

DIGITALES ARCHIV

ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
ZBW – Leibniz Information Centre for Economics

Auer, Josef

Book

3D-Druck : starkes Wachstum in der Nische

Provided in Cooperation with:

Deutsche Bank Research, Frankfurt am Main

Reference: Auer, Josef (2019). 3D-Druck : starkes Wachstum in der Nische. Frankfurt, Main : DB Research.

This Version is available at:

<http://hdl.handle.net/11159/4257>

Kontakt/Contact

ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft/Leibniz Information Centre for Economics
Düsternbrooker Weg 120
24105 Kiel (Germany)
E-Mail: [rights\[at\]zbw.eu](mailto:rights[at]zbw.eu)
<https://www.zbw.eu/>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Dieses Dokument darf zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Sofern für das Dokument eine Open-Content-Lizenz verwendet wurde, so gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

<https://savearchive.zbw.eu/termsfuse>

Terms of use:

This document may be saved and copied for your personal and scholarly purposes. You are not to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public. If the document is made available under a Creative Commons Licence you may exercise further usage rights as specified in the licence.



3D-Druck: Starkes Wachstum in der Nische

2. April 2019

Autor

Josef Auer
+49 69 910-31878
josef.auer@db.com

Editor

Stefan Schneider

Deutsche Bank AG
Deutsche Bank Research
Frankfurt am Main
Deutschland
E-Mail: marketing.dbr@db.com
Fax: +49 69 910-31877

www.dbresearch.de

DB Research Management
Stefan Schneider

Der 3D-Druck von Maschinen- und sonstigen Industrieteilen, auch additive Fertigung genannt, hat das Potenzial, den digitalen Wandel weiter zu beschleunigen. Dank 3D verkürzen sich Produktlebenszyklen und die Variantenvielfalt steigt. Mittels additiver Verfahren können komplexe und gleichwohl stabile Geometrien gewichtssparend erstellt werden, für die traditionelle Produktionsverfahren wenig geeignet sind. Nach einem plausiblen PwC/Materialise-Szenario dürfte das weltweite 3D-Marktvolumen der Nische bis 2030 EUR 22,6 Mrd. erreichen. Auf den relevanten 3D-Märkten – dies sind die Medizintechnik, die Luft- und Raumfahrt, die Automobil- und sonstige Industrie sowie der Einzelhandel – wachsen die Marktvolumina im Betrachtungszeitraum um 13 bis 23% p.a.

Der private Gebrauch relativ preiswerter 3D-Drucker steigt. Doch volkswirtschaftlich sehr viel bedeutsamer ist die industrielle Nutzung der innovativen 3D-Technologien (oft mehr als 100.000 EUR pro Fall) in den unterschiedlichen Marktsegmenten. Zu Beginn der laufenden Dekade diente der 3D-Druck in der Regel „nur“ als Werkzeug für das Prototyping. Mittlerweile steigt das Interesse an 3D-Verfahren für die industrielle Fertigung. Die moderne 3D-Welt kombiniert Einzel- und Serienfertigung immer öfter.

Das größte 3D-Wachstumstempo dürften die Medizintechnik sowie die Luft- und Raumfahrt erzielen: Neue 3D-Medizintechnik verbessert die Patientenversorgung durch zusätzliche Diagnose- und Behandlungsmöglichkeiten. Die Zahnmedizin ist ein 3D-Vorreiter. Und selbst der Orthopädietechnik ermöglicht die 3D-Technik noch mehr Präzision. Luft- und Raumfahrt nutzen 3D zur Einsparung von Gewicht und damit Transportkosten. Mithilfe von 3D können Astronauten künftig im Weltraum Werkzeuge oder Ersatzteile selbst erstellen.

3D beschränkt sich vorerst – z.B. in der Autoindustrie – oftmals auf Anwendungen in der Nische. Aber mittels 3D könnten Autoproduzenten in einigen Jahren kundenindividuelle Fahrzeuge direkt am Auslieferungsort fertigen. Der 3D-Fortschritt im industriellen Fertigungsprozess begünstigt so unterschiedliche Branchen wie Gießereien und den Maschinenbau. Und selbst Einzelhändler können dank der neuen 3D-Technologien immer öfter einige vom Kunden gewünschte Waren selbst produzieren. Größere Einzelhändler könnten sogar im Lieferwagen direkt vor Ort das gewünschte Produkt anfertigen. Die Palette ist vielfältig; sie umfasst ganz verschiedene Waren wie Schuhkollektionen, Sportartikel, Schmuck, Fahrräder und Accessoires. Risiken wie Produkthaftung oder Schutz geistigen Eigentums verdienen infolge der steigenden 3D-Marktpenetration mehr Beachtung. Per Saldo ist aber ein dynamischer 3D-Fortschritt zu erwarten.



Fertigungsverfahren 3D-Druck relativ jung

Die Be- und Verarbeitung von Materialien ist immer schon ein wichtiger Baustein des industriellen Fortschritts. Traditionell werden drei Verfahren differenziert:

- Formende Verfahren nutzen thermische oder mechanische Kräfte, um Gegenstände zu gießen, biegen oder zu pressen.
- Subtraktive Verfahren fertigen Zielobjekte, indem sie Basismaterialien bohren, fräsen oder auf andere Art elektromechanisch bearbeiten.
- Hybride Verfahren kombinieren die beiden genannten Materialbearbeitungsverfahren auf die eine oder andere Weise.

3D ergänzt drei traditionelle
Verfahren der Materialbearbeitung

Von diesen herkömmlichen Verfahren unterscheidet sich der 3D-Druck, für den in den 1980er Jahren erste Ansätze mit unterschiedlichen Verfahren entwickelt wurden.¹ Gemeinsam ist den 3D-Verfahren die generative Erzeugung dreidimensionaler Gegenstände. Dazu werden Materialien Schicht für Schicht aufgetragen, abgelagert oder hinzugefügt.

Da die schichtweise Objektfertigung mittels digitaler Computermodelle gesteuert wird, wird das Fertigungsverfahren auch 3D-Druck genannt. Weitere gebräuchliche Bezeichnungen, die sich in der Fachliteratur für 3D-Druck finden, sind vor allem Additive Fertigung bzw. Generative Fertigung. 3D und additive Fertigung werden hier synonym verwendet, auch wenn 3D – technisch gesehen – nur für eines der additiven Fertigungsverfahren steht.

