist typisch, auch wenn beispielsweise SLS höhere Anfangskosten für die Einrichtung des 3D-Druckes hat.

³ Quelle: Cottler and Joyce, 3D opportunity: Additive manufacturing paths to performance, innovation, and growth, Deloitte University Press, 2015)

Die Kurve der Stückkosten (Durchschnittskostenkurve) ist für den 3D-Druck flach, was darauf hinweist, dass sich die Grenzkosten mit der Menge nicht ändern. Die herkömmlichen Fertigungsverfahren bringen gegenwärtig Kostenvorteile bei hohen Mengen (Massenfertigung), wie es die sinkende Kostenkurve zeigt. Die Preise von in 3D-Druck hergestellten Produkten werden weiter fallen und machen das 3D-Druck-Verfahren dadurch zunehmend wettbewerbsfähig gegenüber den herkömmlichen Fertigungsverfahren. Als Faustregel gilt: In absehbarer Zeit werden etablierte Produktionsverfahren bei großen Stückzahlen gleichartiger Produkte weiterhin deutlich billiger bleiben. Technologische Fortschritte werden jedoch die Gewinnschwelle in der additiven Fertigung kontinuierlich zugunsten größerer Stückzahlen verschieben.

Die Stärken von 3D-Druck-Verfahren liegen jedoch nicht in der Massenproduktion und damit in direkter Konkurrenz zu traditionellen Produktionsverfahren, sondern in drei Faktoren:

- **Massen-Individualisierung:** Individuelle Teile oder Kleinserien sind heute in 3D-Druck wirtschaftlicher als traditionelle Massenfertigung. Damit ist 3D-Druck eine besonders geeignete Technologie für die industrielle Umsetzung der »Losgröße 1« im Konzept von Industrie 4.0. Die additiven Fertigungsprozesse ermöglichen den Unternehmen auf volatile Kundenanforderungen und fluktuierende Marktnachfrage schnell und individuell einzugehen.
- **Verringerung der Gesamtkosten:** Oft stellen die eigentlichen Produktionskosten nur einen kleinen Faktor in der gesamten Warenkette dar. Werden zum Beispiel Ersatzteile für Autos oder Züge »auf Halde« produziert, um lange nach Produktionsstopp alte Modelle weiterhin ausrüsten zu können, übersteigen die Lagerkosten die Produktionskosten um ein Vielfaches. Statt Ersatzteile über Jahre zu lagern, werden sie bei Bedarf gedruckt.
- **Verringerung des Gewichts:** Durch bionische Konstruktionsmethodik und additive Fertigung lassen sich das Materialgewicht und der Gesamtmaterialverbrauch einzelner Teile um bis zu 90 Prozent reduzieren. Bei einem Airbus A350 kann so bis zu einer Tonne Gewicht gespart werden. Diese Reduktion trägt maßgeblich dazu bei, den CO₂ Ausstoß zu verringern. Zusätzlich lassen sich durch additive Fertigung bis zu 70 Prozent der Produktionszeit und 80 Prozent der Herstellungskosten sparen.
- **Fertigung komplexer Geometrien:** Dank des Schicht-für-Schicht-Verfahrens sind dem 3D-Druck die technischen/geometrischen Restriktion des Gießens oder Schmiedens weitgehend fremd. So erlaubt er neben der Herstellung nahezu beliebiger Geometrien auch schon im Fertigungsprozess den Einbau komplexer Strukturen wie z. B. von Kühlkanälen oder Einspritzdüsen ins jeweilige Bauteil selbst. Bei klassischen Herstellungsverfahren sind solche Strukturen entweder nicht möglich, oder nur durch aufwändige Nachbearbeitung bzw. Fertigung in mehreren Teilen zu erreichen. So erlaubt 3D-Druck verbesserte Stabilität und neue Funktionalitäten.

Obwohl der 3D-Druck schon seit fast dreißig Jahren existiert, wurde die Technologie lange Zeit nur für spezialisierte, industrielle Anwendungen genutzt. Zunächst wurden die Verfahren als kostengünstige Methode zur Herstellung von Prototypen und Modellen genutzt, wofür der

Begriff »Rapid Prototyping« verwendet wird. Die Entwicklung bei Materialien und Drucktechnologie entwickelte sich ständig weiter, sodass die Qualität der mit 3D-Druck produzierten Erzeugnisse als Halbzeuge und Werkzeug- oder Formenbau kontinuierlich ansteigt. Seit einiger Zeit ergänzt der 3D-Druck schließlich sogar traditionelle Verarbeitungstechniken und so werden heute ganze Produkte additiv hergestellt. Damit entstand schließlich das »Rapid Production«.

Die Einsatzgebiete des 3D-Drucks erweiterten sich zusehends. Der Transport produzierter Waren über lange Strecken wird durch 3D-Druck substituiert. Damit können viele Bau- und Ersatzteile in Einzel- und Serienproduktion dezentral hergestellt werden. Auf diese Weise ordnet sich die Aufgabenteilung zwischen Hersteller und Lieferanten komplett neu. So bestehen bereits heute weltweit additive Produktionszentren (Printing-Farmen). Ein damit einhergehender Vorteil besteht in der dezentralen Produktion, die durch den Einsatz von 3D Druckern und standardisierten Prozessen möglich ist. Dies hat große Auswirkungen auf die Supply Chain der Zukunft. Logistik und Lagerhaltung werden durch digitalen 3D-Druck effizienter und schneller. Die Zahl der verfügbaren Fertigungsmethoden wird in Zukunft weiter zunehmen. Zusätzlich sind derzeit Zertifikate, Normen und Produktionsstandards in der Entwicklung, die den Prozess weiter beschleunigen und vereinfachen. Auch existieren bereits jetzt »Business Services« als digitale Plattformen, über die weltweit Dienstleister gefunden, verglichen und gemanagt werden können.

Erst vor wenigen Jahren erlangte der 3D-Druck Bekanntheit in der breiten Öffentlichkeit und erreichte mit preiswerten Druckern und Materialien den Massenmarkt.

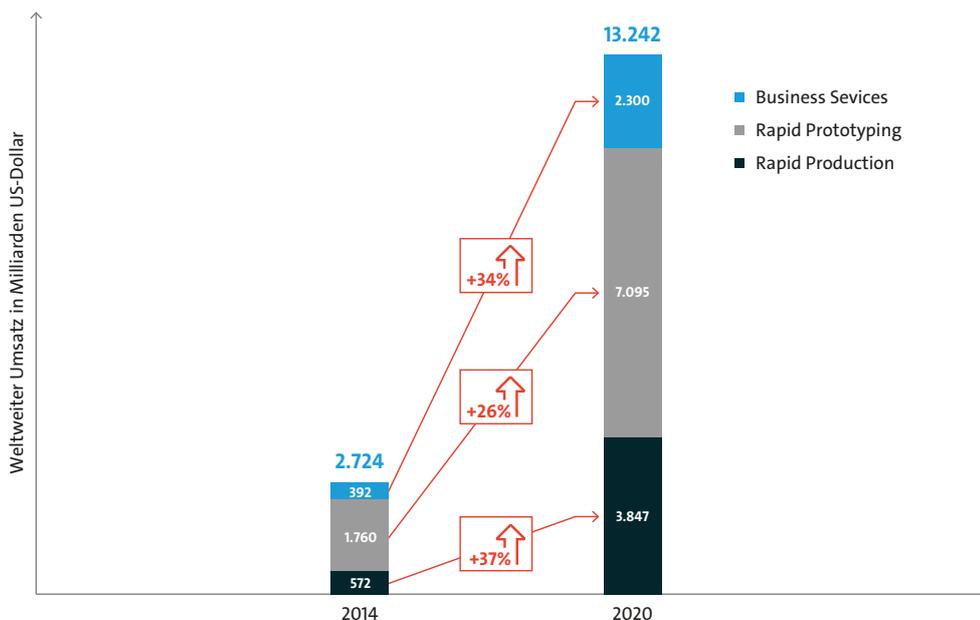


Abbildung 3: Die Zukunft von 3D-Druck liegt vor allem in der Produktion, es entsteht der Bedarf die Regularien auf die neuen Möglichkeiten auszurichten⁴

