

# Advanced Manufacturing – die digitale Revolution in der Werkstatt

## *Advanced Manufacturing: The Digital Revolution in the Workshop*

Rudolf Pichler

Die im Begriff „Advanced Manufacturing“ angesprochene Fortschrittlichkeit besteht darin, dass Produkte mit bestimmten Merkmalen überhaupt erstmals produzierbar sind, dass bisherige Verfahren des Rapid Prototyping vom Engineering in die Produktionshallen wandern und dass individuelle Kundenanfragen auch für Serienfertiger zu einer gänzlich neuen Chance werden.

Diese Forschungsfelder werden am Institut für Fertigungstechnik in der im Bau befindlichen „smartfactory@tugraz“ für Studierende und für Industriepartnerinnen und -partner zusammengetragen und systematisch weiterbearbeitet.

### **Selective Laser Melting**

Additive Fertigungsverfahren (besser bekannt als 3-D-Druck) finden mittlerweile bei allen Materialien, ob Kunststoff, Metall, Keramik, Beton oder auch biogenen Materialien ihre Anwendung und alle bedürfen weiterhin ihrer höchst spezifischen und wissenschaftlichen Zuwendung. Als eines der Kerninstitute der Smart Production Initiative wird daher das Institut für Fertigungstechnik in seinem Fachbereich „Advanced Manufacturing“ eine „Selective Laser Melting“-Anlage anschaffen, um speziell die metallorientierte Form der generativen Fertigung weiter intensiv beforschen zu können.

Mit additiven Aufbauverfahren eröffnen sich völlig neue Welten der Produktgestaltung. Dort, wo bestimmte Körperstrukturen bisher gar nicht herstellbar waren, werden sie plötzlich machbar: Für den Metall-Leichtbau ist es damit ab sofort möglich, das Material nur dort zu platzieren, wo es tatsächlich gebraucht wird. Da die für dieses Verfahren nötigen Metallpulver in mittlerweile allen gängigen Metallsorten zur Verfügung stehen, können alle schon bisher günstigen Eigenschaften der bekannten Werkstoffe weiter genutzt werden. Kühlkanäle müssen nicht mehr aufwendig gebohrt werden, mit dieser Form der generativen Fertigung erzielt man sogar strömungs- und wärmetechnisch >

*The cutting edge and what is really "advanced" in Advanced Manufacturing is the fact that products with very specific features can now be produced at all, that rapid prototyping processes pass over from the engineering department to the production halls and that highly individual customer requests are providing completely new opportunities for companies normally doing series production.*

*These areas of research are going to be gathered together and systematically developed by the Institute of Production Engineering. All this will be done in a very practice-oriented way for students as well as partners of industry in the so called "smartfactory@tugraz" which is currently under construction.*

### **Selective laser melting**

*In the meantime Additive Manufacturing (better known as 3D printing) is being carried out using all kinds of materials, such as metals, plastics, ceramics, concrete and also biogenic materials. All these technologies require a lot of further investigation and sound research. As one of the core institutes of the Smart Production Initiative the Institute of Production Engineering with its department for Advance Manufacturing will thus acquire selective laser melting equipment for metal printing in order to gain new insights into this modern technology in the wide fields of generative manufacturing.*

*Using this way of additive composition, a door is opening to a completely new world of product design. In areas where diverse structures simply could not be generated before, they are now suddenly feasible. Take the lightweight construction of metals, for instance: with this technology it is possible to allocate material only at the positions where it is really needed. Since all the necessary metal powders are now available in the usual metal types, all the favourable characteristics of known working materials can be utilized. It is no longer necessary to laboriously >*

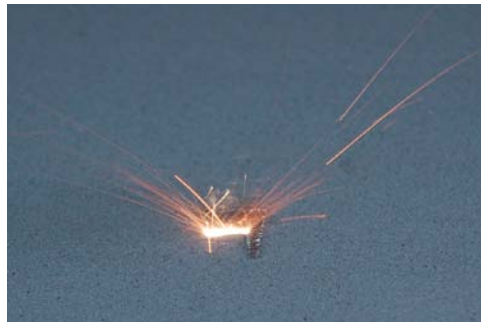


Rudolf Pichler betreibt Forschung im Bereich Advanced Manufacturing und leitet den Aufbau der Forschungs- und Lernfabrik an der TU Graz smartfactory@tugraz.

*Rudolf Pichler works in the field of Advanced Manufacturing and is in charge of establishing the newly built smartfactory@tugraz.*

**Abbildung 1:**  
**Sukzessiver Produktaufbau**  
**durch Laserschmelzen von**  
**jeweils 0,1 mm starken**  
**Pulverschichten.**

*Figure 1:*  
*Products are made by*  
*continuous laser melting of*  
*0.1 mm thick powder layers.*



**Abbildung 2:**  
**Bauraum einer**  
**Laserschmelzanlage.**

*Figure 2:*  
*Construction space of a*  
*laser melting facility.*

© SIM Solutions



wesentlich bessere Ergebnisse. Und nicht zuletzt: Mehrteilige Produkte können oftmals und ab sofort einteilig gefertigt werden. Die Liste an Vorzügen scheint nicht enden wollend. Diese Technologie ist bahnbrechend und wird noch ungeahnte Änderungen in vielen heutigen Geschäftsmodellen bringen.

### Additive Manufacturing

Bis noch vor wenigen Jahren waren die benannten Aufbauverfahren hinsichtlich ihrer Einsatzfähigkeit eindeutig und ausschließlich dem Rapid Prototyping zuzuordnen. Technologisch genial, aber zu langsam und zu teuer, um nur annähernd für Fertigungszwecke in größerem Maßstab eingesetzt werden zu können. Stark wachsende Aufbauraten einerseits und eine stark wachsende Anzahl an Herstellerinnen und Herstellern andererseits führen die Technologie des Additive Manufacturing jedoch vom Engineering Tool unaufhaltsam in die Anwendungsfelder der eigentlichen Fertigung.