Der 3D-Druck ist mittlerweile für viele Werkstoffe wie Metalle, Kunststoffe, Kunstharze und Keramiken nutzbar. Überdies gibt es Entwicklungsansätze, den 3D-Druck mittels Kohlenstoff und Grafit zu praktizieren.² Auf mittlere Sicht dürften gleichwohl Kunststoff und Metall die am häufigsten verwendeten Basismaterialien für 3D-gedruckte bzw. additiv gefertigte Komponenten bleiben.

3D hat wichtige Bearbeitungsvorteile

Der 3D-Druck vereint zwei Bearbeitungsvorteile. Anders als bei der traditionell subtraktiven Anfertigung (z.B. durch Fräsen oder Bohren), die typischerweise Reste wie Bearbeitungsspäne mit sich bringt und zusätzliche Werkzeuge erfordert, produziert 3D direkt das Erzeugnis. Dies ist unter sonst gleichen Bedingungen wirtschaftlicher und schont Ressourcen (z.B. Energie, kein Anfall von Reststoffen). Zudem birgt 3D ganz grundsätzlich einen Innovationsvorteil. Anspruchsvolle Geometrien, die mittels subtraktiver Fertigung bisher kaum oder nur mit großem Aufwand verbunden produziert werden konnten, sind für den 3D-Druck oftmals weniger problematisch.

¹ Bereits 1981 publizierte Hideo Kodama ein Verfahren zur Prototypenentwicklung (Rapid Prototyping) mittels Photopolymeren. Die Methode der Schicht-auf-Schicht-Fertigung war ein Vorläufer der Stereolithographie (SLA). 1984 meldete Charles Hull sein erstes SLA-Patent an. Dann meldete 1988 Carl Deckard ein Selektives Lasersintern-Verfahren (SLS) als Patent an, das mittels Laser keine Flüssigkeit, sondern Pulverkörper verschmolz. Und 1989 meldete Scott Crump das Fused Deposition Modelling (FDM) zum Patent an. Damit wurden innerhalb eines Jahrzehnts entscheidende additive 3D-Verfahren entwickelt. Zur Historie vgl. z.B. Kapitza, Laura (2018). Die Geschichte des 3D-Druck von den 1980ern bis heute. April. <https://www.sculpteo.com/blog/de/2018/04/11/die-geschichte-des-3d-drucks/>

² Zu Details vgl. SGL Carbon (2016). Mit Kohlenstoff in neue Dimensionen. 3D-gedruckte Komponenten auf Kohlenstoff- und Grafit-Basis.



3D-Fortschritt von der Einzelfertigung zur Serie

3D bleibt für Prototypen und Einzelfertigung weiter interessant

Zu Beginn des 3D dominierte die Einzelfertigung. Auch heute noch ist ein 3D-Schwerpunkt die Erstellung von Prototypen, Einzelstücken und Sondermodellen; dies wird auch so bleiben. Hier hat die Technik viele Vorteile, da die Anfertigung der Unikate vergleichsweise wenig Aufwand erfordert. Der Prototypbau von neuen Modellen (z.B. von neuartigen Autos, Maschinen oder Bauwerken) oder privaten Anwendungen (z.B. von Spielzeug oder Schmuck) hat auch weiterhin günstige Perspektiven. Vorteile bietet 3D zudem für Kunst, Design, Architektur und wissenschaftliche Einrichtungen wie Labore.

Immer mehr Bereiche nutzen 3D für die Serienfertigung

Ökonomisch noch weitaus interessanter ist die Serienfertigung. Hier haben sich in den letzten Jahren eine Reihe von Branchen betätigt und ein erhebliches Wachstumspotenzial generiert. In der 3D-Praxis werden Einzel- und Serienfertigung mittlerweile oft kombiniert. So kann ein neues Automodell/teil zuerst singular als verkleinertes Muster gefertigt werden. Nach Überprüfung der Alltagstauglichkeit des neuen Modellkonzepts folgt sodann die Serienfertigung, und dies ebenfalls auf 3D-Basis. Besonderes Augenmerk rund um 3D verdienen folgende Bereiche:

- die Medizintechnik,
- Luft- und Raumfahrt,
- die im Umbruch befindliche Automobilindustrie,
- die sonstigen/restlichen Industriebranchen sowie
- der Einzelhandel.

Gute Perspektiven in zentralen Branchen

Weltweit expandiert das 3D-Marktvolumen bis 2030 sehr dynamisch um jährlich 18%

Mittlerweile ist die Erkenntnis in vielen Industriezweigen gereift, dass die 3D-Technologie weitaus mehr ermöglicht als eine günstige Fertigung von Prototypen. Zuletzt präsentierten im November 2018 450 Aussteller bzw. Hersteller auf der größten deutschen und international sehr beachteten Messe für 3D-Druck, der Formnext in Frankfurt, ihre Ergebnisse und Geschäftsideen³. Plausibel erscheint eine hier präsentierte Einschätzung von „strategy &“, der Strategieberatung von PwC, in Kooperation mit den 3D-Spezialisten von Materialise. Demnach könnte das weltweite Marktvolumen für 3D-gedruckte Produkte bis 2030 auf EUR 22,6 Mrd. anwachsen, von 2015 erst EUR 1,9 Mrd. Der zunehmend massenhafte Einsatz der neuen 3D-Technologie ermöglicht somit im Betrachtungszeitraum bis 2030 ein Wachstum von durchschnittlich 18% pro Jahr. Es handelt sich freilich um ein starkes Wachstum in der Nische. Die jährlichen Wachstumsraten für 3D-Druckprodukte in den beiden Branchen Medizintechnik sowie Luft- und Raumfahrt werden demnach mit je plus 23% p.a. noch höher liegen als die der Automobilindustrie (+15% p.a.), der sonstigen Industrie (+14% p.a.) sowie im Einzelhandel (+13% p.a.).⁴

³ Zur Einordnung der Formnext vgl. z.B. Handelsblatt (2018). Messe Formnext. Wenn das Motorrad aus dem Drucker fährt. 16. November. S. 26/27.

⁴ Vgl. PwC/Materialise (2018). Key findings 3D-P. Market Forecast Model. January. S. 1.