4 Quelle: Bitkom, HP 2016

Zusammengefasst bestehen die Alleinstellungsmerkmale des 3D-Drucks in Gewichtsreduktion, Design-Freiheit und Individualisierung. Diese Merkmale lassen sich heute in besonderem Maße in den Wachstumsmärkten Luftfahrt, Medizin und Konsumgüter realisieren:

Wachstumsmarkt	Alleinstellungsmerkmal
Luftfahrt	<ul style="list-style-type: none">▪ Gewichtsreduktion▪ Design-Freiheit
Medizin	<ul style="list-style-type: none">▪ Individualisierung (Personalisierung)
Konsumgüter	<ul style="list-style-type: none">▪ Individualisierung▪ Design-Freiheit

3 Anwendungs- beispiele: Luftfahrt, Medizin und Konsumgüter

3 Anwendungsbeispiele: Luftfahrt, Medizin und Konsumgüter

Luftfahrt, Medizin und Konsumprodukte sind drei Geschäftsfelder, in denen schon heute von hoher Relevanz des 3D-Drucks für die Zukunft auszugehen ist. Gleichzeitig hat additive Fertigung in diesen Bereichen und bei vielen Produkten bereits Marktreife erreicht. Neben verschiedenen Komplexitätsstufen stehen diese drei Geschäftsfelder auch für unterschiedliche Herausforderungen für die additive Fertigung, die exemplarisch für weitere Anwendungsfelder sein könnten.

3.1 Luftfahrt



Leichtbau, wie er durch additive Fertigung möglich ist, ist ein entscheidender Faktor im Flugzeugbau, da ein Drittel der Betriebskosten eines Flugzeuges mit dem Kerosinverbrauch zusammenhängen. Flugzeuge müssen leicht und stabil sein. Die ingenieurmäßige Herausforderung in der Luftfahrtindustrie besteht darin, die Faktoren Gewicht und Performance (Steifigkeit, Stabilität, Dauerfestigkeit) unter Berücksichtigung der Kosten zu optimieren. Hierbei können Software-Werkzeuge helfen Einzelbewertungen vorzunehmen. Über eine Plattform können alle zu berücksichtigenden Parameter zusammengebracht werden.

Produkte der Luftfahrtindustrie haben eine sehr lange Lebensdauer, während der Ersatzteile verfügbar sein müssen. Stückzahlen sind im Vergleich zu Konsumgütern gering.

3.1.1 Warum sind 3D-Druck-Alleinstellungsmerkmale wichtig für die Branche?

Auf Herstellerseite: Additive Fertigung bietet die Möglichkeit Produkte leicht, schnell und mit wenig Material (im Vergleich zu abtragenden Techniken) zu erstellen. Außerdem sind bionische Formen möglich, die anders nicht herstellbar sind.

Im Vergleich zu subtraktiven Fertigungstechniken ergeben sich hohe Einsparungen durch eine Reduzierung von Materialverbrauch und –kosten sowie Arbeitskosten.

Auf Betreiberseite: Durch die bei einzelnen Bauteilen starke Gewichtsreduktion kann Treibstoff gespart werden und eine höhere Zuladung ist möglich.

Volkswirtschaftlich betrachtet: Die additive Fertigung trägt zum Beispiel zur Entkarbonisierung (Umstellung der Wirtschaftsweise auf niedrigen Kohlenstoffverbrauch) bei, ermöglicht Reindustrialisierung (Rückverlagerung der Fertigung) und wegen der geringen Geräuschemission Urban-Manufacturing (produzierendes Gewerbe in Städten).

3.1.2 Wie wird es in der Branche am Beispiel umgesetzt?

Laut Peter Sander, Head of Emerging Technologies & Concepts bei Airbus, ist das Unternehmen vorbereitet für die Industrialisierung additiver Fertigung.⁵ Die Produktion begann mit Plastikteilen, von denen bereits hunderte in der Airbus-Flotte verarbeitet sind. Ebenso werden bereits Ersatzteile als einzelner Fertigungsauftrag für nur ein einzelnes Stück (Losgröße 1) oder kleinste Stückzahlen gedruckt. Diese Losgröße 1 spielt in der Luftfahrtindustrie eine bedeutende Rolle – sowohl in der Fertigung neuer Flugzeuge als auch in der Ersatzteilbeschaffung.

Nach fünfjähriger Entwicklungszeit hat Airbus im vergangenen Jahr die Serienfertigung von in Titan gedruckten bionischen Strukturen in Norddeutschland begonnen.

Im 3D-Druck verdoppeln sich etwa jährlich sowohl die Größe zu druckender Teile als auch die Geschwindigkeit des Drucks. Dies wirkt sich positiv für die Luftfahrtindustrie aus, in der insbesondere auch große Teile gedruckt werden sollen.

3.1.3 Welche Auswirkungen hat es auf Branche, Produkte, sowie Nutzung?

Die Grundlagen additiver Fertigung sind am Standort Deutschland so weit entwickelt, dass Innovationen vorangetrieben werden können. Dies geschieht z. B. durch den Ausbau interdisziplinärer Fertigkeiten, Druck unterschiedlicher Materialien und Materialforschung auf Molekularebene. Deutschland hat eine führende Position in der 3D-Drucktechnologie und ist zugleich Leitmarkt und Leitanbieter.

Ein Beispiel für die Innovationskraft ist die kombinierte Fräs-Druckmaschine, die spanende mit additiver Fertigung vereint und somit die Vorteile, auch was die Materialeigenschaften betrifft, beider Verfahren kombiniert. So können mit einer 5-Achs-Fräsmaschine Supportstrukturen gefertigt werden, Roboter können im Laser die Sintermaschine einstellen und die optimale Position im Pulverbett ermitteln, damit kein Verzug entsteht. Die Nachbereitung der additiv gefertigten Werkstücke kann dann mit einer kombinierten Maschine automatisiert durchgeführt werden.

Durch diese Technologien lassen sich die in der Luftfahrt benötigten Teile im Spannungsfeld von Kosten, Performance und Gewicht besonders effektiv fertigen.

⁵ Quelle: <http://3dprintingindustry.com/news/airbus-is-ready-for-3d-printing-industrialization-in-2016-peter-sander-reveals-63986/>

Vor allem dort, wo optimierte Teile und flexible Produktionsprozesse gefragt sind, kann die neue Technologie ihre Stärken ausspielen. Bei den gegenwärtigen Preisen für Treibstoff entspricht eine Gewichtsreduktion um ein Kilogramm einer Kostenersparnis von durchschnittlich 5.000 EUR über die Lebensdauer eines Passagierflugzeuges. Laut einer Berechnung von Airbus könnten durch Materialeinsparungen Millionen Tonnen Kerosin und CO₂ sowie daraus folgend Milliarden Euro eingespart werden.

Hinzu kommt, dass im Flugzeugbau vor allem kleine Stückzahlen die Produktionskosten in die Höhe treiben, da beispielsweise für die Fertigung spezieller Titanrohre sehr teure Werkzeuge angeschafft werden müssen. Durch 3D-Druck sinken diese Kosten auf einen Bruchteil. Die größte Kostenersparnis wird jedoch durch die direkte Fertigung vor Ort erreicht. Fällt ein Flugzeug aufgrund eines fehlenden Ersatzteils aus, ergeben sich inklusive Miete, Gebühren usw. sehr hohe Kosten pro Tag. Da benötigte Ersatzteile teilweise erst nach Monaten geliefert werden, entstehen wegen des fehlenden Ersatzteils hohe Gesamtkosten. Mit 3D-Druck können aufgrund kurzer Produktionszeiten von wenigen Tagen Ausfallzeiten sowie die sich daraus ergebenden Kosten erheblich reduziert werden.

3.2 Medizin

Zentrale Herausforderung der Medizin ist die Einzigartigkeit eines jeden Individuums. Bisher konnten viele medizinische Hilfsmittel (z. B. Prothesen) und Medizinprodukte (z. B. künstliche Kniegelenke oder Hüften) ausschließlich in Standardgrößen gefertigt oder nur mit relativ hohem Aufwand personalisiert werden (z. B. Abdrücke und Negativ-Modelle in der Zahnmedizin). Der 3D-Druck ist als Konzept bestens für den medizinisch-therapeutischen Einsatz am Menschen geeignet, da im 3D-Druck schon ab Losgröße 1 – also in absoluter Personalisierung für das Individuum – produziert werden kann.



