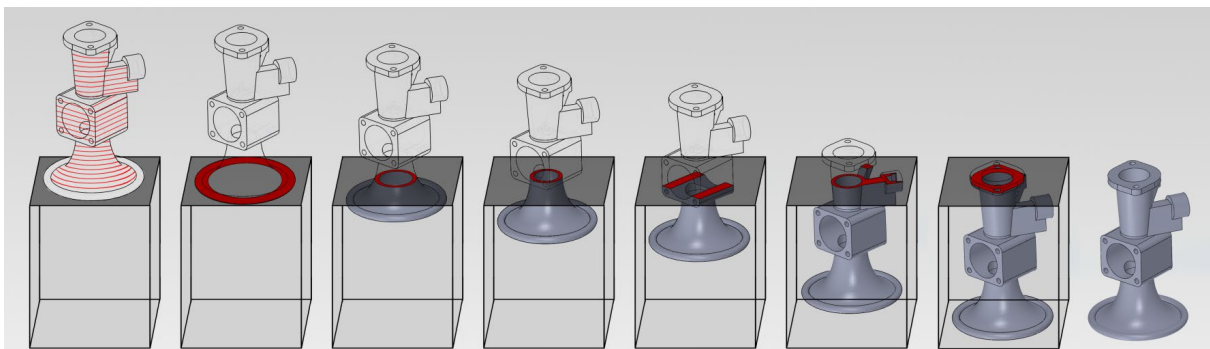


ADDITIVE / GENERATIVE FERTIGUNGSVERFAHREN

Diese Bezeichnungen oder auch 3D-Druck (engl.: additive manufacturing) werden häufig synonym verwendet. Ein älteres Verfahren ist die Stereolithographie, jüngere sind das selektives Laserschmelzen/-sintern, PolyJet/MultiJet Modeling oder auch.

Beschreibung

Bei diesen Verfahren handelt es sich um Technologien, bei denen Bauteile in Schichtbauweise hergestellt werden. Nachdem ein Bauteil zuerst im CAD konstruiert wurde, werden die CAD-Daten schichtweise aufbereitet (siehe im Bild unten ganz links). Der aufbereitete Datensatz wird dann an den 3D-Drucker übertragen und anschließend Zug um Zug in Schichten aufgetragen (siehe Bild unten) - bis das Bauteil fertig ist und direkt verwendet werden kann.



Quelle: Häfele/Griebsch

Vorteile

Einzigartig sind die additiven Fertigungsverfahren mit Blick auf die konstruktive Freiheit. Sowohl bionische, innenliegende Strukturen als auch die schnelle, endkonturnahe Fertigung ohne Werkzeuginvestitionen können nur auf diese Weise hergestellt werden. Die Herstellkosten für Stückzahl 1 sind daher konkurrenzlos günstig, wodurch individualisierte Produkte wettbewerbsfähig werden.

Vielfalt

Die Werkstoffauswahl ist groß. Mit Schwerpunkt handelt es um Metalle und Kunststoffe, welche im Regelfall als Pulver oder Draht verarbeitet werden. Je nachdem, aus welchem Material ein 3D-Objekt dann hergestellt werden soll, kommen unterschiedliche Fertigungsverfahren zum Einsatz. Diese werden ständig weiterentwickelt und optimiert. Unser Knowhow, unsere Anwendungen sowie unsere Materialauswahl konzentrieren sich auf folgende vier Verfahren:

1. Fused Deposition Modeling (für die Bearbeitung von Kunststoffen)
2. Selektives Lasersintern (für die Verarbeitung von Kunststoffen)
3. Selektives Laserschmelzen (für die Verarbeitung von Metallen)
4. Laserauftragsschweißen (für die Bearbeitung von Metallen)

1. Fused Deposition Modeling (=Fused Filament Fabrication)

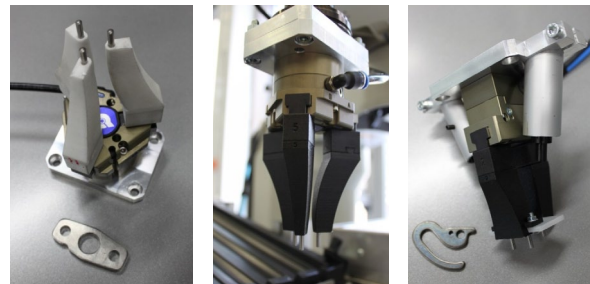
Beim Fused Deposition Modeling (FDM) wird ein Kunststoffdraht durch eine beheizte Düse extrudiert, dadurch verflüssigt und über die Steuerung des 3D-Druckers Zeile um Zeile lagegenau in XY-Richtung exakt positioniert. Nach Aushärten des Materials wird die Arbeitsebene in Z-Richtung („nach oben“) verschoben, wodurch 3-dimensionale Bauteile entstehen – sowohl in Vollmaterialbauweise als auch Hohlkörper mit teilweise dünnen Wandstärken