Der Aufwand in der Arbeitsvorbereitung wird geringer, die Anschaffung und der Einsatz von Spezialwerkzeugen und Vorrichtungen entfallen und Fügeoperationen (Kleben, Nieten, Schrauben) werden vielfach obsolet. Gerade aus Letzterem reduzieren sich Aufwände für ansonsten nötige Lagervorhaltungen und Materialdispositionen und führen so zu jenen Einsparungen, die Investitionen in diese neue Form der Fertigung immer schneller amortisierbar machen. Dem bisherigen Einwand, dass Teile aus der additiven Fertigung vielfach nicht den hohen Sicherheits- und Stabilitätskriterien im

*drill out cooling channels. With this form of additive manufacturing even better results can be achieved in terms of fluid mechanics and heat dissipation. Last but not least: more and more multi-part products can suddenly be produced as a one-part product. There seems to be no end to the list of advantages. The technology of additive manufacturing is groundbreaking and will bring a lot of changes to many current business models.*

### Additive manufacturing

*Until a few years ago the operational capability of these technologies belonged clearly and solely to the realm of rapid prototyping. They were technologically ingenious but too slow and too expensive, for production at a bigger scale. But things have changed. Fast growing composition rates and an increasing number of producers of the relevant machinery are inexorably repositioning additive manufacturing from being a tool to the field of application of real production. The complexity of work preparation is decreasing; there is now little need for purchasing and using special tools and fixtures, and multiple joining operations (glueing, riveting, screwing, etc.) are becoming obsolete. Last but not least, a tremendous reduction in warehousing and material disposition is leading to the important savings that justify an investment for this new form of manufacturing.*

*The objection that parts made by additive manufacturing do not comply with high standards in safety and stability requirements or cannot be used for series production can be countered simply and exemplarily by the fact that Airbus produces brackets for its hydraulic tanks via 3D printing, and also Boeing has gained approval from the American Federal Aviation Administration to produce the injection nozzles of its turbines using additive manufacturing.*

### smartfactory@tugraz

*Advanced Manufacturing does not only comprise the presentation and mastering of single technologies but promotes the formation of integrated, transparent and especially fast working process chains by means of the current possibilities of digitalization which can integrate downstream and upstream process steps beyond the company (suppliers and customers). This is turning Advanced Manufacturing – as an element of a versatile Production 4.0 philosophy – into a very valuable and promising manufacturing strategy also from a customer perspective. For the purposes of research and demonstration of these revolutionary new capabilities, Graz University of Technology is currently establishing a 250 square meter pilot factory which will be run under the name*

Maschinenbau gerecht werden und damit für eine Serienfertigung ohnehin untauglich wären, kann zunehmend und beispielhaft begegnet werden: Airbus baut Halterungen für den Hydrauliktank im 3-D-Druck und Boeing hält seit einem halben Jahr die Bewilligung der amerikanischen Luftfahrtbehörde in Händen, die Einspritzdüsen ihrer Turbinen aus additiver Fertigung einbauen zu dürfen.

**smartfactory@tugraz**

Advanced Manufacturing umfasst nicht nur die Darstellung und Beherrschung von Einzeltechnologien, sondern forciert über die aktuellen Möglichkeiten der Digitalisierung die Bildung von transparenten, durchgängigen und vor allem schnellen Prozessketten, die über die Betriebe hinaus auch vor- und nachgelagerte Prozessschritte einbinden kann. Das macht Advanced Manufacturing als Element einer viel zitierten Produktion 4.0 gerade auch aus der Perspektive der Kundin beziehungsweise des Kunden zu einer wertvollen und zukunfts-trächtigen Fertigungsstrategie.

Zwecks Forschung und Demonstration dieser revolutionierenden Angebote wird an der TU Graz am Campus Inffeldgasse derzeit eine 250 m<sup>2</sup> große Modellfabrik errichtet, die unter dem Namen smartfactory@tugraz geführt werden wird. Die Einrichtung mit modernsten Anlagen und der dazu nötigen IT-Architektur soll intelligente Verkettungen, mögliche Interaktivitäten und hoch flexible Belegungen einer fortschrittlichen Fertigung zeigen, die sich zusätzlich zum Ziel gesetzt hat, in einer solchen Umgebung auch reale Produkte für die Industrie zu erzeugen. Die smartfactory@tugraz wird damit ein Forschungsplatz und Treffpunkt sowohl für die Institute und die Studierenden als auch für die Industriepartnerinnen und -partner der TU Graz werden. ■



**Abbildung 3, 4 und 5:**  
**Völlig neue Möglichkeiten der Produktgestaltung durch Additive Fertigung.**

*Figure 3, 4 & 5:*  
*Additive manufacturing creates a new world of product design.*

© SLM Solutions

*smartfactory@tugraz. The installation of cutting-edge machinery and an appropriate IT infrastructure will show intelligent linkages, possible interaction and flexible programming of a modern manufacturing system. A further goal in this smart factory is to manufacture products or components from the real world of industry. Thus the smartfactory@tugraz will not only be a place of research but also a meeting point for members of other institutes, for students and industrial partners of the University. ■*



**Abbildung 6:**  
**Die smartfactory@tugraz will Advanced Manufacturing und Produktion 4.0 buchstäblich begreiflich machen.**

*Figure 6:*  
*smartfactory@tugraz wants to offer a touch world of production 4.0.*

© Advantech Co., Ltd