3.2.1 Warum sind 3D-Druck-Alleinstellungsmerkmale wichtig für die Branche?

Der 3D-Druck bietet volle Design-Freiheit, so dass Medizinprodukte und Hilfsmittel direkt individuell und personalisiert produziert werden können. Dies gilt nicht nur für die eigentlichen (prothetischen) Produkte (z. B. das künstliche Kniegelenk), sondern zunehmend auch für gedruckte Oberflächenstrukturen, die dafür sorgen, dass beispielsweise ein künstliches Kniegelenk besser einwächst und heilt.

Perspektivisch wird es weitergehende Anwendungsbereiche, wie die Herstellung von Organen oder Organteilen geben. So könnten z. B. die Leber oder das Herz bzw. Herzklappen aus DNA-Stammzellen oder Körperteile im Rahmen der plastisch-rekonstruktiven Chirurgie nachgebildet werden (z. B. Wiederherstellung einer Ohrmuschel).

Darüber hinaus können bei komplexen chirurgischen Eingriffen individualisierte anatomische Modelle des Operationsgebietes (z. B. komplette Gefäßstrukturen am Herzen) gefertigt werden, die dem Operationsteam die realitätsnahe Vorbereitung erlauben und somit das Operationsrisiko für den Patienten deutlich reduzieren.

3.2.2 Wie wird es in der Branche am Beispiel umgesetzt?

3D-Druck in der Medizin hat noch in vielen Bereichen experimentellen Charakter – in einigen Fachrichtungen wird er jedoch bereits erfolgreich eingesetzt. Dabei nehmen die Patienten den Umstieg unterschiedlich wahr. In der Zahnmedizin, wo beispielsweise Füllungen gedruckt werden, ist der Unterschied zu früher kaum spürbar, da Zahntechniker immer schon (mechanisch) Abdrücke und Modelle modelliert haben, die zu personalisierten Ergebnissen geführt haben. Hier sind vor allem die wirtschaftlichen Umbrüche auf der Herstellerseite immens.

Demgegenüber ergeben sich in der Orthopädie auch für die Patienten bahnbrechende Veränderungen. So wurden bislang in der Endoprothetik ausschließlich Standardgrößen eines künstlichen Kniegelenks für eine Operation verwendet. Um diese im menschlichen Körper passgenau »verbauen« zu können, waren oftmals invasive chirurgische Verfahren erforderlich. Lange Heilungs- und Rehabilitationsphasen bei den Patienten waren oft die Folge.

Externe Prothesen oder auch Orthesen müssen regelmäßig und abhängig vom Anwendungsfall und Wachstum angepasst werden. Durch digitale Prozesse wird es dem Patienten ermöglicht, mit weniger zeitlichem Aufwand zu einer anwendungsbezogenen Prothese zu kommen. Der ganze Ablauf wird für den Patienten angenehmer: Weniger Reisezeit, weniger Termine, die Möglichkeit verschiedene Anwendungsprothesen zu erhalten und sogar günstiger.

3.2.3 Welche Auswirkungen hat es auf Branche, Produkte sowie Nutzung?

Für die Medizin und die Medizintechnik ist 3D-Druck eine Revolution. Die Daten aus CT- oder MRT-Untersuchungen ermöglichen millimetergenaue Vorgaben für die 3D-Druck-Produktion. Da die gedruckten Medizinprodukte und Hilfsmittel direkt passen, sind keine zusätzlichen operativen Maßnahmen erforderlich. Es entsteht weniger Aufwand beim Eingriff selbst und der Patient erholt sich viel schneller, da die Operationen weniger invasiv und belastend sind. Erste klinische Studien in der Knie-Endoprothetik zeigen, dass gedruckte Prothesen besser einwachsen und vertragen werden als das klassische Pendant.

Für die derzeitige Anbieterseite von Prothesen und Medizinprodukten ist 3D-Druck in jeder Hinsicht disruptiv. Der klassische Herstellungsprozess entfällt komplett. Außerdem wird es keine Produktion auf Halde in Standardgrößen mehr geben, da immer nur noch Losgröße 1 gefragt ist. Auch wenn noch nicht abschließend geklärt ist, an welchem Ort der 3D-Druck jeweils stattfinden wird, so wird sicher auch die heute übliche Logistik weitgehend entfallen. Denn es spricht viel dafür, so nah wie möglich am Arzt und Patient zu drucken. Dabei entstehen ganz neue

Geschäftsmodelle. Zum Beispiel Druckzentren, die basierend auf Scan-Daten personalisiert drucken können und vergleichbar mit Internet-Handelsplattform mit »same-day-delivery« das fertige Implantat versenden. Der Vorteil für diese spezialisierten Dienstleister ist, dass sie Rohmaterialien für den Druck, das notwendige ausgebildete Personal und eine hohe Auslastung der Drucker haben.

Auch die Volkswirtschaft profitiert von medizinischem 3D-Druck. Es werden nur noch die Prothesen und Hilfsmittel produziert, die auch wirklich gebraucht werden. Durch die perfekte Passform und die weniger aufwändigen Operationen reduzieren sich Krankenhaus- und Rehabilitationskosten. Eine daraus resultierende, schnellere Wiedereingliederung der Betroffenen ins Berufsleben entlastet die Volkswirtschaft. Parallel können auch die Krankenkassen durch kürzere und komplikationsärmere Operationen entlastet werden.

3.3 Konsumgüter



Konsumgüter werden in der Regel in sehr großen Stückzahlen unter großem Kostendruck und in kurzen Abständen wechselnden Kollektionen produziert. Produkte wie Sportartikel werden darum in den meisten Fällen per Spritzgussverfahren hergestellt, was die wirtschaftliche Fertigung vieler Millionen Teile in kurzer Zeit ermöglicht. Durch die werkzeuggebundene Fertigung entstehen jedoch nicht nur lange Wartezeiten bis zum Produktionsstart, es fallen auch sehr hohe Initialkosten für die Erstellung des Formwerkzeuges an. Zudem legt sich der Hersteller durch die Spritzgussform früh auf ein Produktdesign fest, das sich später nur unter großem Kostenaufwand ändern lässt. Hier verändert 3D-Druck nicht direkt das Endprodukt sondern die traditionellen Verfahren des Spritzgusswerkzeug- und Formenbau, was auch als Rapid Tooling bezeichnet wird.

Individualisierte Produkte, die in Losgröße 1 gefertigt werden, sind mit werkzeuggebundenen Fertigungsverfahren kaum umsetzbar. Nur bei kleineren Stückzahlen wie zum Beispiel beim Sportschuh mit Sondergrößen, ausgefallenen Leisten, besonderen Beanspruchungen und Leistungsfähigkeit erscheint eine Individualisierung sinnvoll. Hier kann 3D-Druck direkt Konsumgüter beeinflussen.

Rapid Tooling ermöglicht Innovationen, aber die disruptiven Potentiale durch komplett neue Geometrien und Individualisierung werden erst durch die direkte Teilefertigung tatsächlich ausgeschöpft. Dies geht weit über rein ästhetische Individualisierung (Blümchen und Namen aufdrucken) hinaus. Die Geometrien, die sich mit der Technologie erschaffen lassen, sind in der Regel nicht mehr konventionell fertigbar. Gitternetzwerke, die individualisierte Dämpfungselemente und starke Gewichtsreduktionen ermöglichen, werden mit neuen Belichtungsmustern selbst heute bereits in preislich konkurrenzfähigen Preisregionen produziert.

3.3.1 Warum sind 3D-Druck-Alleinstellungsmerkmale wichtig für die Branche?

Die generative Fertigung ermöglicht neuartige Produktkonzepte, die mit konventionellen Fertigungsverfahren nicht oder nur sehr kostenintensiv machbar waren. Stark gewichtsreduzierte Sportschuhe erhöhen die Wettkampfperformance. Ergonomisch optimierte Produkte, die an den Athletenkörper angepasst wurden, sorgen für effiziente Kraftübertragung. Individualisierungsmöglichkeiten in Bezug auf das Design verleihen den Sportartikelherstellern neue Möglichkeiten zur Produktgestaltung und schaffen somit Wege, sich vom Wettbewerb zu differenzieren. Zudem ermöglicht Rapid Prototyping und eine flexibilisierte Produktion die schnelle Umsetzung neuer Kollektionen.

