

Additive Fertigung: Wird die Zukunft gedruckt?

In der Öffentlichkeit und den Medien üben 3-D-Drucker eine enorme Faszination aus. Entsprechend vielfältig sind die Vorstellungen über das Leistungsvermögen und die Anwendungspotenziale dieser, in der Industrie als additive Fertigung bezeichneten Fertigungstechnologie. Die Bandbreite reicht von einer nüchternen Einschätzung der additiven Fertigung als variable Ergänzung konventioneller Produktionsmethoden bis zu Visionen einer weitgehenden Verdrängung etablierter Fertigungstechnologien, bei der spezialisierte Unternehmen ganze Autos oder lebende Organe additiv fertigen, während Konsumenten der Zukunft alle Arten von Gebrauchsgegenständen in Eigenregie zu Hause drucken. Das TAB wurde mit einer Innovationsanalyse zum Thema beauftragt, um zum einen eine möglichst realistische Einschätzung der Potenziale der additiven Fertigung zu liefern und Wege aufzuzeigen, wie sie gegebenenfalls besser genutzt werden könnten. Zum anderen sollte der Blick auf mögliche gesellschaftliche und ökologische Auswirkungen dieser Technologien gerichtet werden.

Bei der additiven Fertigung wird das gewünschte Bauteil auf der Grundlage eines digitalen 3-D-Modells durch gezieltes schichtweises Auftragen des Ausgangsmaterials sukzessive aufgebaut. Gegenüber konventionellen Verfahren wie Bohren, Fräsen, Gießen etc. weist die additive Fertigung eine Reihe von technologischen und ökonomischen Vorteilen auf, unter anderem:

- Es lassen sich komplexe geometrische Bauteilstrukturen realisieren, die mit konventionellen Methoden nur sehr aufwendig bzw. gar nicht herstellbar sind.
- Die Bauteilkomplexität übt so gut wie keinen Einfluss auf Dauer und Kosten des additiven Herstellungsprozesses aus, während sie in der konventionellen Fertigung zu einem exponentiell steigenden Kosten- und Zeitaufwand führt.
- Mit additiven Fertigungsverfahren lassen sich Einzelfertigungen und Kleinserien deutlich kosteneffizienter als mit konventionellen Methoden herstellen bzw. überhaupt erst wirtschaftlich realisieren.
- Produkte können ohne großen Aufwand individuell auf Kundenwünsche zugeschnitten werden.

Das mediale und öffentliche Interesse für die additive Fertigung ist in den letzten Jahren enorm angestiegen. Dabei han-

delt es sich hierbei keineswegs um eine neue Fertigungstechnologie. Bereits seit rund 3 Jahrzehnten werden in der Industrie unterschiedliche additive Fertigungsverfahren für die Herstellung von Prototypen, Modellen, Werkzeugen und Gussformen eingesetzt. Die große Aufmerksamkeit für das Thema ist vielmehr auf zwei jüngere Entwicklungen in diesem Technologiefeld zurückzuführen: Zum einen erlaubt es der technisch-wissenschaftliche Fortschritt bei Verfahren und Materialien, dass zunehmend auch hochwertige Endprodukte additiv gefertigt werden können, was die industriellen Einsatzmöglichkeiten massiv erweitert. Zum anderen setzte vor rund 10 Jahren die Entwicklung von technisch zwar relativ einfachen, dafür aber auch für Privatpersonen erschwinglichen 3-D-Druckern ein, die es prinzipiell jedem erlauben, zuhause eine eigene Produktion zu betreiben.

Für den Routineeinsatz technisch noch nicht ausgereift

Seit der Anmeldung des ersten Patents für ein additives Fertigungsverfahren im Jahr 1986 sind zahlreiche Varianten entwickelt worden, mit denen eine breite Palette von Ausgangsmaterialien verarbeitet werden kann.

