

Produkte agil entwickeln mithilfe Additiver Fertigung

Ein Ansatz zur besseren Kundenorientierung bei der Entwicklung physischer Produkte

Philipp Blattert, Rouven Müller, Krehl & Partner Unternehmensberatung und Werner Engeln, Hochschule Pforzheim

Viele Industrieunternehmen sind auf der Suche nach neuen Strategien für eine zukunftsichernde Produktentwicklung. Die Ursache hierfür liegt in verschiedensten Herausforderungen und Trends der heutigen Arbeitswelt. Hierzu zählen die zunehmende Vernetzung der Wirtschaft, die Individualisierung und schnelle Änderung von Kundenwünschen, die Verbreitung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien sowie die immer kürzer werdenden Innovations- und Technologielebenszyklen. Die heutige Entwicklungsumgebung in Unternehmen, mit meist starren Abteilungsstrukturen, geringer Kommunikation mit den Kunden und zwischen den Abteilungen sowie der späten Auslieferung von fertig entwickelten Produkten wird den Anforderungen nicht mehr gerecht. In diesem Zusammenhang rücken agile Vorgehensweisen gepaart mit additiven Fertigungsverfahren in den Fokus der Entwicklung.

Dieser Beitrag stellt den Nutzen agiler Vorgehensweisen in Kombination mit Additiver Fertigung in der Produktentwicklung ausgehend von einem Kurzüberblick über die Themengebiete agile Vorgehensweisen und Additive Fertigung vor.

Agile Vorgehensweisen bei der Produktentwicklung stellen eine Möglichkeit dar, die in der Einleitung genannten Herausforderungen zu meistern. Der Begriff „Agilität“ wird zurzeit in vielen Bereichen der Wirtschaft stark gehypt. Dabei kursieren die unterschiedlichsten Meinungen zu Agilität und ihrer Umsetzung im Unternehmen. Es werden Aussagen getätigt, wie „Agilität macht Planung obsolet“, „Agilität benötigt keine Führung“ oder „Agilität ist ein Projekt mit Anfangs- und Endpunkt“. Diese Fehlinterpretationen haben dazu geführt, dass sich bereits erste Unternehmen wieder von der Thematik Agilität abwenden. Um zu verstehen, was sich hinter dem Buzzword „Agilität“ wirklich verbirgt, reicht es nicht aus, einzelne isolierte Methoden wie Scrum, Kanban oder Design Thinking im Unternehmen einzuführen, da dies nur das Kratzen an der Oberfläche darstellt. Agilität taucht viel tiefer in die Organisation ein und beschreibt ein Mindset, eine Haltung, die gelebt werden muss. In [1, 2] wird deshalb in agil sein und agil machen unterschieden (Bild 1).

Beide Elemente müssen von Unternehmen beherrscht werden, um mit Agilität nachhaltig Erfolge zu erzielen. Agil sein bedeutet, die Werte und Prinzipien, welche im Agilen Manifest definiert und festgeschrieben sind [3], in die eigenen Handlungsweisen und Denkmuster zu übernehmen. Agil machen versteht Agilität als Toolbox und liefert das nötige Werkzeug zur Umsetzung.

Folgende besonders wichtige Elemente agilen Vorgehens haben sich aus der Projekterfahrung in der Praxis herauskristallisiert:

1. Frühe Einbeziehung der Kunden in die Produktentwicklung und somit die Treffsicherheit der Marktbedürfnisse sicherstellen. Am besten gelingt dies über Kundenbeobachtung zur Anforderungsanalyse und durch Reviews während der Konzeptionsphase. Zu den Reviews werden Lead-Kunden eingeladen, um die erarbeiteten Ergebnisse, z. B. eines Sprints, zu reflektieren und Akzeptanz sowie Verbesserungen in jedem Stadium der Produktentwicklung rückzumelden.
2. Ein interdisziplinäres, selbstorganisiertes Team sichert den erfolgreichen Produktentwicklungsfortschritt. Hierfür eignen sich Kanban-Boards nicht nur zur Selbstorganisation der Teams, sondern auch zur Transparenz des Workflows. Entscheidungsträger können sich

Agile Product Development Using Additive Manufacturing – An Approach for a Better Customer Orientation in Product Development

The increasing complexity forces industrial companies to look for new strategies for a future-proof product development. One approach to this is agile approaches in product development in combination with additive manufacturing processes. Physical product increments can thus be produced during sprints and analyzed and improved directly with customers. This improves the product understanding of the development team and customers. The benefits are shorter development times, better customer orientation of the products and a lower project risk.