3.3.2 Wie wird es in der Branche am Beispiel umgesetzt?

In den Design-Abteilungen der großen Sportartikelhersteller wird 3D-Druck bereits seit vielen Jahren zur Erstellung von Prototypen eingesetzt, um die ersten Produktentwürfe haptisch erlebbar zu machen. Mittlerweile arbeiten diese Unternehmen daran, die generative Fertigung auch für die Produktion von Endteilen einzusetzen. Besonders im Sportschuhbereich gibt es bereits erste Konzepte, in denen alle Formen der Individualisierung vorkommen. Gestalterische Individualisierung ermöglicht die Anpassung eines Schuhs auf den ästhetischen Geschmack des Trägers und der Marke. Performanceindividualisierung ermöglicht bei Sprintschuhen beispielsweise die optimierte Platzierung von Spikes und die ergonomische Individualisierung passt eine Schuhsohle an den Fußabdruck des Trägers an.

Zudem können durch das Ersetzen massiver Sohlen durch Gitternetzwerke signifikante Gewichts- und Materialeinsparungen erzielt werden.

3.3.3 Welche Auswirkungen hat es auf Branche, Produkte sowie Nutzung?

Die Möglichkeiten der generativen Fertigung erfordern ein ganzheitliches Umdenken im Produktstellungsprozess. Es können nicht nur gänzlich neue Designs und Funktionen erschaffen werden. Vielmehr wird es in Zukunft notwendig sein, an die Individualisierung von Produkten zu denken. Dies bedeutet, dass der Sportartikelhersteller nicht mehr fertige Produkte herstellt, sondern seinen Kunden vielmehr Spielräume zur Verfügung stellt, innerhalb derer der Konsument sein personalisiertes Produkt konfiguriert oder mitentwickelt. Produzent und Konsument stehen dabei im Austausch und gehen eine neue Form von Geschäftsbeziehung ein. Hierfür ist es wiederum erforderlich, den Kunden durch den Prozess hindurch zu führen und ihm Zugang zu zahlreichen Stellen im Prozess zu geben. Im Englischen wird dies als Co-Creation bezeichnet. Die Zusammenarbeit der Marke mit kreativen Kunden erzeugt eine neue Erfahrung für gemeinsam erschaffene Produkte.

Auch für die Fertigung bedeutet die neue Art Produkte zu gestalten neue, große Herausforderungen. Durch individualisierte und digitalisierte Produkte ist es möglich, die Produkte erst dort zu produzieren, wo die Nachfrage besteht. Somit müssen Produkte nicht mehr wochenlang auf Schiffen um die Welt transportiert werden. Sie werden vielmehr direkt in unmittelbarer Nähe des Kunden produziert und vielleicht in ferner Zukunft sogar tatsächlich beim Endkunden zu Hause.

Die Konsumgüterunternehmen beschäftigen sich bereits intensiv mit den zukünftigen Möglichkeiten moderner Fertigungsverfahren. Ein Produkt, das für Spritzgusstechnologien gestaltet wurde, lässt sich in aller Regel nicht mit anderen Verfahren wirtschaftlich herstellen. Genauso verhält es sich auch mit der noch recht teuren industriellen 3D-Druck-Technologie. Erst wenn alle gestalterischen und technischen Möglichkeiten ausgeschöpft sind, sind der größtmögliche Nutzen und damit der größtmögliche Produktwertzuwachs erzielt. Hierfür ist es für Unternehmen notwendig, sich mit den Eigenschaften der einzelnen Fertigungsverfahren auseinanderzusetzen und über hochkompetente Mitarbeiter zu verfügen, denen es möglich ist, die Potentiale gezielt zu heben.

Die disruptiven Möglichkeiten der Digitalisierung in Kombination mit hochflexiblen Fertigungsverfahren ermöglichen eine Rückführung von Produktionskapazitäten und somit Arbeitsplätzen in die Industrieländer. Dies hat starke Auswirkungen auf die Supply Chain der großen Sportartikelhersteller, die derzeit zu größten Teilen in Asien verortet ist.

4 Deutschlands Spitzenposition ausbauen: Politische Handlungsempfehlungen

4 Deutschlands Spitzenposition ausbauen: Politische Handlungsempfehlungen

Das Ingenieursland Deutschland ist in der additiven Fertigung momentan eines der weltweit führenden Länder. Durch den jüngsten Erfolg von 3D-Druck und dessen Rolle für die digitale Transformation gerät die Technologie verstärkt in den Fokus der Politik. Mit diesem Positionspapier will Bitkom nicht nur die Historie und die Potenziale von additiver Fertigung und 3D-Druck aufzeigen, sondern auch Vorschläge für das politische Handeln vorlegen. Ziel ist, den raschen Fortschritt auf dem Gebiet voranzutreiben und damit weiter zielgerichtet die technische und wirtschaftliche Führungsrolle Deutschlands auszubauen. Entscheidende Handlungsfelder zur Förderung eines technologiezugewandten und innovationsfreundlichen Investitionsklimas sind:

KMU vernetzen und fördern.

- 3D-Druck-Atlas: Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) sollte regelmäßig einen Bericht zur Forschung und Entwicklung der 3D-Druckindustrie und der 3D-Druck-Anwendungen veröffentlichen. Dieser Bericht soll ein Referenzdokument für KMU und ausländische Investoren sein.
- 3D-Hub: Aufbau eines Netzwerks, in dem sich die Digital- und 3D-Druck-Szene trifft, um ihre Stellung international zu behaupten. Durchführung internationaler Konferenzen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) als kommunikative Schnittstelle zu Initiativen in Europa, Israel, Nordamerika und Asien. Unterstützung für Messe-Besuche für KMU.
- Förderung: Förderprogramm für KMU kann vor allem bei der Einführung der additiven Fertigung in industriellen Prozessen bei der Zusammenführen von Großen und Kleinen unterstützen. Einbindung der additiven Fertigung in das Programm Bündnis »Zukunft der Industrie«, siehe [hier](#).

Aus- und Weiterbildung an neue Anforderungen anpassen.

- Ausbildungsformen mit Hands-On Komponenten: Durch die Einführung von 3D-Druckern lassen sich MINT-Fächer mit konkreten, erfassbaren Produkten und praktischen Produktionsvorgängen anschaulich verbinden. Es gibt wohl kein anderes Beispiel mit dem so überzeugend gezeigt und erlernt werden kann.
- Multidisziplinäre Ausbildung und Studiengänge: Traditionelle Fertigung und 3D-Druck-Fertigung werden sich ergänzen und es werden neue Berufsbilder entstehen. Der Werker hat es zukünftig mit einer anderen, kombinierten Maschine zu tun. Die Studiengänge von Entwicklungs- und Produktionsingenieuren wachsen zusammen (Design / Konstruktion / Simulation).

Rechtsrahmen ausrichten.

- Wenig Rechtsetzungsbedarf: 3D-Druck wirft viele, teilweise neuartige Rechtsfragen auf. Allerdings sind nur in wenigen Fällen die Änderungen gesetzlicher Vorschriften oder untergesetzlicher Normen erforderlich. Die meisten Rechtsfragen werden durch bereits bestehende Regelungen erfasst.
- Produkthaftung: Im Bereich der Produkthaftung kann nach derzeitiger gesetzlicher Regelung zweifelhaft sein, wer »Hersteller« eines im additiven Verfahren gefertigten Produkts ist. Für Fehler des Produkts könnte 1) der Lieferant der Druckdaten, 2) der Hersteller des 3D-Druckers oder 3) derjenige haften, der auf dieser Basis das Produkt gefertigt hat. Eine einheitliche Lösung wird benötigt, um unnötige Haftungsrisiken der Unternehmen auszuschließen und Planungssicherheit für den Standort Deutschland zu schaffen. Hierbei könnte das bereits bestehende Haftungsprivileg digitaler Plattformen auch auf additive Produktionszentren (Printing-Farmen) angewendet werden, damit diese nicht für das haften, was dort gedruckt wird. Im Übrigen sollte die weitere Entwicklung beobachtet werden, um auf eventuell auftretende Haftungslücken zeitnah zu reagieren.
- Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht: Die derzeit geltenden Regelungen zum Immaterialgüterrecht wie Design-, Marken-, Patent-, Gebrauchsmuster- und Urheberrecht schützen ausreichend sowohl die für den 3D-Druck notwendige Datei, als auch das kopierte Objekt gegen Verletzungen. Eine gesonderte Regulierung erscheint momentan nicht erforderlich.
- Aufgrund der Tatsache, dass die Möglichkeiten von 3D-Druck dazu führen, dass Produkte eher im Inland hergestellt werden, als dass die gefertigten Produkte importiert werden, verschiebt sich gegebenenfalls die tatsächliche Lizenznehmerschaft. Hier ist auf Seiten der Nutzer Vorsicht geboten. Eine Rechtsunsicherheit oder gesetzgeberische Notwendigkeit ergibt sich daraus jedoch nicht.