Ein relativ einfaches Verfahren zur Verarbeitung von Kunststoffen ist das Schmelzschichtverfahren: Vergleichbar einer feinen Heißklebepistole wird das Ausgangsmaterial in einer Düse aufgeschmolzen und über einen Steuermechanismus punktuell oder linienförmig Schicht um Schicht aufgebracht. Derzeit erhältliche Anlagen für das Schmelzschichtverfahren erlauben die Herstellung von Bauteilen mit Abmessungen von wenigen Kubikzentimetern bis zu mehr als einem Kubikmeter. Sehr einfache Geräte sind bereits für wenige 100 Euro zu kaufen, industriell einsetzbare Anlagen ab etwa 10.000 Euro. Ein weiteres kunststoffbasiertes Verfahren ist die sogenannte Stereolithografie, bei der ein lichtempfindliches Polymer mittels eines lenkbaren Laserstrahls gezielt an den Punkten ausgehärtet wird, an denen das Bauteil weiter wachsen soll. Damit sind sehr feine Strukturen (unterhalb 0,1 Mikrometer) herstellbar.

Metalle haben gegenüber Kunststoffen einen wesentlich höheren Schmelzpunkt, weswegen hier typischerweise aufwendige und teure Hochleistungslasersysteme zum Einsatz kommen. Dies ist der Hauptgrund dafür, dass die additive Metallverarbeitung vor allem in der Industrie von Interesse ist und sich für Privatanwender eher nicht eignet. Beim selektiven Lasersintern/Laserschmelzen, dem am weitesten verbreiteten metallbasierten Verfahren, verschmelzen Laserstrahlen Schicht um Schicht Metallpulver an den gewünschten Stellen und fügen es so zum gewünschten Bauteil zusammen. Hier reicht das Preisspektrum von etwa 10.000 Euro für eine Anlage zur Herstellung kleiner dekorativer Metallteile (vor allem Schmuck) bis oberhalb 1 Mio. Euro für Hochleistungsanlagen. Mit dem Verfahren des selektiven Lasersinterns/Laserschmelzens können auch keramische Werkstoffe additiv verarbeitet werden. Hierzu werden im Vergleich zur Metallverarbeitung noch stärkere Lasersysteme benötigt.

Als Fertigungsverfahren zur Herstellung von Prototypen oder Werkzeugen für

die konventionelle Produktion sind additive Fertigungsverfahren technisch ausgereift und in der industriellen Anwendung weitgehend etabliert. Anders sieht dies für die additive Fertigung von Endprodukten aus, vor allem wenn größere Stückzahlen hergestellt werden sollen. Ein limitierender Faktor ist die langsame Geschwindigkeit des Fertigungsprozesses, die erheblich gesteigert werden muss, um den Anforderungen für eine industrielle Serienproduktion vor allem bei größeren Bauteilen gerecht zu werden. Auch die heute noch überwiegend manuell vorzunehmenden vor- und nachgelagerten Produktionsschritte schränken die Nutzungsmöglichkeiten ein. Schließlich bestehen noch erhebliche Wissenslücken hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften additiv gefertigter Bauteile, was aufwendige Qualitätskontrollen nötig macht. Derzeit wird intensiv daran gearbeitet, die technischen Hemmnisse für den breiten Einsatz additiver Fertigungsverfahren in der industriellen Serienproduktion zu überwinden. Bis es soweit ist, werden die Potenziale der additiven Fertigung insbesondere bei hochspezialisierten Anwendungen in der Einzel- und Kleinserienfertigung gesehen.

Seit einigen Jahren sind darüber hinaus stetig steigende Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen zu konstatieren, um neben Kunststoffen, Metallen und Keramiken weitere Materialien mit additiven Verfahrensprinzipien verarbeiten zu können, darunter Beton/Zement, Textilfasern, Lebensmittel oder sogar lebende Zellen. Die Entwicklungen befinden sich hier jedoch noch in einer sehr frühen Phase der Erforschung und Erprobung.