Keywords:

agile development, customer focus, additive manufacturing, product and process increment, sprint, review, product development, self-organized team, rapid innovation, digitalization



Dipl.-Ing. Philipp Blattert ist Geschäftsführer bei Krehl & Partner Unternehmensberatung GmbH & Co. KG



M. Sc. Rouven Müller arbeitet als Berater bei Krehl & Partner Unternehmensberatung GmbH & Co. KG.



Prof. Dr.-Ing. Werner Engeln ist Professor für Produktentwicklung an der Hochschule Pforzheim und Leiter des Instituts für Human Engineering & Empathic Design (HEED) der Hochschule.

kontakt@krehl.com
www.krehl.com

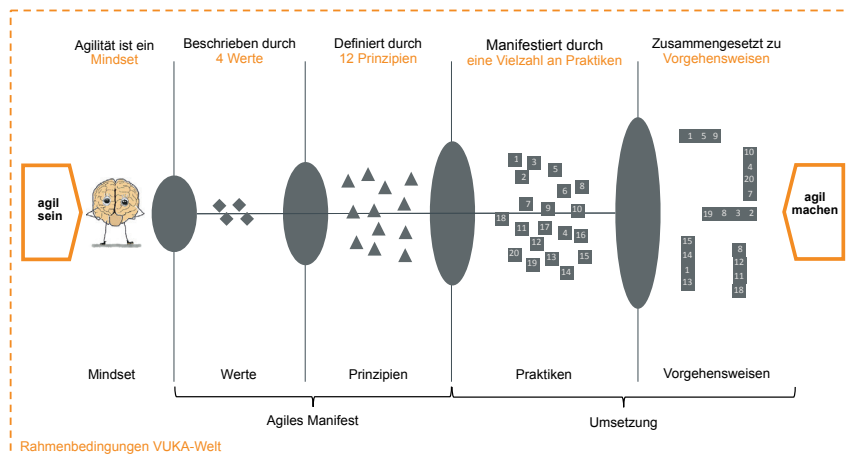


Bild 1: Definition Agilität.

jederzeit anhand der Kanban-Boards über den Projektfortschritt informieren und werden gezielt zu bestimmten Zeitpunkten für die Entscheidungsfindung hinzugezogen.

3. CoLocation, im Lean-Management bekannt unter dem Stichwort Obeya, verbessert und beschleunigt die Zusammenarbeit der Fachexperten in der Entwicklung unter anderem durch die Kommunikation von Angesicht zu Angesicht. Es handelt sich dabei um einen Projektraum bzw. eine abgegrenzte Projektfläche, die dem Entwicklungsteam über den kompletten Projektzeitraum zur Verfügung steht. Er ist das Kommunikations- und Informationszentrum und es stehen alle benötigten Arbeitsmittel, Informationen und Anschauungsmaterialien darin zur Verfügung. Das Team konzentriert sich darin zu 100 % auf die Projektaufgabe und wird nicht durch Tagesgeschäft gestört.
4. Sprints sind eines der Kernelemente agilen Vorgehens und ermöglichen es einer Entwicklungsmannschaft in einem festen Zeitfenster (Timebox) ein oder mehrere Themen ihres Projekts zu erarbeiten, ohne dabei gestört zu werden. Das Zeitfenster lässt sich dabei von mehreren Stunden bis zu vier Wochen flexibel gestalten. Jedoch ist es im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung, dass die Teams in einen gleichmäßigen Sprinthythmus gelangen.
5. Die Zerlegung des Entwicklungsprojekts in Prozess- oder Produktinkremente ist der Startpunkt einer agilen Vorgehensweise. Hierbei hat sich gezeigt, dass sich bei komplexen Produktentwicklungsprojekten, besonders im Hardwarebereich, eine Zerlegung in Produktinkremente als sehr schwierig gestaltet. In diesen Fällen ist es sinnvoll, Prozessinkremente zu definieren, welche von einem Team in einem Sprint entwickelt werden müssen. Ein Beispiel hierfür ist eine Anforderungsliste oder eine funktionale Beschreibung des zu entwickelten Produkts.