Handelshemmnisse beseitigen.

- Dual-Use-Charakter: 3D-Druck darf nicht grundsätzlich zu den Gütern und Technologien mit doppeltem Verwendungszweck eingestuft werden. Vielmehr sollten 3D-Drucker als Gerät und die Materialien für den 3D-Druck (Pulver, Granulat, Draht, ...) als Rohmaterial angesehen werden.
- Weltweiten Marktzugang sichern: Die WTO-Mitglieder haben im Rahmen eines WTO Workshops im Jahr 2015 nicht-tarifäre Handelshemmnisse für digitale Technologien adressiert. Dieser wichtige erste Schritt muss weitergeführt werden. Ziel auf WTO-Ebene sollte ein umfangreiches Arbeitsprogramm sein, welches die Ziele und Zeitfenster klar benennt.

Umwelt schützen.

- Umwelt/Emission: Erfahrungen aus der 2D-Drucker-Diskussion sollten genutzt werden. Die Emission beim Drucken und die Emission beim Material sind zu unterscheiden. Ganz überwiegend ist die geltende Rechtslage ausreichend, um die Herausforderungen der 3D-Druck-Emissionen in den Griff zu bekommen, ohne die weitere Entwicklung in der Wirtschaft zu beeinträchtigen.

5 Appendix: Überblick über politische und gesetzliche Initiativen

5 Appendix: Überblick über politische und gesetzliche Initiativen

Die in Kapitel 4 dargestellten Handlungsempfehlungen des Bitkom können nicht losgelöst von internationalen, europäischen und nationalen Initiativen zum gleichen Thema gesehen werden. Zur besseren Einordnung in den ordnungspolitischen Kontext sind deshalb im Folgenden wesentliche und uns bekannte politische und gesetzliche Initiativen als Übersicht zusammengestellt.

Die Zukunft des 3D-Drucks ist eng mit umwelt-, gesundheits- und sicherheitstechnischen Fragen verbunden. Auch Rechte des geistigen Eigentums (IP), die globale Sicherheit, internationale Handelsbestimmungen und etwaige Haftungsrisiken stehen im Fokus der politischen Akteure. Der Diskurs zu diesen Fragen verläuft noch weitgehend informell (Beratungen, Treffen mit Branchenvertretern, Konferenzen). Eine Reihe von Ländern sieht den 3D-Druck als Innovationsmotor und entwickelt entsprechende Förderprogramme.

5.1 Förderung von 3D-Drucktechnologie

Weltweit wird man sich immer mehr des wirtschaftlichen Potenzials von 3D-Drucktechnologie bewusst. Eine Vielzahl von Berichten und Strategiepapieren wurde zu diesem Thema bereits veröffentlicht und hat die Debatte um die Schaffung rechtlicher Rahmenbedingungen für 3D-Druckverfahren weiter angefacht.

So legte das Europäische Parlament den Bericht »Open Innovation in Industry« vor, welcher sich explizit mit dem 3D-Druck innerhalb der EU beschäftigt. Der Bericht mahnt Reformen an, insbesondere geeignete Finanzierungshilfen, weniger Bürokratie im Umgang mit geistigen Eigentumsrechten und neuen Technologien sowie Innovationsförderung.

In den meisten ASEAN-Staaten wird weniger über rechtliche Fragen, sondern über die Möglichkeiten zur Entwicklung von 3D-Technologien diskutiert. Eine Ausnahme bildet Singapur, einem Vorreiter für 3D-Technologien, wo mehrere Studien die Notwendigkeit eines gesetzlichen Rahmenwerks anmahnen (geistiges Eigentum, rechtliche Stellung, Sicherheit).

Auf nationaler Ebene gibt es lebhafte Diskussionen über geeignete Strategien im Umgang mit 3D-Drucktechnologien und additiver Fertigung:

- Deutschland: Der Bundesverband der Deutschen Industrie hat ein Positionspapier zum Thema 3D-Druck veröffentlicht, das auf potenzielle Vorteile des Verfahrens sowie Implikationen für die Rohstoff-Lieferkette und deren Sicherheit eingeht.
- Großbritannien: Zur Förderung von Innovationen in 3D-Druck steht ein [↗ Programm zur Verfügung](#). Unternehmen können Fördermittel beantragen, um digitale Produktionskapazitäten zu erforschen und zu entwickeln. Die strategische Ausrichtung übernimmt die Industrie, die Politik ist durch Mitglieder des Department for Business, Innovation and Skills (BIS) vertreten.
- Frankreich: Der französische Haushalt sieht eine finanzielle Förderung von KMU vor, die in die additive Fertigung oder 3D-Drucker investieren.
- Singapur: Die Regierung betrachtet den 3D-Druck als wichtigen Wachstumsmarkt. Gefördert werden Unternehmen, die mit drei ausgewählten Universitäten zusammenarbeiten, um die dort entwickelten Drucktechnologien auf den Markt zu bringen oder selbst einzusetzen. Die Höhe der Finanzierung hängt von der Art und dem Umfang der Projekte ab. Siehe [↗ hier](#).
- Malaysia: Ähnlich wie Singapur möchte auch die malaysische Regierung mehr Geld in 3D-Druckverfahren und Biomedizintechnik [↗ investieren](#).
- China: China hat einen [↗ nationalen Plan](#) zur Förderung der additiven Fertigungsindustrie implementiert. Ziel ist es, die lokale 3D-Druck-Industrie zu stärken, der Fokus liegt auf Medizintechnik und der Luftfahrtindustrie. Auf diese Weise soll ein Umsatzwachstum von 30 Prozent erreicht werden.
- USA: Das Handelsministerium der Vereinigten Staaten hat im Rahmen seines National Network for Manufacturing Innovation 2012 eine [↗ öffentlich-private Partnerschaft](#) für additive Fertigung ins Leben gerufen. Das Forschungsinstitut America Makes, welches aus Mitgliedern der Industrie, Regierung und universitären Forschung besteht, hat einen Technologiefahrplan ausgearbeitet. Bestimmte Pilotprojekte können auf Antrag finanziert werden.

5.2 Umwelt / Gesundheit / Sicherheit

Gegenwärtig liegen keine Gesetzesentwürfe oder Ausnahmeregelungen für 3D-Drucker vor. Die nationale Gesetzgebung sieht in allen Fällen jedoch die Einhaltung der für »herkömmliche« Drucker geltenden Vorschriften im Hinblick auf Material (Gefahrstoffe, Nanomaterial usw.), Entsorgung, Recycling etc. vor.

5.2.1 Emissionen

Laut einer aktuellen Studie des Illinois Institute of Technology, der University of Texas und der Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris werden bei 3D-Druckverfahren mehr Partikelmengen ausgestoßen als empfohlen. Da das Druckermodell nur wenig Einfluss auf den Emissionsausstoß hat, raten Forscher den Herstellern zur Entwicklung von emissionsarmen Geräten oder Druckern mit integrierten Filtern.

- EU: Das Produktsicherheits- und Marktüberwachungspaket wird auf Institutionsebene diskutiert und wartet seit 2014 auf die erste Lesung des Rates. Der zeitliche Rahmen für die Umsetzung des Pakets ist noch ungewiss. Der Gesetzesvorschlag würde Akteure stärker in die Verantwortung nehmen, die Produkte auf den Markt bringen, und auch Produkte einschließen, die Verbraucher nicht benutzen, denen sie jedoch passiv ausgesetzt sind.