Anwendungspotenziale müssen erst noch erschlossen werden

Korrespondierend mit der breiten Verfahrens- und Materialpalette haben additive Fertigungsverfahren zur Herstellung von Endprodukten vielfältige

Anwendungspotenziale in so diversen Branchen wie Maschinen- und Anlagenbau, Luft- und Raumfahrt, Automobil, Elektronik, Medizin, Bauwesen, Kreativbranchen (Kunst, Design, Mode), Bekleidung und Sportartikel, Spielwaren, Nahrungsmittel und nicht zuletzt auch Militär- und Rüstungstechnik.

Die Erschließung der Potenziale steht in den allermeisten Branchen noch am Anfang. Derzeit existiert lediglich eine Handvoll Vorreiterbranchen, in denen additiv gefertigte Produkte bereits einen relevanten Marktanteil erobert haben. Dazu gehören die Dentaltechnik mit jährlich über 10 Mio. additiv hergestellten Brücken und Kronen (Abb. 1) und die Hörgerätetechnik, in der die additive Fertigung hinsichtlich Produktivität und Qualität der konventionellen Herstellung so überlegen ist, dass bereits im Jahr 2010 40 % der Weltproduktion an Ohrpassstücken additiv erfolgte. Von Vorteil sind hier die geringen Bauteilabmessungen, sodass eine rentable Produktion trotz der langsamen Fertigungsgeschwindigkeit möglich ist.

Abb. 1 Mit dem Verfahren des selektiven Lasersinterns additiv gefertigte Brücke



Die Abbildung zeigt drei Phasen des additiven Herstellungsprozesses: links die Brücke unmittelbar nach dem Bauprozess (noch mit Stützstrukturen), auf den vorderen Zähnen die polierte, hinten die mit Keramik verblendete Brücke. Quelle: © EOS Electro Optical Systems

Abb. 2 Additiv vs. konventionell gefertigter Kabinenhalter für den Airbus A350 XWB



Durch seine bionische Struktur erreicht dieser additiv gefertigte Kabinenhalter (unten) eine Gewichtseinsparung von über 30 % gegenüber seinem konventionell hergestelltem Pendant (oben), erfüllt aber dieselben Vorgaben hinsichtlich Funktionalität und Festigkeit. Quelle: © Airbus Operations GmbH

Unter den klassischen Industriezweigen gehört die Luft- und Raumfahrttechnik zu den Pionieren. Ziel ist die Herstellung geometrisch komplexer Leichtbauteile, die gegenüber konventionellen Teilen Gewichtseinsparungen erlauben (Abb. 2). Die erzielbaren Treibstoffeinsparungen rechtfertigen den hohen Aufwand der

Abb. 3 Spielfigur aus dem privaten 3-D-Drucker



Quelle: »T-Rex Skeleton« vom Thingiverse Nutzer MakerBot (www.thingiverse.com/thing:275091, CC BY-NC-SA)

additiven Fertigung. Erste marktfähige Anwendungen gibt es darüber hinaus im Maschinen- und Anlagenbau (Sondermaschinenbau), in der Automobilindustrie (Spezialanfertigungen), in der Medizintechnik (patientenindividuelle Prothesen, Implantate oder medizinische Hilfsmittel) sowie im Designbereich (z. B. Schmuck). Weil hier die technischen und wirtschaftlichen Potenziale noch lange nicht ausgeschöpft sind, ist abzusehen, dass sich die Anteile additiv gefertigter Produkte in diesen Branchen in den kommenden Jahren beträchtlich steigern werden.

Bei vielen (potenziellen) Einsatzgebieten von additiven Fertigungsverfahren handelt es sich um kreative (z. B. Designkleider oder -möbel), eher spielerische (z. B. Spielfiguren, Zuckerskulpturen) oder visionäre Anwendungen (z. B. Häuserbau, Herstellung von menschlichen Gewebeteilen). Zumindest bei einigen dieser Anwendungsfelder bzw. -ideen stellt sich die Frage, ob sie in der Praxis einen über den reinen Neuigkeitswert hinausgehenden wirtschaftlichen Nutzen aufweisen können.