hergestellt werden können. Der Vorteil von FDM sind die günstigen Kosten für Drucker (siehe Bild unten links) und Material. Nachteilig sind Mindestwandstärken in Höhe des Drahtdurchmessers sowie evtl. notwendige Stützstrukturen bei auskragenden Bauteilbereichen.



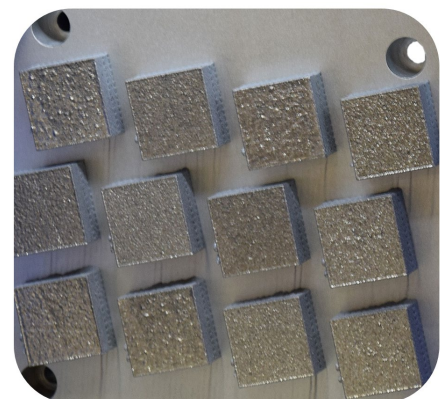
2. Selektives Lasersintern

Beim selektiven Lasersintern (SLS; Bild oben rechts) wird pulverförmiges Materialien aus Kunststoff – teilweise vorgeheizt – mittels Laserstrahl aufgeschmolzen. Wie das Bild oben rechts zeigt, wird das bereitgestellte Pulver über eine Abziehrakel von der Versorgungsseite auf die Produktionsseite transportiert, wo dieses dann gemäß CAD-Datensatz vom Laserstrahl aufgeschmolzen wird. Anschließend beginnt der Zyklus für die nächste Schicht, indem sich der Hubtisch auf der Versorgungsseite nach oben und auf der Produktionsseite nach unten bewegt, bevor das Rakel wieder mit seinem Pulvertransport beginnt. Das Bild unten links zeigt bionische Grundstrukturen sowie eine damit aufgebaute Schuhsohle und rechts drei, über Nacht hergestellte Robotergriffe. Die schnelle Reaktionsfähigkeit ermöglichte die Annahme eines Fertigungsauftrags für das Sortieren und Vermessen von acht unterschiedlichen Bauteilgeometrien.



3. Selektives Laserschmelzen

Wenngleich das Grundprinzip für das selektive Laserschmelzen (SLM; engl. „selective laser melting“) mit dem SLS-Verfahren (siehe Bild ganz oben rechts) identisch ist, unterscheidet es sich maßgeblich in zwei Punkten: die Laserstrahlquellen müssen eine größere Leistung aufweisen, um das Metallpulver aufschmelzen zu können und der Bauraum muss während der Fertigung mit einem Schutzgas gefüllt sein, um die Oxidation des Metallpulvers zu verhindern. Zudem müssen - im Gegensatz zum SLS – die Bauteile auf einer Grundplatte aufgeschweißt (siehe Bild rechts) und im Regelfall auch mit Stützstrukturen ver-



sehen werden, um die Bearbeitungsqualität sicherzustellen. Insgesamt führt dies zu hohen Investitionskosten und auch höheren laufenden Kosten. Jedoch stehen diesem Sachverhalt unbestritten große Vorteile gegenüber, die vorgenannten Nachteile häufig aufwiegen: neben der, allen AM-Verfahren gemeinsamen, schnellen und werkzeuglosen Fertigung werden mit SLM Bauteilfestigkeiten erreicht, die vergleichbar mit dem Grundmaterial sind. Darüber hinaus ist die Umsetzung von bionischen Innenstrukturen oder von innenliegende Kühlkanäle möglich sowie Finishing-Verfahren wie Drehen, Fräsen und Gleitschleifen aber auch – wie von der Tec Man Saar auch angeboten wird – das PECM-Verfahren, d.h. eine elektromechanische Nachbearbeitung.