5.2.2 Chemikalien

- EU: Die REACH-Verordnung sieht vor, dass Hersteller und Importeure keine Chemikalien produzieren, auf den Markt bringen oder verwenden, die negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder Umwelt haben. REACH liegt das Vorsorgeprinzip zu Grunde. Das bedeutet, dass die Beweislast bei Unternehmen liegt, Risiken zu identifizieren und einzudämmen, die mit der Nutzung von Chemikalien verbunden sind. Auch für Downstream-Nutzer können laut REACH zusätzliche Pflichten anfallen.

2017 beginnt die Kommission mit der zweiten Nachprüfung von REACH. Bewertet werden insbesondere die Auswirkungen von REACH auf Innovationskraft und KMU, die vorhandene Datenqualität und die Auswirkungen von REACH auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit der EU-Länder. Die Konsequenzen werden für Hersteller von 3D-Drucktechnologie und deren Lieferanten spürbar sein. Auch die weltweite Gesetzgebung für Chemikalien wird Änderungen erfahren.

- Global: Die RoHS-Richtlinie der EU ist ein wichtiges rechtliches Rahmenwerk. Sie verpflichtet Hersteller von Elektrotechnik wie 3D-Druckern, bestimmte Schwermetalle (Blei, Quecksilber, Kadmium) und andere Substanzen durch sicherere Alternativen zu ersetzen. Die Europäische Kommission bereitet aktuell innerhalb der EU eine Folgenabschätzung und einen Gesetzesentwurf vor, um den Anwendungsbereich der Richtlinie anzupassen.

Die zu prüfenden Punkte (hauptsächlich die Einführung von Zweirad-Fahrzeugen) scheinen keine Auswirkungen auf den 3D-Druck zu haben. Die Gesetzesanpassung wird höchstwahrscheinlich auch in anderen Rechtsordnungen umgesetzt werden. Es bestehen vergleichbare Regelungen in Staaten außerhalb der EU.

5.2.3 Energie

Die effiziente Nutzung elektrischer Energie hat in umwelttechnischer Hinsicht für 3D-Drucker die größte Relevanz. Hierbei gelten die entsprechenden Regelungen zur Energieeffizienz von Produkten.

- EU: Die Ökodesign-Richtlinie definiert Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Produkten, die Energie nutzen, erzeugen, übertragen oder messen. Betroffen sind Produkte, welche die folgenden zwei Kriterien erfüllen: Erstens müssen jährlich mindestens 200.000 Einheiten des Produkts umgesetzt werden. Zweitens muss das Produkt ein Energiesparpotenzial aufweisen. Solange sich der Marktanteil von Desktop-3D-Druckern nicht erhöht, ist es angesichts dieser Kriterien unwahrscheinlich, dass die Technologie von der Richtlinie betroffen ist.
- Die Ökodesign-Richtlinie wird anhand von Arbeitsprogrammen regelmäßig aktualisiert. Der Arbeitsplan 2016-2019 wurde am 30. November 2016 von der Europäischen Kommission verabschiedet. Die Richtlinie findet derzeit keine Anwendung auf die 3D-Drucktechnologie.

5.3 Geistiges Eigentum

3D-Druckverfahren werfen diverse Fragen zu Rechten an geistigem Eigentum (Intellectual Property) und deren Durchsetzbarkeit auf. Die zunehmende Ausgereiftheit und Popularität der Drucker geht mit Fragen einher, wie IP-Rechte ausreichend geschützt und verwertet werden und ob die Technologie auch neue Geschäftsmodelle für die Rechteinhaber mit sich bringt. Rechte an geistigem Eigentum, die auf gedruckte 3D-Objekte und -Designs Anwendung finden könnten, betreffen das Urheber-, Design-, Patent- und Markenrecht. Sowohl die Erstellung der CAD-Vorlage, als auch der Upload und Download der CAD-Verlage und letztendlich der Ausdruck selbst betreffen IP-Rechte. Die neue Technologie birgt für alle genannten Formen des geistigen Eigentums auch neue und teils komplexe Fragen mit sich.

- EU: Die Debatte über das Verhältnis von 3D-Druck und Intellectual Property ist noch relativ jung. Dennoch widmen sich bereits einige Studien dem Thema. Das Harmonisierungsamt für den Binnenmarkt (OHIM) hat einen strategischen Planentwurf erarbeitet, der davor warnt, dass 3D-Drucktechnologie in Verbindung mit 3D-Scanverfahren Produktfälschungen Vorschub leisten könnte. Unterdessen empfiehlt ein Bericht des Science and Technology Options Assessment Komitees, gesetzliche Regelungen für IPRs »angesichts des Bedarfs an gemeinsam entwickelten offenen Daten für den 3D-Druck von Produkten neu zu bewerten«.

- Großbritannien: Das britische Intellectual Property Office hat hierzu ebenfalls mehrere Berichte veröffentlicht. Eine aktuelle Studie kommt zu dem Schluss, dass noch mehrere Jahre vergehen werden, bis der Online-3D-Druck in der breiten Öffentlichkeit angekommen ist und deshalb kein Bedarf bestehe, gegenwärtig gesetzliche Regelungen für 3D-Drucktechnologie zu formulieren.

5.3.1 Schutz von geistigem Eigentum

EU: Die Diskussion zum Schutz von IP-Rechten hat in der aktuellen EU-Kommission hohe Priorität. In Mai 2015 hatte sich die Kommission bereits in ihrer Strategie für den digitalen Binnenmarkt zu einer »Modernisierung des Schutzes von geistigem Eigentum« verpflichtet. Die Beratungen haben jedoch keinen direkten Bezug zu 3D-Drucktechnologie; die verantwortliche Einheit (F5 »Geistiges Eigentum und Kampf gegen Fälschungen«, GD Kommunikationsnetze, Inhalte und Technologien) ist jedoch für Beiträge offen, welche die Problematik und Herausforderungen der Technologie näher erläutern.

5.3.2 Patentrechtsschutz

Auf dem Gebiet des Patentrechts sind derzeit noch keine spezifischen gesetzgeberischen Initiativen ersichtlich. Allerdings findet in juristischen Fachkreisen bereits eine Diskussion über die Angemessenheit des patenrechtlichen Schutzregimes im Hinblick auf mögliche Verletzungsszenarien durch den 3D-Druck statt. Im Fokus steht dabei unter anderem die Frage nach dem »Vorfeldschutz« durch das Patentrecht, der zulässigen privaten Nutzung und der mittelbaren Patentverletzung.

Im Unterschied zum Urheberrecht erstreckt sich die Wirkung des Patents nicht auf Handlungen, die im privaten Bereich zu nichtgewerblichen Zwecken vorgenommen werden. Vereinzelt Erwägungen, für private Nutzungen von Patenten Abgaben einzuführen, sind wenig überzeugend und sollte nicht vorschnell nachgegangen werden. Auch weitere Fragen, insbesondere ob und unter welchen Voraussetzungen die Bereitstellung bzw. Verbreitung einer CAD-Vorlage für 3D-Druck eine mittelbare Patentverletzung darstellen kann, lassen sich, soweit ersichtlich, mit dem Instrumentarium des geltenden Patentrechts einer Lösung zuführen.

Im Hinblick insbesondere auf Tauschbörsen und Plattformen für nutzergenerierte CAD-Vorlagen stellt sich die Frage nach der Haftung des Plattformbetreibers. Insoweit werden auch hier Haftungsfragen aufkommen, ob das europarechtlich durch die E-Commerce-Richtlinie determinierte Haftungsregime Anwendung findet und das – insbesondere von den deutschen Gerichten entwickelte – System der Störerhaftung einen angemessenen Rechtsrahmen vorgibt. Auch im Kontext der vielen Debatten um Plattformregulierung wird darauf zu achten sein, das Wachstumspotential der 3D-Druckindustrie nicht durch eine zu strikte Regulierung oder übertriebene Überwachungspflichten unangemessen zu behindern.

5.3.3 Sonstige Schutzrechte

EU: Die EU-Richtlinie zum Rechtsschutz von Designs («Geschmacksmusterrichtlinie» 98/71/EG) und die Verordnung über das Gemeinschaftsgeschmacksmuster (EG76/2002) wirken sich auch auf 3D-Druckverfahren aus. Das britische Intellectual Property Office hat einen Fünfjahresplan zur Förderung von Innovation und Kreativität vorgelegt, der eine Reformierung der EU-Design-gesetzgebung vorsieht, um die Stellung von Rechteinhabern im 21. Jahrhundert zu stärken.