Wie unterscheidet sich nun eine agile Vorgehensweise von einem klassischen Vorgehen bei der Entwicklung von Produkten? Werden Unternehmen mit einer konventionellen Vorgehensweise betrachtet, lassen sich folgende Defizite identifizieren, die eine agile Vorgehensweise vermeidet:

- Der Kunde wird nicht oder nur zu Beginn der Produktentwicklung einbezogen. Anforderungen werden von den Entwicklungsteams selbst festgelegt und die Interaktion mit dem Kunden ist somit, im Gegensatz zu einer agilen Vorgehensweise, nur als gering einzustufen.
- Anforderungsprioritäten sowie die Summe der Anforderungen sind meist von Beginn an festgelegt. Gibt es im Projektverlauf Anforderungsänderungen, so führt dies meist zu einer Störung bzw. zu einem Verzug im Projekt. Im agilen Ansatz besitzt der Kunde nach jedem Sprint die Möglichkeiten, neue Anforderungen bzw. Anforderungsänderungen mitzubringen, ohne dass dies zu einer Störung führt, da dies von Beginn an berücksichtigt wird.
- Im klassischen Vorgehen werden Projektergebnisse meist zu einem späten Zeitpunkt und komplett fertigentwickelt ausgeliefert, während im agilen Vorgehen Inkremente mit dem Kunden sehr früh und wiederkehrend in der Entwicklung besprochen werden.
- Die Kultur unterscheidet sich sehr stark zwischen konventionell und agil, da in der konventionellen Produktentwicklung die Selbstorganisation von Teams meist nur im Rahmen von vorgeschriebenen Richtlinien und Verfahren möglich ist. Gegensätzlich hierzu trägt das Team im agilen Vorgehen die volle Verantwortung für sein Projekt und hat damit auch viele Freiheitsgrade in der Entwicklung.

Nun haben agile Vorgehensweisen ihren Ursprung in der Softwareentwicklung. Will man diese für physische Produkte nutzen, stellt sich die Frage, wie sich im Rahmen der Sprints schnell Produkte oder Komponenten herstellen lassen. Eine Möglichkeit dazu ist die Nutzung Additiver Fertigungsverfahren. Mit ihrer Hilfe wird es Entwicklungsteams möglich, während eines Sprints Konzept-, Funktions-, Geometrie-Modell, technische Prototypen bis hin zu fertigen Produkten direkt physisch verfügbar zu machen. Dies ermöglicht es, die Iterationszyklen kurz zu gestalten und die Kundenreviews noch zielgerichteter durchzuführen, da ein „begreifbares“ Produkt zur Verfügung steht. Ein Ansatz dazu, aber mit dem Schwerpunkt auf der Herstellung von Ersatzteilen, wird in [4] beschrieben. Der Fokus dieses Beitrags liegt auf der Verwendung Additiver Fertigungsverfahren in der Produktentwicklung.

Verfahren der Additiven Fertigung

Im Vergleich zu anderen Fertigungsverfahren ist die Historie der Additiven Fertigungsverfahren noch recht kurz. 1951 meldet Otto John Munz sein „Photo-Glyph Recording“ in den USA zum Patent an [5]. 1981 beschrieb der Japaner Hideo Kodame vom Nagoya Municipal Industrial Research Center in Japan die Möglichkeit der Herstellung gedruckter Festkörper. Bereits 1984 stellte Charles W. Hull, Gründer der 3D Systems Corporation in South Carolina (USA), den ersten funktionierenden 3D-Drucker her, der, mittels Stereolithografie, einfache Teile herstellen konnte. 1987 folgte der erste kommerziell erhältliche 3D-Drucker „SLA-1“ (SLA für Stereolithografie), der ab 1988 auf dem freien Markt verkauft wurde.

Seit dieser Anfangszeit ist eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren entstanden und kontinuierlich weiterentwickelt worden (Bild 2).