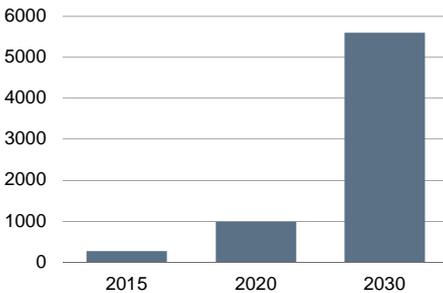


3D-Druck: Starkes Wachstum in der Nische

Medizintechnik: 3D bringt Patienten viele Vorteile

3D-Markt der Medizintechnik:
Plus 23% p.a. bis 2030

Globaler Umsatz, EUR Mio.



Quellen: Strategy&PwC, Deutsche Bank Research

3D ermöglicht Fortschritt auf zwei Ebenen: Auf der Diagnoseebene können künstlich intelligente Machine-Learning-Systeme mittels 3D-Scans in immer ausgereifteren Mustererkennungsverfahren insbesondere Augenkrankheiten oder Hautkrebs/Vorstufen frühzeitig diagnostizieren. Damit sind sie bestens geeignet, das jeweilige Facharztwissen rund um die Identifikation von Krankheiten zu ergänzen und damit die Trefferquoten weiter zu erhöhen.

Auf der Behandlungsebene stehen zunächst bereits existierende Medizintechniken auf dem Prüfstand. Im Kern geht es um die Überprüfung der Praktikabilität der neuen 3D-Technologien für einen innovativen Upgrade bzw. eine völlig neuartige Anfertigung. Im Anschluss daran dürften komplette Neuentwicklungen und Technologien den Fokus bilden. Dazu zählen anwendbare Technikverfahren und neuartige nichtmetallische, gleichwohl biokompatible Materialien, die keine immunologischen Reaktionen hervorrufen. Insgesamt, so die Erwartung, könnte das 3D-Marktvolumen weltweit von EUR 0,26 Mrd. (2015) auf EUR 5,6 Mrd. Euro im Jahre 2030 expandieren.⁵ Damit könnte der 3D-Druck in der Medizintechnik ein schnelleres Wachstumstempo erzielen als in der Auto- oder sonstigen Industrie. Dabei reicht die Palette von der Zahnmedizin bis hin zu medizinischen Bereichen wie der Orthopädiertechnik.

3D verändert angestammte Prozess- und Wertschöpfungsketten

In der Kieferorthopädie ist der 3D-Druck von Schienen sowie in der Implantologie und Endodontie (das ist die Behandlung des Zahninneren) für geführte SchablONENTEchnik als großes Zukunftsthema angekommen. Zu erwarten ist, dass Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen künftig Schablonen in der eigenen Praxis drucken, also die Fertigung nicht mehr außer Haus vergeben. Es ist ein Vorteil für größere Zahnarztpraxen, die einen implantologischen Schwerpunkt haben, dass sie 3D-Druck bereits für die Inhouse-Fertigung von Schablonen, Provisorien oder Brücken einsetzen können. Dagegen ist der 3D-Druck für kleinere Praxen oftmals (noch) zu teuer. Gedruckte Totalprothesen gibt es zwar schon; da sie nach Einschätzung von Experten aber noch nicht so funktional wie klassisch hergestellte sind, wird es wohl noch etwas Zeit und technischen Fortschritt erfordern, bis sie sich durchsetzen.⁶

Vielfältige Anwendungschancen in der Zahnheilkunde

Der 3D-Druck hat in der Zahnheilkunde gute Anwendungschancen bei Kronen, Prothesen, Brücken, orthodontischen Apparaturen für die Korrektur von Zahnstellungsanomalien sowie für die Anfertigung von digitalen Zahnmodellen. Obwohl mittlerweile bereits einem Roboter die Implantation 3D-gedruckter Zähne gelang, dürfte es noch Jahre dauern, bis dieser neue Technikeinsatz so ausgereift ist, dass er zum Alltagsgeschäft herkömmlicher Zahnarztpraxen wird.⁷

3D ermöglicht bessere Patientenversorgung

In der Zahnheilkunde kommen künftig immer öfter die unterschiedlichsten Metall- und Kunststoffdruckverfahren zum Einsatz. Die Palette ist reichhaltig. Sie umfasst Technologien wie das selektive Laserschmelzen (SLM), das selektive Lasersintern (SLS), das Digital Light Processing (DLP), das Polyjetverfahren sowie die Stereolithographie. In der Praxis sollte die jeweilige Notwendigkeit des Einzelfalls entscheiden, welche 3D-Technik genutzt wird. Per Saldo hat der 3D-Druck in der Zahnheilkunde aber eine gute Zukunft.

⁵ Vgl. PwC/Materialise (2018). Key findings 3D-P. Market Forecast Model. January. S. 6.

⁶ Vgl. Dentalmagazin (2018). Die Zukunft des 3D-Drucks. 15. Juni.

⁷ Vgl. ZWP-Online (2018). Megatrend 3D-Druck: Zahnheilkunde führt das Feld an. 29. Oktober.



3D-Druck: Starkes Wachstum in der Nische

Orthopädietechnik dank 3D-Technik noch präziser

Die neuen Möglichkeiten der 3D-Technik verbinden das Handwerk der Orthopädietechnik mit Hightech. Zu den wichtigsten Aufgaben von Orthopädietechnikern zählt die Anfertigung von Orthesen und Prothesen:

- Orthesen sind künstlich hergestellte Hilfsmittel, die äußerlich direkt am Körper getragen werden, um Gliedmaßen oder den Rumpf zu stabilisieren, korrigieren, entlasten oder ruhigzustellen.
- Prothesen dagegen helfen, indem sie ein fehlendes oder geschädigtes Körperteil (z.B. Bein-/Armprothese), Organ oder Organteil nachbilden.

Orthese kann dank 3D auf Gipsabdrücke verzichten

Ein Vorzug des 3D-Drucks bei der Herstellung von Orthesen ist es, dass ohne Körperkontakt mittels einer 3D-Scantechnologie die erforderlichen Daten ermittelt werden können, die eine nahezu perfekte Orthese ermöglichen. Überdies ermöglicht der 3D-Druck auch eine ästhetische Gestaltung nach dem Wunsch des Patienten. Orthopädische Schuheinlagen, ein Sonderfall der Orthesen, sind bisher in der Regel Massenwaren für relativ typische Vorfälle. Die Nutzung moderner 3D-Scantechnologien erlaubt nun stärker individuell angepasste Einlagen.