Auch das Anwendungspotenzial von 3-D-Druckern für den Heimgebrauch ist (noch) begrenzt. Heute verfügbare Geräte basieren ganz überwiegend auf dem ver-

gleichsweise einfachen Schmelzschichtverfahren zur Verarbeitung von Kunststoffen. Obschon Geräte und Software mit jeder Generation in Bezug auf Leistungsfähigkeit und Benutzerfreundlichkeit weiterentwickelt werden, ist die Bedienung eines 3-D-Druckers technisch anspruchsvoll und das Druckergeb-

nis hinsichtlich Qualität, Präzision und Materialeigenschaften keinesfalls mit Erzeugnissen aus industriellen additiven Fertigungsanlagen gleichzusetzen. Bis auf Weiteres dürfte sich der Einsatz von 3-D-Druckern im Privatbereich daher auf die Herstellung einfacherer Kunststoffgegenstände beschränken (Abb. 3).

Industrielle Entwicklungsperspektiven in Deutschland

Deutschlands Stärke im internationalen Vergleich besteht vor allem auf der Entwickler- bzw. Herstellerseite im Bereich der Verfahren, Materialien und Fertigungsanlagen, was im Besonderen für metallbasierte Verfahren zutrifft. Im Gegensatz dazu zeigt die Anwenderseite in Deutschland augenfällige Schwächen, vor allem im Vergleich mit den USA. Während sich die industrielle Anwendung hierzulande auf einige wenige Großunternehmen (u. a. Siemens, MTU, Airbus, Automobilhersteller) und kleine und mittlere Unternehmen (KMU) innerhalb eines eher engen Branchenkreises in der Luft- und Raumfahrtindustrie, Automobilindustrie, Medizin- und Energietechnik beschränkt, besteht in den USA eine höhere Vielfalt sowohl in den Anwendungsfeldern (z. B. Kon-

sumgüterindustrie) als auch bei den Industrieakteuren.

Hier erweist sich Deutschlands Technologieführerschaft bei den konventionellen Fertigungsverfahren als ambivalent: Während andere Länder erst durch die additive Fertigung bestimmte komplexe Bauteile herstellen können, fertigen deutsche Unternehmen entsprechende Erzeugnisse schon seit Jahren mit konventionellen Verfahren. Das Risiko besteht, das aufkommende, unter Umständen disruptive Anwendungspotenziale der additiven Fertigung hierzulande gegebenenfalls zu spät erkannt und erschlossen werden, was sich nachteilig auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit des deutschen verarbeitenden Gewerbes auswirken könnte. Trotz (oder gerade wegen) Deutschlands Stärken in der konventionellen Fertigung stellt daher die Beschleunigung der anwenderseitigen Diffusion additiver Fertigungsverfahren in die industrielle Praxis eine zentrale Herausforderung der kommenden Jahre dar.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des TAB-Projekts ein breites Spektrum an Gestaltungsoptionen ausgearbeitet, wie die anwenderseitige Diffusion unterstützt bzw. gefördert werden könnte. Von zentraler Bedeutung ist die Überwindung von nichttechnischen Barrieren, die der weiteren Verbreitung von additiven Fertigungsverfahren in die industrielle Praxis häufig im Wege stehen. Ein generelles Problem ist beispielsweise, dass die Bekanntheit der additiven Fertigung in der deutschen Industrie insbesondere im Hinblick auf konkrete Anwendungspotenziale bisher nur schwach ausgeprägt ist. Dies trifft namentlich auf KMU zu, denen zudem oftmals entscheidungsrelevante Informationen fehlen, weil Branchen und Technologiestandards für die additive Fertigung erst noch geschaffen werden müssen. In Verbindung mit der Vielfalt an Verfahren haben viele KMU Schwierigkeiten bei der Identifikation von Anwendungspotenzialen, neuen Geschäftsmodellen und der passen-

den Einstiegstechnologie. Hinzu treten Herausforderungen bei der Erschließung des technischen Know-hows zum Einsatz der Verfahren, weil die erforderlichen Kompetenzen und Qualifikationen vielfach nicht in ausreichendem Maß vorhanden sind. Da in Deutschland in Bereichen mit den gegenwärtig größten Anwendungspotenzialen für die additive Fertigung vorrangig KMU aktiv sind, wirken sich diese Faktoren stark diffusionshemmend aus.