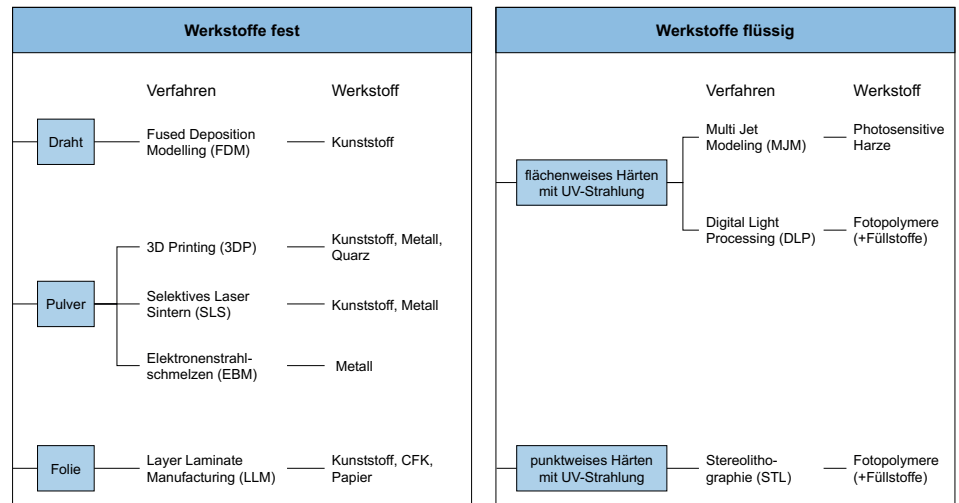
Die Gemeinsamkeit der Verfahren liegt darin, dass der Aufbau des Werkstücks schichtweise erfolgt [6]. Die wesentlichen Unterschiede zwischen den Verfahren sind die eingesetzten Materialien und die dem Schichtaufbau zugrundeliegende Technologie.

Die Vorteile der Additiven Fertigungsverfahren bezüglich der Produktgestaltung im Vergleich zu klassischen Fertigungsverfahren sind die

- deutlich größere Freiheit bei der Gestaltung von Produkten, Baugruppen und Bauteilen,
- Möglichkeit zur kundenspezifischen Individualisierung der Produkte,
- hohe Funktionsintegration von Produkten, Baugruppen und Bauteilen und damit Einsparung von Montageaufwand.

Es fallen viele beschränkende Restriktionen der Gestaltung von Objekten weg, die bei den klassischen Verfahren des Um- und Urformens und des Trennens zu beachten sind. Allerdings gilt es auch bei den Additiven Fertigungsverfahren Restriktionen bei der Gestaltung zu beachten [7], welche stark vom jeweiligen Verfahren abhängig sind.

Die bisher genannten Vorteile der Additiven Fertigungsverfahren beziehen sich auf die herzustellenden Objekte. Allerdings ergeben sich die besonderen Vorteile für die agile Produktentwicklung eher aus der einfachen Nutzung der Drucker.



- Zur Herstellung von Objekten - Bauteile, Baugruppen und ganzen Produkten - werden keine spezifischen und teuren Werkzeuge benötigt, wie beispielsweise bei Gießverfahren. Damit sind auch spätere Produktpassungen mit geringen Zusatzinvestitionen möglich.
- Die erforderlichen Druckdaten können sehr einfach aus CAD Daten industrieller CAD Systeme abgeleitet werden. Zudem gibt es eine Vielzahl spezieller, einfach zu bedienender Programme zur Erstellung der Druckdaten. Es sind keine aufwendigen Maschinen-Programme zu erstellen, um dann mithilfe von Werkzeugmaschinen die Bauteile herzustellen.
- In einem Druckvorgang können bei Bedarf mehrere Teile (auch unterschiedliche Teile, z. B. für ein Set) gleichzeitig hergestellt werden, was a.) eine bessere Produktivität der Druckmaschinen ergibt und b.) die Fertigung von Baugruppen in Losgröße 1 unterstützt.
- Die Fertigung komplexer Objekte kann auf einer Maschine erfolgen, ohne Umspannen und ohne Transport von Teilen zwischen unterschiedlichen Maschinen. Es können mehrere Teile einer Baugruppe in Verbindung gedruckt werden, sodass Montageprozesse entfallen.
- Es handelt sich um einen weitgehend automatisierten Fertigungsprozess, der keine Experten zur Maschinenbedienung erfordert. Auch sind die Rüstaufwendungen und Rüstzeiten gering.
- Die Drucker sind weitgehend autarke Betriebsmittel und erfordern wenig Infrastruktur zum Betrieb. Meist reicht ein Stromanschluss.
- Drucker gibt es in sehr unterschiedlichen Ausprägungen sowie Leistungs- und Preisklassen. Häufig sind für Anwendungen in der Produktentwicklung günstige Drucker ausreichend. Da sie keine spezielle Infrastruktur und kein speziell geschultes Bedienpersonal benötigen, sind sie für den Einsatz in Entwicklungsbereichen besonders geeignet.