Mittels 3D können genauere Prothesen gefertigt werden

Die Anfertigung von Prothesen mittels 3D-Druck kann unter Verwendung von 3D-lasergescannten Bildern oder die Nutzung von CT-Bildern genauer ausfallen als traditionelle Fertigungsverfahren. Ziel sind auch hier möglichst patientenspezifische Prothesen. Diesbezüglich hat der 3D-Druck den Vorteil, dass er mittlerweile die Verwendung von Metallen, Kunststoffen und Keramiken erlaubt. Zudem spricht für den 3D-Druck die relativ kurze Herstellungszeit gegenüber den traditionellen Fertigungsverfahren, die fast immer Einzelfertigung sind.

Selbst die Chirurgie nutzt immer häufiger die 3D-Vorteile

Das 3D-Spektrum im Gesundheitswesen zeigt sich deutlich rund um die Zahnheilkunde und Orthopädie. In Zukunft wird noch viel mehr möglich sein. Das zeigt exemplarisch die Chirurgie: Schon heute werden mittels 3D-Technik speziell auf Einzelpatienten adjustierte Operationswerkzeuge gedruckt, die den chirurgischen Eingriff vereinfachen.

Luft- und Raumfahrt: Einsparung birgt Potenzial

Für Luft- und Raumfahrt ist das Gewicht ein entscheidendes Kosten- und damit Erfolgskriterium. Daher ist es kein Zufall, dass beide Industriebranchen seit mehr als 20 Jahren mit der additiven Fertigung experimentieren und zu deren Pionieren zählen. Im Vergleich zur konventionellen Teilefertigung lassen sich mittels 3D-Technik geometrisch anspruchsvolle und leichtere Teile herstellen. Die additiv gefertigten Leichtbauteile erreichen dabei die gleiche Festigkeit und Funktionalität wie die konventionell produzierten Teile. Die Gewichtsreduktion spart über den gesamten Nutzungszeitraum des Fluggeräts signifikante Treibstoffmengen und damit Kosten.⁸

Die eher kleinen Losgrößen in der Luft- und Raumfahrt sprechen auch für additive Fertigung. Gerade dafür ist die 3D-Technologie bekannt und von Vorteil. Hinzu kommt, dass mittels der additiven Technologie Ersatzteile auch ortsunabhängig relativ schnell erstellt werden können.⁹ Dies macht sie für die Luft- und insbesondere die Raumfahrtindustrie sehr interessant.

⁸ Vgl. Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (2017). Additive Fertigungsverfahren. 29. August. S.15.

⁹ Vgl. Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (2017). S. 43.

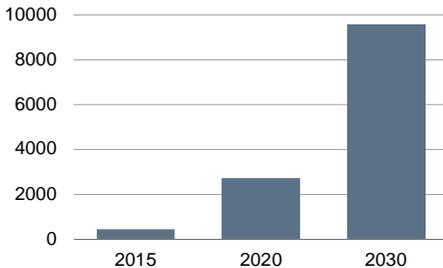


3D-Druck: Starkes Wachstum in der Nische

3D-Markt der Luft- und Raumfahrt:
Plus 23% p.a. bis 2030

2

Globaler Umsatz, EUR Mio.



Quellen: Strategy&/PwC, Deutsche Bank Research

2015 wurden in der Luft- und Raumfahrt mittels 3D-Druck weltweit erst 0,49% der Produkte erstellt. Das entsprach einem Marktvolumen von EUR 0,43 Mrd. Ein Wachstumstreiber dürfte in den kommenden beiden Jahren die Zertifizierung der innovativen 3D-Technologien sein. 2030 könnte das globale Marktvolumen dann schon EUR 9,6 Mrd. erreichen, so „strategy &“. ¹⁰ Die Hauptimpulse kommen dabei wohl von völlig neuen Konstruktionen auf 3D-Basis.

In der Luftfahrt immer mehr additive Fertigung

Die technischen Vorteile des 3D-Drucks machten das Fertigungsverfahren früh für Flugzeug- und Triebwerkhersteller interessant. Mit derzeitiger 3D-Technik ist zwar die Produktion von Flugzeugflügeln und Rumpf in der Regel noch nicht ökonomisch vertretbar. Gleichwohl wurden in den letzten Jahren bereits erste 3D-Erfolge mit einzelnen Baukomponenten wie leichteren Scharnieren oder Kabinteilen erzielt.

In der laufenden Dekade vollbrachten große internationale Flugzeughersteller wie Boeing und Airbus sowie der deutsche Marktführer im Triebwerksbau, MTU Aero Engines, wichtige Pionierarbeiten, indem sie unterschiedlichste Kunststoff- und Metallbauteile (u.a. aus Aluminium, Edelstahl oder Titan) additiv fertigten. Zielobjekte waren dabei neben neuen Passagierflugzeugen auch militärische Flugzeugtypen. ¹¹

Für die Luftfahrt werden Gewichts-, Verbrauchs- und Emissionseinsparungen immer wichtiger. ¹² Ein Bedeutungszuwachs der additiven 3D-Fertigung ist damit programmiert. Dank der 3D-Technologie werden künftig immer wieder neue und für die Luftfahrt geeignete Materialien und Produkte auf den Markt dringen.

Raumfahrt: 3D kommt für Komponenten, Triebwerke und Ersatzteile

3D ermöglicht Raumfahrt entscheidende Gewichtseinsparungen und ...