Im TAB-Bericht wird verdeutlicht, dass es vielfältige Ansatzpunkte zur Überwindung der nichttechnischen Barrieren gibt (z. B. Beratungs- und Informationsangebote, Ausbau von Schulungs- und Qualifizierungsangeboten, Förderung von Pilotlinien, Austausch- oder Innovationsplattformen). Gefordert sind hier keineswegs nur die Politik und die öffentliche Hand (Ministerien, Institutionen der Forschungsförderung), sondern auch Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft, Bildung (Universitäten, angewandte Forschung, Berufsakademien) oder Intermediäre (Verbände, Kammern).

Auswirkungen und Risiken der additiven Fertigung bisher kaum erforscht

Ausgehend vom aktuell noch frühen Entwicklungsstadium von additiven Fertigungsverfahren dominieren technologische Entwicklungsziele die laufenden nationalen und internationalen Forschungsanstrengungen. Eine wirtschafts- und gesellschaftswissenschaftliche Forschung, die den Blick auf mögliche mittel- bis langfristige Auswirkungen und Risiken der additiven Fertigung richtet, ist erst im Entstehen begriffen.

Dabei ist anzunehmen, dass additive Fertigungsverfahren bei einem flächendeckenden Einsatz in der industriellen Serienproduktion durchaus vielfältige und je nach Branche unter Umständen

auch erhebliche Auswirkungen auf die etablierten wirtschaftlichen Strukturen und die Beschäftigten haben könnten. Hierzu drei Beispiele:

- Mithilfe der additiven Fertigung können vormals aus vielen (konventionell gefertigten) Einzelkomponenten zusammengesetzte Produkte neu in einem einzigen Stück gefertigt werden. Hersteller von Endprodukten erhalten so die Möglichkeit, den Anteil der Eigenfertigung sukzessive zu erhöhen. Dies könnte insbesondere Komponentenzulieferer vor große, eventuell existenzbedrohende Herausforderungen stellen.
- Die additive Fertigung erlaubt es, dass Güter über größere Distanzen hinweg nicht mehr physisch, sondern in Form von digitalen 3-D-Modellen über das Internet transportiert werden. In der Folge könnten die vorherrschenden Produktionsstrukturen – zentrale Produktionsstandorte, Produktion auf Lager, Verteilung der Ware über Zentrallager in die Käufermärkte – zunehmend abgelöst werden durch viele kleine, geografisch breit gestreute Produktionsstandorte, die eine flexible und bedarfsorientierte Produktion für regionale Kunden erlauben und ohne große Lager- und Transportkapazitäten auskommen.
- Additive Fertigungsverfahren können bisher anfallende manuelle Arbeitsschritte durch einen automatisierten maschinellen Ablauf ersetzen. Für die betroffenen Facharbeiter kann dies im schlimmsten Fall zum Arbeitsplatzverlust führen, in jedem Fall aber in einem substanziellen Qualifizierungsbedarf resultieren. Dabei dürfte der Umstieg in Abhängigkeit von den bereits vorhandenen Kompetenzen unterschiedlich schwer fallen: Insbesondere für Facharbeiter, die einen Großteil ihres Berufslebens in der manuellen Produktion eingesetzt waren, könnte die additive Fertigung durch ihren Schwerpunkt auf Bildschirmarbeit und Anlagenbedienung ein Gefühl der Entfremdung von ihrer Arbeit auslösen.