Bild 2: Übersicht über die bekanntesten Additiven Fertigungsverfahren.

Literatur

- [1] Scheller, T.: Auf dem Weg zur agilen Organisation. Wie Sie Ihr Unternehmen dynamischer, flexibler und leistungsfähiger gestalten. München 2017.
- [2] Sidky, A.: The secret to achieving sustainable Agility at scale. URL: <https://de.slideshare.net/AgileNZ/ahmed-sidky-keynote-agilenz>, Abrufdatum 03.02.2020.
- [3] Beck, K.; Beedle, M.; Van Bennekum, A.; Cockburn, A.; Cunningham, W.; Fowler, M.; Grenning, J.; Highsmith, J.; Hunt, A.; Jeffries, R.; Kern, J.; Marick, B.; Martin, R. C.; Mellor, S.; Schwaber, K.; Sutherland, J.; Thomas, D.: Manifest für Agile Softwareentwicklung. URL: <https://agilemanifesto.org/iso/de/manifesto.html>, Abrufdatum 28.02.2020.
- [4] Atzberger, A.; Bleckmann, M.; Holtmannspötter, J.; Montero, J.; Paetzold, K.; Schmidt, T. S.: Anwendung agiler Entwicklungsprinzipien für die Herstellung von Ersatzteilen mit additiven Fertigungsverfahren. In: Kaierle, S.; Lachmayer, R.; Lippert, R. B. (Hrsg): Konstruktion für die

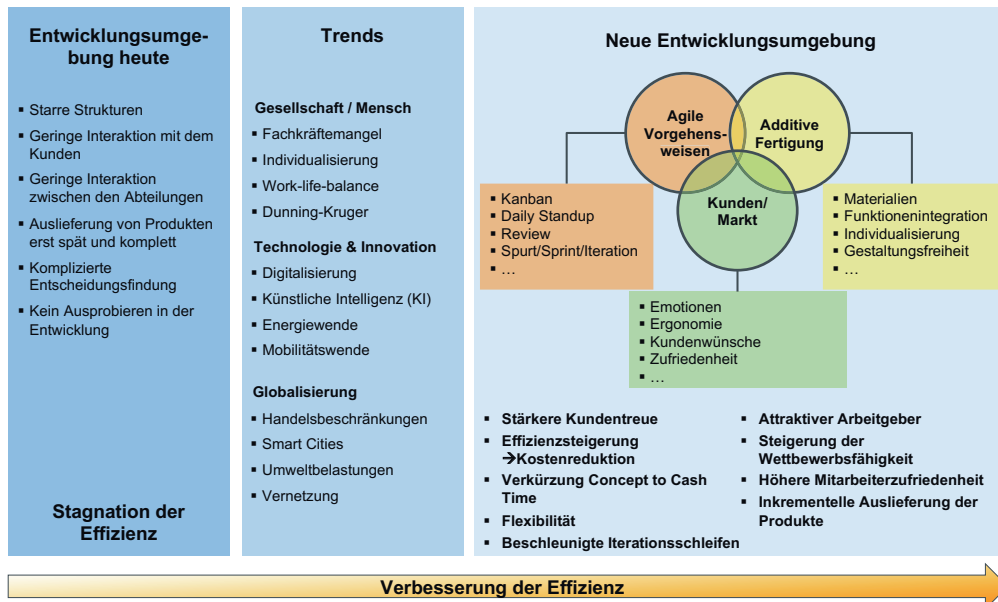


Bild 3: Neue Entwicklungsumgebung mit agilen Vorgehensweisen und Additiver Fertigung.

- Die Erstellung der Daten und die Erstellung der Teile (Prototypen) kann räumlich große Distanzen überwinden, wodurch eine globale Vernetzung der Entwicklungsfunktionen möglich ist. Unterstützt wird dies durch die zunehmende Digitalisierung. Auch die Kommunikation mit Kunden kann dadurch vereinfacht und beschleunigt werden, z. B. werden Daten an den Kunden versendet, der das Objekt drucken und begutachten kann.