Für die Raumfahrt sind Gewichtseinsparung und mehr Flexibilität noch entscheidender als in der Luftfahrt. Dank der 3D-Technologie können mittlerweile erste Komponenten gefertigt und optimiert werden, deren Funktionalität jene von traditionell hergestellten Teilen übertrifft. Forschungsfortschritt zeigen auch Labortests mit Raketentriebwerken, in die 3D-gefertigte Brennkammern sowie aus Titan gefertigte Düsen integriert wurden. ¹³

... eine flexible Ersatzfertigung im All

Ein wichtiges Zukunftsthema ist die schnelle und flexible Fertigung von Ersatzteilen im Weltall. Bisher kennzeichnen Ersatzbeschaffungen auf der Erde einen hohen Zeit- und Kostenaufwand. Hinzu kommt der absehbare Bedeutungsgewinn von Langzeitmissionen – zu Mond, Mars usw. All dies spricht für die Nutzung additiver Fertigungsanlagen vor Ort im All. Vorteile verspricht in diesem Zusammenhang auch das „weltraumtaugliche Recycling“ nicht mehr benötigter Materialien, um sie sodann mittels 3D einer neuen Verwendung zuzuführen. ¹⁴

Künftig sollten Astronauten im Weltraum Ersatzteile und Werkzeuge einfach und schnell selbst herstellen können. Die schweren Teile müssen somit nicht mehr an Bord mitgenommen werden. Konkret geht es darum, metallisches Pulver mittels Laserstrahlung unter einer Schutzgasatmosphäre und unabhängig von der

¹⁰ Vgl. PwC/Materialise (2018). Key findings 3D-P. Market Forecast Model. January. S. 3.

¹¹ Zu Details und Perspektiven rund um die einzelnen Technologien und Unternehmen vgl. Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (2017). S. 43-45.

¹² Zum derzeitigen 3D-Durchbruch in Kernbereichen der Luftfahrtindustrie vgl. Roland Berger (2017). Additive Manufacturing in Aerospace and Defense (2017). May. S. 3-19.

¹³ Vgl. Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (2017). S. 45.

¹⁴ Schon 2014 testete die NASA die additive Fertigung von Kunststoffteilen im All. Zu Details vgl. Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (2017). S. 45/46.



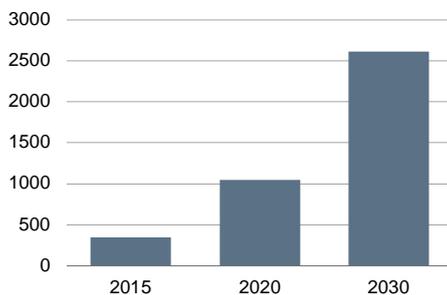
3D-Druck: Starkes Wachstum in der Nische

Schwerkraft zu einem fertigen Bauteil (z.B. einem Schraubenschlüssel) zu verschmelzen.¹⁵ Ein neues additives Fertigungsverfahren, das eine Nutzung der 3D-Technologie in der Schwerelosigkeit erlaubt, wäre ein erheblicher Fortschritt für künftig merklich längere Weltraummissionen.

Autoindustrie: 3D fertigt erste Bauteile

3D-Markt der Automobilindustrie:
Plus 15% p.a. bis 2030

Globaler Umsatz, EUR Mio.



Quellen: Strategy&/PwC, Deutsche Bank Research

3D erlaubt schnellere Fertigung
neuer Modelle als Prototypen

Die internationale Automobilwirtschaft befindet sich in einem grundlegenden Umbruch. Das 3D-Druck-Marktvolumen soll 2030 weltweit EUR 2,6 Mrd. erreichen, also wesentlich mehr als die 0,34 Mrd. Euro 2015.¹⁶ Insgesamt handelt es sich aber immer noch um einen Nischenmarkt. Dabei dürfte eine Schwerpunktverlagerung stattfinden. Werden bisher 3D-Verfahren hauptsächlich zur Entwicklung von Prototypen genutzt, dürfte künftig die Fertigung einzelner Bauteile in zunächst noch kleiner Auflage in den Fokus rücken.

Impulse für das 3D-Wachstum bringen gleich mehrere Trends: Eine höhere Akzeptanz versprechen absehbar bessere 3D-Fertigungsmethoden und Druckmaterialien. Hinzu kommt die bessere Integration der neuen 3D-Möglichkeiten ins tatsächliche Absatzgeschäft der Hersteller und Lieferanten. Gegenüber den altbekannten Just-in-time-Geschäften hat der On-demand-3D-Druck am Auslieferungsort erhebliche Vorteile.¹⁷ So können die Autokonzerne dank 3D selbst kundenindividuelle Ausstattungen in den Fahrzeugen fertigen und damit Kundenwünsche in einigen Jahren rasch bedienen. Denkbar ist zudem die intensivere Einbindung ortsnaher 3D-Druck-Zulieferer. Diese müssen freilich schneller bzw. kostengünstiger sein als klassische Herstellungsverfahren und zugleich die hohen Qualitätsanforderungen der Automobilindustrie erfüllen. Künftig dürften Erstausrüster (OEMs) verstärkt eigene 3D-Drucker nutzen, um durch die Selbstfertigung von Komponenten Lager- und Logistikkosten zu mindern. All dies kann zur Konsequenz haben, dass die bisherige allgemeine Massenfertigung in der Autoindustrie ergänzt wird durch auf den Einzelkunden spezialisierte, also eine mehr kundenorientierte Serienfertigung.

Der Automobilindustrie brachte bereits die 2D-Bildverarbeitung viele Vorteile wie eine bessere Kontrolle der Förderbänder oder Karosserieabstände. Die 3D-Technologien erlauben es den Herstellern, neue Modelle als Prototypen schneller zu entwerfen und damit marktreif zu machen. Produktionsfehler können besser kontrolliert, zurückverfolgt und vermieden werden. Die bessere Bildverarbeitung macht auch den Robotereinsatz flexibler.¹⁸ Per Saldo steigt die Qualität der hergestellten Fahrzeuge. Es wird zwar noch Jahre dauern, bis ganze Fahrzeuge in größeren Volumina 3D-gefertigt sind.¹⁹ Heute können aber bereits einzelne Bauteile wie Antennen, Sensoren, Leiterplatten, Kopfstützen und Abgaskatalysatoren additiv gefertigt werden.²⁰ Für die Fahrzeughersteller ist die Attraktivität des 3D-Drucks besonders interessant für relativ komplexe und kleine Bauteile, bei denen die Fertigungskosten nicht die Hauptrolle spielen. Zukunftspotenzial

¹⁵ Vgl. Bundesamt für Materialforschung und -prüfung (2018). Innovatives 3D-Druckverfahren für die Raumfahrt. Pressemitteilung. 25. April. Das BAM entwickelt das neue Verfahren zusammen mit der TU Clausthal und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).