Große Wissenslücken bestehen derzeit auch zu den ökologischen Wirkungen der additiven Fertigung. Zwar werden ihr häufig positive Umweltwirkungen zugeschrieben, beispielsweise weil additive Fertigungsverfahren eine hohe Materialeffizienz im Fertigungsprozess aufweisen (es wird meist nur dasjenige Ausgangsmaterial benötigt, das im fertigen Bauteil steckt) oder sich damit Leichtbaupotenziale realisieren lassen. Allerdings gibt es auch mögliche negative ökologische Effekte. So zeichnen sich die laserbasierten additiven Fertigungsverfahren durch einen hohen Energieverbrauch im Fertigungsprozess aus. Zu berücksichtigen ist ferner der Energieverbrauch bei der Herstellung der Ausgangsmaterialien, der vor allem bei den pulverförmigen Materialien hoch sein kann. Auch das Recycling von additiv hergestellten Produkten könnte sich als problematisch herausstellen, vor allem wenn sie aus einem Materialmix bestehen. Ob additiv gefertigte Produkte im Vergleich mit solchen aus konventioneller Herstellung eine bessere ökologische Gesamtbilanz über den gesamten Lebenszyklus aufweisen, muss weiter untersucht werden.

Additive Fertigungsverfahren bergen womöglich auch Risiken für die innere und äußere Sicherheit. Problematisiert wird insbesondere die Herstellung von Schusswaffen durch Privatpersonen mit kriminellen (oder gar terroristischen) Absichten. Obwohl Versuche gezeigt haben, dass mit heute handelsüblichen 3-D-Druckern gefertigte Schusswaffen – wenn überhaupt – nur sehr unzuverlässig funktionieren, besteht angesichts des schnellen technischen Fortschritts in diesem Feld kein Anlass, die Risiken zu unterschätzen. Denn solche Waffen lassen sich nicht nur vergleichsweise einfach und im Verborgenen auch von Personen ohne spezifische Waffenkenntnisse herstellen, sondern bestehen auch weitestgehend aus Kunststoff und sind somit mit Metalldetektoren nur schwer zu erkennen. Auch im militärischen und sicherheitspolitischen Kontext könnten additi-

ve Fertigungsverfahren eine Rolle spielen, da sie aufgrund ihrer ausgeprägten Flexibilität prädestiniert für Dual-Use-Anwendungen sind. Sie könnten die technologische Schwelle dafür senken, dass Länder bzw. nichtstaatliche Akteure komplexe Komponenten moderner Waffensysteme (Drohnen, Triebwerke für Lenk raketen etc.) und andere Rüstungsgüter selbstständig herstellen. Zudem könnten bestehende Ausfuhrbeschränkungen für sensible Rüstungs- und Dual-Use-Güter einfacher unterlaufen werden, weil digitale 3-D-Modelle sich leichter illegal über Landesgrenzen bringen lassen als materielle Güter. Insgesamt könnte die additive Fertigung somit der Proliferation von Rüstungstechnologien Vorschub leisten, weshalb es erste Überlegungen gibt, zumindest die Ausfuhr besonders leistungsstarker additiver Fertigungsanlagen und dazugehöriger Ausgangsmaterialien genehmigungspflichtig zu machen.

Trotz unklarer Rechtslage kein dringender gesetzgeberischer Handlungsbedarf erkennbar

Die Besonderheiten der additiven Fertigung werfen eine Reihe von rechtlichen Fragestellungen und Problemlagen auf. In Bezug auf den Schutz des geistigen Eigentums gibt es noch zahlreiche ungeklärte Fragen hinsichtlich der Schutzfähigkeit von digitalen Vorlagen für die additive Fertigung wie auch in Bezug auf den Schutz bestehender Produkte vor Nachahmung mithilfe additiver Fertigungsverfahren. Auch ist noch offen, wie im Kontext einer individualisierten Produktion die Herstellerpflichten bezüglich der Produktsicherheit eingehalten werden können, da gängige Methoden der Qualitätssicherung nicht oder nur schwer anzuwenden sind. In haftungsrechtlichen Streitfällen dürfte vor allem die Frage nach den haftungsverantwortlichen Produkt herstellern häufig Schwierigkeiten bereiten, da aufgrund der regelmäßig vielen

Beteiligten an dem in weiten Teilen virtuellen Produktentstehungsprozess komplexe Akteurskonstellationen typisch sind.