Eine genaue Beschreibung der Grundlagen und Anwendungen der Additiven Fertigungsverfahren, sich daraus ergebende mögliche neue Geschäftsmodelle aber auch die Grenzen und Randbedingungen ihrer Anwendung finden sich beispielsweise in [7], [8], [9], oder [10]. Eine regelmäßig aktualisierte Übersicht über die Verfahren der Additiven Fertigung von metallischen Werkstoffen findet sich in [11].

Nutzen Additiver Fertigungsverfahren für eine agile Produktentwicklung

Die Kombination einer agilen Produktentwicklung und Additiven Fertigungsverfahren liefert nicht nur eine Lösung für die in der Einleitung beschriebenen Herausforderungen, sondern führt zu einer neuen Entwicklungsumgebung im Unternehmen, wie im Bild 3 dargestellt.

Das Zentrum einer agilen Produktentwicklung bildet der Zyklus

Entwickeln → Testen → Scheitern → Lernen → Wiederholen

und dies in kurzen Iterationsschleifen. Für die Phase des Testens bieten sich Additive Ferti-

gungsverfahren zur Erstellung kostengünstiger physischer Produkte oder Produktinkremente an. Es können die Geometrie, Funktionen, aber auch das Design von Produktkonzepten direkt für den Kunden und alle an der Produktentwicklung beteiligten Fachabteilungen begreifbar gemacht werden. Der Nutzen ist

- ein gemeinsames, verbessertes Verständnis für das zu entwickelnde Produkt
- schnelle Rückmeldungen der Kunden zum Produkt/Produktinkrement als Input für den nächsten Entwicklungssprint und
- schnelles Lernen aus Fehlern.

Weiterhin werden Entwickler animiert, Wissen im Bereich Additiver Fertigung aufzubauen und während des Entwicklungsprozesses zu experimentieren. Hierdurch wird verhindert, dass Lösungskonzepte zu schnell aus einer Meinung heraus ausgeschlossen werden, sondern objektiv durch Ausprobieren aussortiert werden.

Ein weiterer positiver Effekt ist die Reduzierung des Projektrisikos, da Kunden die Produktinkremente bis hin zum fertigen Produkt iterativ miterleben und mitgestalten können. Das Risiko, dass Produkte bei Markteinführung keine Akzeptanz finden oder funktional versagen, kann damit minimiert werden.

Der Einsatz Additiver Fertigungsverfahren bereits in den Iterationszyklen, ermöglicht es Sprints und Reviews deutlich zu beschleunigen, was wiederum die Gesamtentwicklungszeit verkürzt. Dies verbessert die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens und Innovationen können schneller in den Markt gebracht werden.

Zusammenfassend sind die Additiven Fertigungsverfahren ein wichtiges Werkzeug, um agilen Vorgehensweisen auch für die Entwicklung physischer Produkte nutzen zu können.

Schlüsselwörter:

Additive Fertigung, Agile Vorgehensweisen, Sprint, Review, CoLocation, Selbstorganisierte Teams, Kundenorientierung, Schnelle Innovation, Digitalisierung, Produktentwicklung, Produkt- und Prozessinkrement

Additive Fertigung 2018. Berlin 2019.

[5] Munz, O. J.: Photo-glyph recording. 25.05.1951. Veröffentlichungsnr.: US 2.775.758A.

[6] VDI 3405, 2014-12-00: Additive Fertigungsverfahren - Grundlagen, Begriffe, Verfahrensbeschreibung.

[7] Breuninger, J.; Becker, R.; Wolf, A.; Rommel, S.; Verl, A.: Generative Fertigung mit Kunststoffen. Konzeption und Konstruktion für Selektives Lasersintern. Berlin Heidelberg 2013.

[8] Lachmayer, R.; Lippert, R. B.; Fahlbusch, T. (Hrsg): 3D-Druck beleuchtet. Additive Manufacturing auf dem Weg in die Anwendung. Berlin Heidelberg 2016.

[9] Gebhard, A.; Kessler, J.; Schwarz, A.: Produktgestaltung für die Additive Fertigung; München 2019

[10] Binczek, N.; Jäger, L.; Linz, E.; Schäfer, A. (Hrsg): 3D-Druck. Sprache und Literatur 46 (115/116). Paderborn 2015.

[11] AMPOWER Report on Metal Additive Manufacturing Market (2020.000Z). Online verfügbar unter <https://additive-manufacturing-report.com/>, zuletzt aktualisiert am 18.05.2020.000Z, zuletzt geprüft am 18.05.2020