¹⁶ Vgl. PwC/Materialise (2018). Key findings 3D-P. Market Forecast Model. January. S. 4.

¹⁷ Vgl. PwC/Materialise (2018). Marktvolumen für gedruckte Produkte steigt bis 2030 auf 22,6 Milliarden Euro. 1. Januar. S. 3.

¹⁸ Vgl. Cognex Vision (2018). 3D-Bildverarbeitungsanwendungen in der Automobilindustrie. S. 1.

¹⁹ Schon seit einiger Zeit kommen einzelne Autoteile statt aus der Metallpresse aus einem Metalldrucker. Derzeit wird an der Perfektionierung des Verfahrens gearbeitet. Ein neuartiger 3D-Druck mit besserer Technologie soll den herkömmlichen 3D-Druck 50-mal schneller und damit produktiver machen. Damit werden erstmals auch Kleinserien möglich. Zu Details und involvierten Unternehmen vgl. Wenn das Auto aus dem Drucker kommt (2018). Zeit online. 15. Oktober.

²⁰ Vgl. Logistik aktuell (2018). 3D-Druck in der Autoindustrie senkt Kosten in der Lieferkette. 27. Februar. S. 2.



3D-Druck: Starkes Wachstum in der Nische

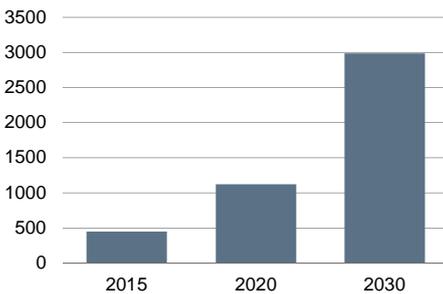
besitzt zudem eine bedarfsabhängig rasche 3D-Nachfertigung von zu ersetzenden originalen Bauteilen.²¹ Diese 3D-Arbeiten können die Autohersteller selbst oder auch ortsnahe regionale 3D-Zulieferer übernehmen.

Sonstige Industrie: 3D befördert Fortschritt

3D-Markt der sonstigen Industrie:
Plus 14% p.a. bis 2030

4

Globaler Umsatz, EUR Mio.



Quellen: Strategy&PwC, Deutsche Bank Research

Das 3D-Marktvolumen in der sonstigen Industrie könnte von 2015 EUR 0,44 Mrd. auf EUR knapp 3 Mrd. im Jahre 2030 steigen.²² Damit erzielt der 3D-Druck auch in der restlichen Industrie (ohne Automobilbranche) ein beträchtliches Wachstum, verbleibt gemessen am industriellen Gesamtumsatz aber in der Nische. Eingebunden in den Fortschritt im industriellen Fertigungsprozess sind so unterschiedliche Branchen wie Gießereien und der Maschinenbau.

Dank 3D können Gießereien viel mehr leisten

Additive Manufacturing und traditionelles Metallgießen in der Industrie werden oft als kompetitive Technologien angesehen. Tatsächlich dürften beide in Zukunft zusammenarbeiten und einen größeren gemeinsamen Nutzen stiften.

Auf den ersten Blick sprechen für die weitere Nutzung traditioneller Metallgießverfahren mehrere Gründe: Schon heute können erstens mehrere Hundert verschiedene Legierungen mittels Metallgießen hergestellt und nutzbar gemacht werden. Dagegen beschränkt sich die additive Metallfertigung bis dato auf nicht einmal ein Dutzend allgemein gut verfügbare Materialien. Zweitens haben Metallgießverfahren den Vorteil, dass sie für die Herstellung großer Bauteile geeignet sind. Dagegen sind mittels derzeitiger Metalldrucker allenfalls „Brotkasten-größen“ realisierbar. Drittens limitieren 3D-Verfahren wie das direkte Laserschmelzen (Direct Metal Laser Sintering, DMLS) heute noch die relativ zum Metallgießen hohen Kosten und der erforderliche Zeitaufwand.²³

3D-Technologien können selbst das traditionelle Metallgießen verbessern

Tatsächlich aber kann das traditionelle Metallgießen mittels der 3D-Technologien noch effizienter und damit besser werden: Der Schlüssel für die 3D-Aufwertung traditioneller Metallgießprozesse liegt darin begründet, dass beim Metallgießen Form und Material – anders als beim 3D-Metalldruckverfahren – nicht zeitgleich bestimmt werden. Die beiden getrennten Schritte beim Metallgießen erlauben eine Verbesserung unter Zuhilfenahme der 3D-Technik: So sind mittels Computer digital optimierte Hochleistungsstrukturen planbar. Auf deren Modellbasis kann dann mittels 3D-Technik die physische Transformation zu Gießformen erfolgen. Moderne Gießverfahren nutzen diese Formen, um einer gewünschten Metalllegierung die geplante Form zu geben. Der neue Ansatz hat somit wichtige Vorteile: Er verbindet zwei nur auf den ersten Blick unvereinbare Technologien. Industrielle Produzenten (z.B. der Automobil- oder Luftfahrtbranche) können dank 3D-Technologie Metallerzeugnisse in bisher nicht erreichbaren Geometrien und in großer Menge fertigen und nutzen.²⁴

²¹ Vgl. Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (2017). S. 47/48.

²² Vgl. PwC/Materialise (2018). Key findings 3D-P. Market Forecast Model. January. S. 2.

²³ Vgl. Andreas Bastian (2018). Additive Manufacturing. Ein Plus für das moderne Metallgießen. In: Giesserei. Heft 11. S. 76/77.

²⁴ Vgl. Andreas Bastian (2018). S. 77. Ähnliche Überlegungen gibt es auch für die Fertigung im Werkzeug- und Formenbau. Siehe dazu Christoph Dörr (2018). 3D-Druck im Werkzeug- und Formenbau. In: Giesserei. Heft 11. S. 80/81.



3D-Druck: Starkes Wachstum in der Nische

Maschinenbau zeigt steigende Bedeutung additiver Fertigung

3D wird ein Kernbaustein der Maschinenbauer ...