5.4 Internationaler Handel

5.4.1 Information Technology Agreement (ITA)

Das Information Technology Agreement (ITA) ist ein multilaterales Abkommen, das unter dem Dach der Welthandelsorganisation (WTO) geschlossen wurde. Im Juli 2015 vereinbarten 54 Mitgliedstaaten der WTO, den Anwendungsbereich des ITA auszuweiten. Dabei wurde erstmals seit Unterzeichnung des ursprünglichen Abkommens im Jahr 1996 die Produktliste aktualisiert. Durch die Anpassung des Abkommens werden Güter der Informationstechnologie mit einem geschätzten Handelswert von rund 1,3 Billionen US-Dollar von Einfuhrzöllen befreit. Dies entspricht 90 Prozent des weltweiten Handelsaufkommens an IT-Produkten. Die Zölle müssen innerhalb der nächsten drei Jahre abgeschafft werden.

Ob auch 3D-Drucker von Einfuhrzöllen befreit werden, ist noch ungewiss, da unklar ist, ob diese Geräte in eine der Produktkategorien fallen, die das ITA auflistet. Die WTO beschäftigt sich aktuell intensiv mit dem Thema 3D-Drucktechnologie und stellt eine HS-Klassifizierung von 3D-Systemen und -Zubehör in Aussicht; möglicherweise werden auch neue HS-Codes für diese Produkte erstellt. Das langfristige Ziel lautet, Einfuhrzölle für 3D-Systeme gemäß den Bestimmungen des ITA abzuschaffen. Das Abkommen soll 2018 einer erneuten Prüfung unterzogen werden.

5.4.2 Der Zollkodex der Union

EU: Der Zollkodex der Union (ZK) wurde 2013 verabschiedet. Seine wesentlichen Bestimmungen traten zum 1. Mai 2016 in Kraft. Der Zollkodex stellt das neue gesetzliche Rahmenwerk für Zollangelegenheiten innerhalb der EU dar. Er soll die Zollgesetzgebung und damit einhergehende Verfahren reformieren und vereinheitlichen. Im Hinblick auf 3D-Drucktechnologie sind folgende neue Regelungen zu Zollabgaben zu beachten: Im Vergleich zum Vorgängerkodex listet das neue Rahmenwerk nur drei Kriterien (statt sechs) auf, die eingehalten werden müssen, damit Markennutzungsgebühren zollpflichtig sind. Folglich können derartige Nutzungsgebühren leichter abgabenpflichtig werden. Eine 2015 im Global Trade and Customs Journal veröffentlichte Studie analysierte, ob Markengebühren für 3D-Druck laut EU-Gesetzgebung zollpflichtig sind, und kam zu dem Schluss, dass dies für 3D-Produkte mit hoher Wahrscheinlichkeit der Fall sein wird.

5.4.3 EU-Ausfuhrbeschränkungen und doppelverwendungsfähige Güter

EU: Die Exportkontrollverordnung der EU definiert einheitliche Regelungen zur Ausfuhrkontrolle und enthält eine Liste von Technologien, Software und Gütern, die Grenzkontrollen unterliegen. Neue Technologien wie der 3D-Druck könnten die Beschaffenheit von Lieferketten von Grund auf verändern, was wiederum Auswirkungen auf die Wirksamkeit der Kontrollen hat.

Eine Mitteilung der Kommission aus dem Jahr 2014 widmete sich dieser Problematik und versprach eine Prüfung der Exportkontrollverordnung. Am 28. September 2016 hat die EU-Kommission ihren Vorschlag für eine modernisierte EU Dual-Use-Verordnung an Parlament und Rat übersendet. Die folgenden Änderungen wären für den 3D-Druck relevant:

- Entwicklung einer »technologischen Reaktionskapazität der EU«: Auf diese Weise sollen Kontrolllisten aktualisiert und eine schnelle Reaktion auf die mit neuen Technologien verbundenen Herausforderungen gewährleistet werden. Der neue Mechanismus profitiert vom Know-how der Ausfuhrbeschränkungsbehörden und der Mitwirkung strategisch wichtiger Wirtschaftsvertreter.
- Neue Kontrollmodalitäten und Partnerschaft mit dem Privatsektor für eine verbesserte Endbenutzerkontrolle und rechtzeitige Erkennung rechtswidriger Handelsaktivitäten.

Die Kommission führte eine Folgenabschätzung durch, um regulatorischen und anderweitigen Maßnahmen zu beschreiben. Der Schlussbericht vom 06.11.2015 beschreibt in Kapitel 3.3 (Transport Sector) auf Seite 35 Auswirkungen des 3D-Druckes auf die Exportkontrolle, siehe [hier](#).

Die Tatsache, dass die EU 3D-Drucker auf die Agenda ihrer Arbeitsgruppen für Ausfuhrbeschränkungen gesetzt hat, ist weithin bekannt. In der letzten Verhandlungsrunde (Dezember 2016) des Wassenaar-Abkommens (doppelverwendungsfähige Güter) wurde als Änderung der Auflistung eine Kontrolle des Metallpulvers für die 3D-Drucker beschlossen, die im Laufe des Jahres 2017 in die EU-Dual-Use-Verordnung umgesetzt werden soll.

Hinzu kommt, dass gedruckte Objekte bereits von Ausfuhrbeschränkungen betroffen sein können, während dies auf die Drucker selbst derzeit nicht zutrifft (siehe unten). Beispielhaft kann der Druck eines regulierten Rüstungsartikels genannt werden. Die Tatsache, dass dieser mithilfe eines 3D-Druckers und nicht im Rahmen des regulären industriellen Herstellungsverfahrens produziert wurde, macht keinen Unterschied. Der Export des Artikels wird (und ist bereits) gesetzlichen Vorgaben unterworfen. Aktuell gibt es keine ausdrücklichen Beschränkungen für 3D-Drucker. Je nach Einzelfall (Funktionsweise und verwendetes Material) kann nichtsdestotrotz eine Reihe von Ausfuhrbeschränkungen gelten.

5.5 Sicherheit

5.5.1 Kontrolle von Feuerwaffen

In einer Vielzahl von Ländern ist die Herstellung von Waffen und der zugehörigen Bauteile gesetzlich strikt festgelegt. Auch mithilfe von 3D-Druckern können nachweislich funktionstüchtige Waffen gebaut/gedruckt werden. Deshalb ist davon auszugehen, dass existierende Gesetze zur Waffenherstellung an die neue Situation angepasst werden müssen (obwohl laut vorherrschender Meinung bereits das Drucken einer Plastikpistole als Straftat gewertet werden kann). Sollten 3D-Drucker zu einem alltäglichen Gebrauchsgegenstand werden (wofür vieles spricht), werden sich zukünftige gesetzliche Regelungen vermutlich auf das gedruckte Objekt und nicht auf den Drucker konzentrieren, da die rechtliche Durchsetzbarkeit höchst problematisch wäre. In den einzelnen Rechtsordnungen werden folgende Maßnahmen erwartet:

- USA: Kommentar der US-Justizministerin in diesem Kontext: »Nicht die Technologie selbst trägt Schuld, sondern die Menschen, die sie missbrauchen.« Mehrere US-Bundesstaaten und Stadtverwaltungen haben ein gesetzliches Verbot von Waffen, die mit 3D-Druckern hergestellt wurden, in Erwägung gezogen. Beispiele sind der Bundesstaat New York und Washington DC (2013). Philadelphia war die erste Stadt, die 2013 ein Verbot durchsetzte. 2014 verabschiedete Kalifornien ein Gesetz, das die Eintragung gedruckter Feuerwaffen in das Waffenregister des US-Justizministeriums vorsieht.
- EU: Die EU-Feuerwaffenrichtlinie enthält gesetzliche Regelungen zur Feuerwaffenkontrolle innerhalb der EU. Die Richtlinie regelt den Erwerb und Besitz von Waffen durch Privatpersonen innerhalb des Binnenmarkts sowie den Export von nicht militärisch genutzten Waffen. Effektive Regelungen zu 3D-Druck-Produkten und -Technologien sind von enormer Bedeutung, da Kriminelle die neue Technologie dazu missbrauchen könnten, Waffen in Eigenregie herzustellen. 2015 legte die Kommission Änderungsvorschläge für die Feuerwaffenrichtlinie vor, um den Erwerb von Feuerwaffen zu erschweren, ihre Rückverfolgbarkeit zu vereinfachen und die Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedstaaten zu verbessern. Ein Vorschlag lautete, den Wissensaustausch zu den Auswirkungen neuer Technologien (z. B. 3D-Drucktechnologie) auf die Kontrolle und Rückverfolgbarkeit von Waffen zu intensivieren. Die Richtlinie soll im Juli 2016 in Kraft treten, sobald sie von den EU-Institutionen formell verabschiedet wurde.
- Auch in Deutschland gab es Diskussionen zum Umgang mit dem doppelten Verwendungszweck von 3D-Druckverfahren. 2013 stellte die deutsche Bundesregierung klar, dass die Herstellung einer Waffe mithilfe von 3D-Druckverfahren eine Straftat darstelle und laut deutschem Waffenkontrollgesetz strafrechtlich verfolgt werde. Derzeit wird geprüft, wie die Entwicklung von Software und Bauplänen zur Herstellung von Waffen sanktioniert werden kann, da diese nicht unter das deutsche Waffenrecht falle.
- Im Anschluss an die Terroranschläge von Paris forderte die französische Regierung eine Reihe EU-weiter Restriktionen, um Terroristen den Zugang zu Waffen zu erschweren. Unter anderem wurde hierbei der Vorschlag geäußert, die Verbreitung oder den Besitz von Bauplänen für Feuerwaffen zu verbieten, die mithilfe von 3D-Druckern hergestellt werden können.

5.5.2 Produkthaftung

Die traditionelle Produkthaftung soll Verbraucher beim Auftreten von Produktmängeln schützen und notfalls entschädigen. Der 3D-Druck wirft hinsichtlich der Produkthaftung Fragen auf, da er die Grenzen zwischen Anwender und Hersteller verschwimmen lässt. Nicht immer wird klar sein, ob ein Mangel am Endprodukt auf den Drucker, den Anwender oder das Design zurückzuführen ist.

Ein Bericht des Science and Technology Options Assessment Komitees vom Dezember 2015 mit dem Titel »The Collaborative Economy: Impact and Potential of Collaborative Internet and Additive Manufacturing« skizziert Haftungsproblematiken im Zusammenhang mit 3D-Druck. Der Bericht weist darauf hin, dass in Europa zu dieser Thematik noch keine ausreichende Debatte geführt werde, und empfahl europäischen Experten, diese klassischen Haftungsfragen genauer zu untersuchen. Zudem wurde die Frage aufgeworfen, ob Hersteller von 3D-Druckern für strafbare Handlungen von Anwendern haftbar gemacht werden können (von Urheberrechtsverletzungen bis zum Drucken einer Feuerwaffe).

In den USA rät die American Library Association (Bibliotheken stellen Mitgliedern gelegentlich 3D-Drucker zur Verfügung) ihren Mitgliedern, einen Warnhinweis auf ihren 3D-Druckern anzubringen, um im Falle einer illegalen Nutzung keine Verantwortung tragen zu müssen. Die Studie ist der Ansicht, dass in Europa aktuell noch keine ähnlichen Debatten geführt werden.

Die Strategie der Europäischen Kommission zur Schaffung eines digitalen Binnenmarkts vom Mai 2015 betont, wie wichtig Rechtssicherheit bei derartigen Haftungsfragen (außer in Bezug auf personenbezogene Daten) im Hinblick auf das Internet der Dinge sei, äußert jedoch selbst keine konkreten Vorschläge. Verschiedene Dienste beleuchten das Zusammenspiel von 3D-Druck und neuen Technologien, welche auch das Internet der Dinge umfassen. Ein Teil dieser Arbeit findet im Rahmen des EU-Aktionsplans zur Digitalisierung der europäischen Industrie statt, der sich gerade in Entwicklung befindet. Die Entwurfsfassung des Plans weist auf die Notwendigkeit gesetzlicher Haftungsregelungen im Hinblick auf das Internet der Dinge hin. 3D-Drucktechnologie ist nicht expliziter Inhalt des Dokuments; die Chance auf eine Aufnahme ist jedoch vorhanden. Ein externer Beratungsausschuss zu Haftungsfragen soll innerhalb der nächsten sechs Monate eingerichtet werden. EU-Kommissar Oettinger präsentierte den Fortschritt des Aktionsplans im April, eine Veröffentlichung war zum Jahresende 2016 geplant.

5.6 Standards

Die Entwicklung anerkannter gemeinsamer Standards für 3D-Druckverfahren ist für die Zukunft der Branche von hoher Bedeutung. Dies kann in Zusammenarbeit mit der Industrie, durch Aktivitäten in Open-Source-Communities oder in Form von Regierungsinitiativen erfolgen.

STL ist die de facto Standardschnittstelle für additive Fertigungssysteme. Es ist wohl der älteste und bekannteste Standard und stammt noch aus den 1980er Jahren. Dieses Datei-Format wurde entwickelt, um die damals aufkommende Idee des Rapid-Prototypings zu unterstützen. Mit der Entwicklung und Festlegung auf ein einheitliches Format wurde es möglich, dass alle Anbieter von 3D-CAD/CAE-Software die unterschiedlichen 3D-Drucker im Markt über eine gleiche Schnittstelle ansteuern. Die Standardisierung konnte ihre Innovationskraft entfalten. STL wird auch heute eingesetzt, ist jedoch im Informationsumfang für die Ansteuerung modernster Druckverfahren stark limitiert. Darum müssen Anwender von STL heute mit zusätzlicher Software ergänzende Informationen, wie beispielsweise Material oder Farbe, zur Steuerung an den 3D-Drucker übertragen. Die dafür verwendeten Formate sind zum Beispiel STEP (Standard for the Exchange of Product model data) oder VRML (Virtual Reality Modeling Language).

In der letzten Zeit sind mehrere Initiativen gestartet, um den Informationsumfang wieder in ein einheitliches Format zusammen zu führen. Die wohl bekanntesten neuen Formate, die alle relevanten Informationen enthalten, sind das AMF ([↗ Additive Manufacturing File Format](#)) der ASTM International (ehemals American Society for Testing and Materials) und das 3MF ([↗ 3D Manufacturing Format](#)) das vom 3MF-Consortium entwickelt wurde. Das letztere hat bereits einen breiten Unterstützerkreis, darunter eine Vielzahl von Bitkom-Mitgliedern.

6 Danksagung

6 Danksagung

Besonderer Dank gilt den aktiven Mitgliedern des Bitkom Gremiums 3D Printing Network, insbesondere den Autoren der Handlungsempfehlungen:

- **Ansgar Baums**, HP Deutschland GmbH
- **Steffi Dondit**, Dassault Systemes Deutschland GmbH
- **Robert Duisberg**, INSENTIS GmbH
- **Arno Held**, AMV Ventures Holding GmbH
- **Stephan Kühn**, 3YOURMIND GmbH
- **Michael Lichtenthaler**, Dassault Systemes Deutschland GmbH
- **Karl Osti**, Autodesk GmbH
- **Dr. Gregor Schmid**, Taylor Wessing Partnerschaftsgesellschaft mbB
- **Dr. Harald Schöning**, Software AG
- **Uwe Schriek**, Siemens AG

Bitkom vertritt mehr als 2.400 Unternehmen der digitalen Wirtschaft, davon 1.600 Direktmitglieder. Sie erzielen mit 700.000 Beschäftigten jährlich Inlandsumsätze von 140 Milliarden Euro und stehen für Exporte von weiteren 50 Milliarden Euro. Zu den Mitgliedern zählen 1.000 Mittelständler, mehr als 300 Start-ups und nahezu alle Global Player. Sie bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Hardware oder Consumer Electronics her, sind im Bereich der digitalen Medien oder der Netzwirtschaft tätig oder in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. 79 Prozent der Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Deutschland, weitere 9 Prozent kommen aus Europa, 8 Prozent aus den USA. 4 Prozent stammen aus Asien, davon die meisten aus Japan. Bitkom fördert die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft und setzt sich insbesondere für eine innovative Wirtschaftspolitik, eine Modernisierung des Bildungssystems und eine zukunftsorientierte Netzpolitik ein.

**Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.**

Albrechtstraße 10
10117 Berlin
T 030 27576-0
F 030 27576-400
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org

bitkom