Die teilweise noch unklare Rechtslage ist in erster Linie darauf zurückzuführen, dass sich infolge der noch jungen Technologie bisher keine konsolidierte Rechtsprechung speziell zur additiven Fertigung entwickeln konnte. Nach vorherrschender Meinung reichen die bestehenden Normen aus, um im Wege der Auslegung für Rechtsklarheit zu sorgen. Aus heutiger Sicht ist somit kein akuter gesetzgeberischer Handlungs- bzw. Regelungsbedarf zu konstatieren. Nicht auszuschließen ist jedoch, dass sich gegebenenfalls vorhandene Regelungslücken erst dann identifizieren lassen, wenn die ersten komplexeren Streitfälle vor Gericht verhandelt werden.

Resümee

Der universelle Replikator, der jeden gewünschten Gegenstand quasi von selbst materialisiert, ist ein weit verbreitetes Zukunftsnarrativ. Additive Fertigungsverfahren bzw. 3-D-Drucker scheinen diese Zukunft möglich zu machen. Es erstaunt daher nicht, dass die additive Fertigung in der Öffentlichkeit und den Medien eine enorme Faszination auslöst. Es ist aber auch ein starkes Motiv, um Aufmerksamkeit zu generieren oder die Notwendigkeit umfangreicher Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen zu begründen, weil anderenfalls die nächste industrielle Revolution verpasst werden könnte.

Tatsächlich hat diese industrielle Revolution durch additive Fertigungsverfahren in Teilbereichen bereits stattgefunden (z. B. im Prototypen- und Werkzeugbau) oder ist aktuell im vollen Gange (z. B. in der Dental- und Hörgerätetechnik). In anderen Bereichen steht sie vor der Tür oder gilt zumindest als sehr wahrscheinlich (z. B. in der Luftfahrt und Medizintechnik). In einigen Branchen und Anwendungsfeldern könnten sich die Er-

wartungen aber auch als stark überzogen und rückblickend als Hype erweisen (z. B. Häuser oder Ersatzorgane aus dem 3-D-Drucker). Denn in einem Punkt unterscheiden sich additive Fertigungsverfahren nicht von anderen Fertigungstechnologien: Von der Anwendungsidee bis zum routinemäßigen industriellen Einsatz bzw. marktfähigen Produkt ist es ein weiter, oft mühevoller Weg.

Wie im TAB-Bericht aufgezeigt, reicht es zur Realisierung der attraktiven Potenziale der additiven Fertigung nicht aus, lediglich auf den wissenschaftlich-technischen Fortschritt zu vertrauen. Von zentraler Bedeutung ist ebenso die Überwindung von nichttechnischen Barrieren, die der weiteren Verbreitung von additiven Fertigungsverfahren in die industrielle Praxis häufig im Wege stehen. In den bestehenden, überwiegend an technologischen Entwicklungszielen ausgerichteten Forschungs- und Entwicklungsprogrammen finden nichttechnische Innovationsfelder bisher wenig Beachtung. Ein weiteres Manko der aktuellen nationalen (und internationalen) Forschungsanstrengungen ist der geringe Anteil an interdisziplinärer Folgenforschung zur additiven Fertigung. Um das Innovationsgeschehen möglichst umwelt- und sozialverträglich sowie ökonomisch langfristig ertragreich zu gestalten, sollte diese energisch vorangetrieben werden.

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 175 »Additive Fertigungsverfahren (3-D-Druck)« wurde im März 2017 abgeschlossen und wird nach Abnahme durch den ABFTA veröffentlicht.

Kontakt

Dr. Claudio Caviezel
+49 30 28491-116
caviezel@tab-beim-bundestag.de