Von den im globalen Maßstab technologisch führenden deutschen Maschinenbauern beschäftigen sich – einer aktuellen Umfrage²⁵ zufolge – bereits 80% mit additiver Fertigung. Fast die Hälfte der Maschinenbauer setzt schon 3D-Bauteile ein. Steigende Bedeutung erlangen sowohl additiv gefertigte Kunststoff- als auch Metallteile: 47% der Maschinenbauer setzen nur Kunststoff-3D-Druck ein. 24% nutzen ausschließlich 3D-gefertigte Metallteile. Und der Rest nutzt beide Materialien für den 3D-Druck. Für die eine Hälfte der Maschinenbauer spielt 3D die Hauptrolle im Prototyping. Die andere Hälfte nutzt 3D bereits für die Fertigung von Serien-, Ersatzteilen und Werkzeugen. Derzeit werden die 3D-Bauteile noch zu rund 50% von externen Zulieferern bezogen; aber der Rest schon firmenintern gefertigt. Durchaus wahrscheinlich ist, dass künftig die 3D-Fertigung zu einem Kernbaustein der Maschinenbauer reift.

... und befruchtet auch viele andere Industriebranchen

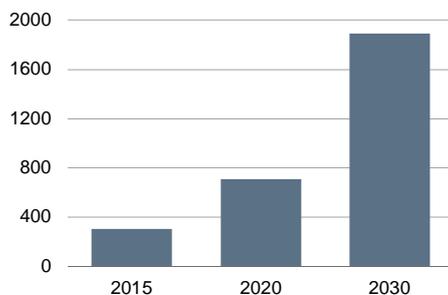
Auch weitere Industriebranchen werden vom Wachstumstrend begünstigt. Die Palette ist vielfältig. Sie reicht von klassischen Chemieunternehmen bis hin zu Anlagenbauern. So wird die Chemieindustrie die für den 3D-Prozess erforderlichen Materialien (z.B. Kunststoff(teile)) anbieten. Die Metallwirtschaft sorgt für die Metalle in erforderlicher Pulverform. Und Anlagenbauer helfen bei Effizienz- und Optimierungsfragen weiter. Bis allerdings vollautomatische 3D-Fabrikationsanlagen Realität werden, dürfte es noch Jahre dauern.

Einzelhandel: Produkte 3D vor Ort drucken

3D-Markt des Einzelhandels:
Plus 13% p.a. bis 2030

5

Globaler Umsatz, EUR Mio.



Quellen: Strategy&/PwC, Deutsche Bank Research

Der 3D-Druck bringt neue Chancen für den Einzelhandel, denn die Händler können dank der neuen Technik immer öfter einige vom Kunden gewünschte Waren selbst fertigen. Erwartet wird, dass das 3D-Marktvolumen im Einzelhandel ausgehend von erst EUR 0,303 Mrd. Euro 2015 auf EUR knapp 2 Mrd. Euro im Jahr 2030 wächst. Im Kern geht es um die Verbesserung bereits existierender Warenangebote und Geschäftsmodelle. Wichtige Beiträge dazu sollen in den kommenden Jahren die erwartete Verbesserung der Druckerleistung, sinkende Kosten der 3D-Fertigung sowie Fortschritte in der 3D-Nachbearbeitung erbringen.²⁶

Erste Marken Händler aus dem Bereich Sport nutzen bereits die neuen technischen 3D-Möglichkeiten. So werden Turnschuhsohlen oder ganze Markensportschuhe gemeinsam mit dem Kunden vor Ort im Geschäft oder auch vorab über neue Medien nach den individuellen Farb- und Formwünschen individuell digital konzipiert. Und vom ausgewählten Einzelhändler werden sie sofort gedruckt, übergeben oder von dort zugestellt.

3D bringt neue Möglichkeiten für klassische und größere Händler

Die neuartigen Möglichkeiten der Kundenbindung verändern die klassische Wertschöpfungskette zwischen Entwickler, Hersteller und Handel. Die lokale Ansiedlung der 3D-On-demand-Fertigung steigert die Kundenzufriedenheit dank der personalisierten Produkte und kurzer Lieferzeiten. Selbst klassischen Einzelhändlern gibt sie neuartige Möglichkeiten der positiven Differenzierung – auch gegenüber dem Online-Handel. Die Angebotspalette, die für Einzelhändler geeignet erscheint, ist sehr vielfältig. Neben maßgeschneiderten Schuhkollektionen zählen dazu weitere personalisierbare Sportartikel, Fahrräder, Kleidungsstücke, Schmuck, Mode oder Accessoires.

Größere Handelsunternehmen, die auch einen Heimservice anbieten, sollen bereits darüber nachgedacht haben, im Lieferwagen direkt vor Ort das gewünschte Produkt zu drucken; dafür sind derzeit allerdings Zeit und Technologie

²⁵ Zu Details vgl. VDMA (2018). Bedeutung von Additiver Fertigung im Maschinenbau. Umfrageergebnisse. Mai. S. 3-8.

²⁶ Vgl. PwC/Materialise (2018). Key findings 3D-P. Market Forecast Model. January. S. 5.



3D-Druck: Starkes Wachstum in der Nische

wohl noch nicht reif genug. Bessere Chancen für kompetente Einzelhändler verspricht eine intensiviertere Kooperation mit modernen, technikaffinen Handelskunden, die sich selbst immer öfter 3D-Drucker leisten und damit Produkte daheim fertigen. Die Kooperationsstrategie hätte eine innovative Einkaufs-, Konsum- und Fertigungswelt zum Ergebnis, die dank gegenseitiger Befruchtung den Gesamtnutzen aller Beteiligten steigern könnte.

Fazit: Dynamischer Fortschritt zu erwarten

3D für immer mehr Technikunternehmen ein Zukunftsthema

Das Thema 3D-Druck erlebte in der Mitte der laufenden Dekade infolge phantasiereicher Zukunftsszenarien für die neue Technologie ein hohes Interesse, das in einen Hype mündete. Mittlerweile ist die überzogene Begeisterung für die neuen technischen Möglichkeiten abgeklungen. An ihre Stelle trat eine realistischere Zukunftseinschätzung, die zwar Wachstum in den unterschiedlichen Industriezweigen verspricht, die aber Zeit und weiteren technischen Fortschritt erfordert. Gemessen am Umsatz findet das 3D-Wachstum in den Einzelmärkten vorerst freilich noch in der Nische statt. Am meisten vom Wachstum dürften die Hersteller der 3D-Drucktechnologie selbst sowie die Hersteller der Ausgangsmaterialien begünstigt werden, denn da findet das Wachstum unmittelbar statt.