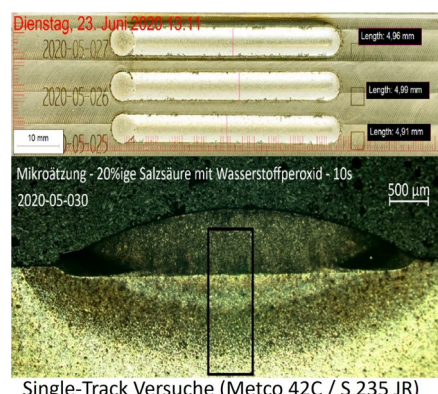
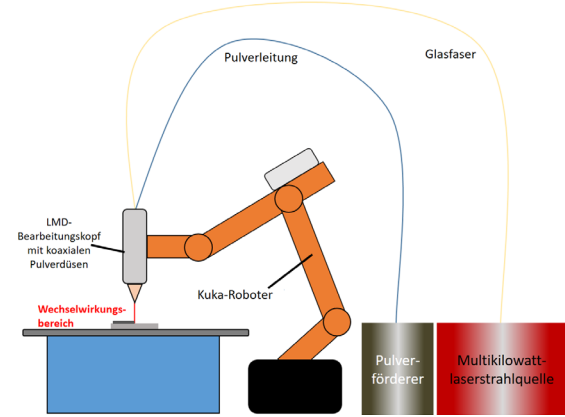
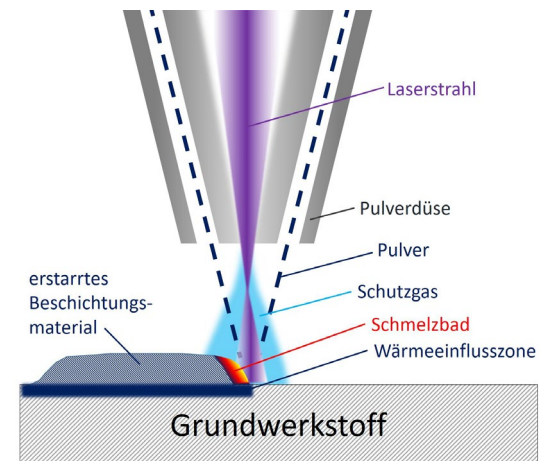
4. Laserauftragsschweißen

Beim Laserauftragsschweißen (engl.: „laser metal deposition“; LMD) kommt wiederum ein Laserstrahl mit großer Leistungsdichte zum Einsatz, sodass koaxial über die Pulverdüse zugeführtes Metallpulver aufgeschmolzen werden kann (siehe rechts, Bild oben).

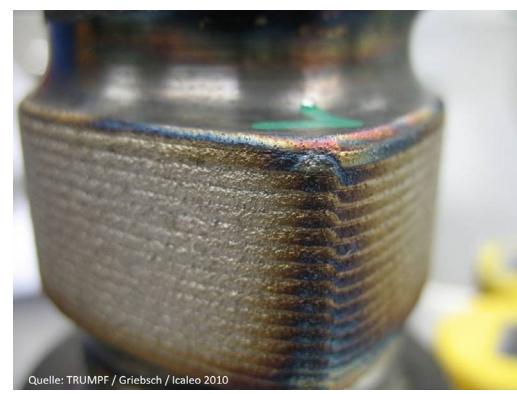
Da auch hier ein Mehrlagenauftrag möglich ist, d.h. auch beim LMD mehrere Schichten übereinander verbunden werden können, sind Geometrien großer Komplexität und Abmessungen herstellbar

Im Gegensatz zu den drei erstgenannten AM-Verfahren kann LMD durch das robotergeführte Handling (siehe rechts, 2. Bild von oben) einer 3-dimensionalen Bauteilkontur bereits während des Bearbeitungsprozesses folgen – was beispielsweise erlaubt, Umformwerkzeuge an ihren stark belasteten Ziehraden als schnelle und kostengünstige Reparaturlösung zu beschichten.

Ebenfalls lassen sich Metalle unterschiedlicher Eigenschaften miteinander verbinden, um beispielsweise Verschleiß- und Korrosionsschutzschichten herzustellen. Der Vorteil dabei ist, dass nicht das gesamte Bauteil generativ hergestellt werden muss sondern auf einen günstigen und unter Umständen minderwertigeren Grundwerkstoff höherwertige Materialien aufgetragen werden können. Dieser Sachverhalt ist im Bild unten links dargestellt, ein Anwendungsbeispiel hierzu im Bild unten rechts.



Single-Track Versuche (Metco 42C / S 235 JR)



Quelle: TRUMPF / Griebisch / Icalco 2010