Ein Beleg dafür, dass die additive Fertigung gute Wachstumsperspektiven hat, ist die Tatsache, dass sie mittlerweile auch namhafte Technikkonzerne – wie General Electric, Siemens oder BASF – auf die eine oder andere Weise nutzen bzw. begleiten. Positiv zu bewerten ist die Tatsache, dass die Großchemie die additive Fertigung unterstützt, indem sie neue Materialien (spezielle Kunststoffe, Polymermaterialien) entwickelt, die für den 3D-Druck geeignet sind. Vom 3D-Fortschritt bei Kunststoffen profitieren so unterschiedliche Branchen wie die Autoindustrie sowie die Luft- und Raumfahrt.

Die 3D-Innovationen der letzten Jahre haben eine gute Basis für Wachstum in den kommenden Jahren geschaffen. Derzeit erscheint eine noch anwendungsorientiertere Beratung erforderlich zu sein, damit 3D sich mit noch mehr Dynamik in der Praxis des Wirtschaftslebens durchsetzt. Und steigt die 3D-Nutzeranfrage, gibt dies den Herstellern von 3D-Druckern zusätzliche Impulse für Neuanfertigungen und weiteren 3D-Fortschritt.

Anders als in der Einzelfertigung spielt bei Großserien die Kostenfrage eine entscheidende Rolle. Moderne Software kann einen wichtigen Beitrag dazu leisten, dass die 3D-Technik künftig noch intensiver für eine effizientere Serienfertigung genutzt wird. Auf längere Sicht geht der Trend hin zur seriellen Fertigung und Automation.

Künftig fordert 3D auch die Politik noch mehr

Letztlich tangiert die 3D-Marktpenetration auch Risiken wie Produkthaftung oder den Schutz geistigen Eigentums. Hier ist die Politik – national und international – gefordert, damit die Rechte der Innovatoren, Produzenten und Nutzer von 3D gewahrt werden. Mehr Kooperation statt Konfrontation dürfte die beste Maxime für mehr Markterfolg der neuen 3D-Technologien in den kommenden Jahren sein.

Josef Auer (+49 69 910-31878, josef.auer@db.com)



EU-Monitor

- „ 3D-Druck: Starkes Wachstum in der Nische 2. April 2019
- „ Digitaler Strukturwandel
und der Sozialstaat im 21. Jahrhundert 11. Februar 2019
- „ Die Folgen des Brexit für das
Investmentbanking in Europa 28. November 2018
- „ Die multiplen Stufen der Blockchain-Revolution –
oder einmal Kryptohype und zurück 22. November 2018
- „ Digitale Infrastruktur:
Engpässe hemmen Europa 28. September 2018
- „ PSD 2, Open Banking und der Wert
personenbezogener Daten..... 19. Juni 2018
- „ Digitale Wirtschaft: Wie künstliche Intelligenz und Robotik
unsere Arbeit und unser Leben verändern 22. Mai 2018
- „ Reform des Gemeinsamen Europäischen Asylsystems:
Ein schwieriges Unterfangen 12. April 2018
- „ Warum sollten wir Krypto-Euros nutzen? Digitales Bargeld
von der Notenbank – die Sicht der Nutzer 8. März 2018
- „ EU-Haushalt nach dem Brexit:
Streit ist vorprogrammiert 5. März 2018

Unsere Publikationen finden Sie unentgeltlich auf unserer Internetseite www.dbresearch.de. Dort können Sie sich auch als regelmäßiger Empfänger unserer Publikationen per E-Mail eintragen.

Für die Print-Version wenden Sie sich bitte an:
Deutsche Bank Research
Marketing
60262 Frankfurt am Main
Fax: +49 69 910-31877
E-Mail: marketing.dbr@db.com

Schneller via E-Mail:
marketing.dbr@db.com

© Copyright 2019. Deutsche Bank AG, Deutsche Bank Research, 60262 Frankfurt am Main, Deutschland. Alle Rechte vorbehalten. Bei Zitaten wird um Quellenangabe „Deutsche Bank Research“ gebeten.

Die vorstehenden Angaben stellen keine Anlage-, Rechts- oder Steuerberatung dar. Alle Meinungsäußerungen geben die aktuelle Einschätzung des Verfassers wieder, die nicht notwendigerweise der Meinung der Deutsche Bank AG oder ihrer assoziierten Unternehmen entspricht. Alle Meinungen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Meinungen können von Einschätzungen abweichen, die in anderen von der Deutsche Bank veröffentlichten Dokumenten, einschließlich Research-Veröffentlichungen, vertreten werden. Die vorstehenden Angaben werden nur zu Informationszwecken und ohne vertragliche oder sonstige Verpflichtung zur Verfügung gestellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Angemessenheit der vorstehenden Angaben oder Einschätzungen wird keine Gewähr übernommen.

In Deutschland wird dieser Bericht von Deutsche Bank AG Frankfurt genehmigt und/oder verbreitet, die über eine Erlaubnis zur Erbringung von Bankgeschäften und Finanzdienstleistungen verfügt und unter der Aufsicht der Europäischen Zentralbank (EZB) und der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) steht. Im Vereinigten Königreich wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG, Filiale London, Mitglied der London Stock Exchange, genehmigt und/oder verbreitet, die von der UK Prudential Regulation Authority (PRA) zugelassen wurde und der eingeschränkten Aufsicht der Financial Conduct Authority (FCA) (unter der Nummer 150018) sowie der PRA unterliegt. In Hongkong wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG, Hong Kong Branch, in Korea durch Deutsche Securities Korea Co. und in Singapur durch Deutsche Bank AG, Singapore Branch, verbreitet. In Japan wird dieser Bericht durch Deutsche Securities Inc. genehmigt und/oder verbreitet. In Australien sollten Privatkunden eine Kopie der betreffenden Produktinformation (Product Disclosure Statement oder PDS) zu jeglichem in diesem Bericht erwähnten Finanzinstrument beziehen und dieses PDS berücksichtigen, bevor sie eine Anlageentscheidung treffen.

ISSN (Online): 1612-0264