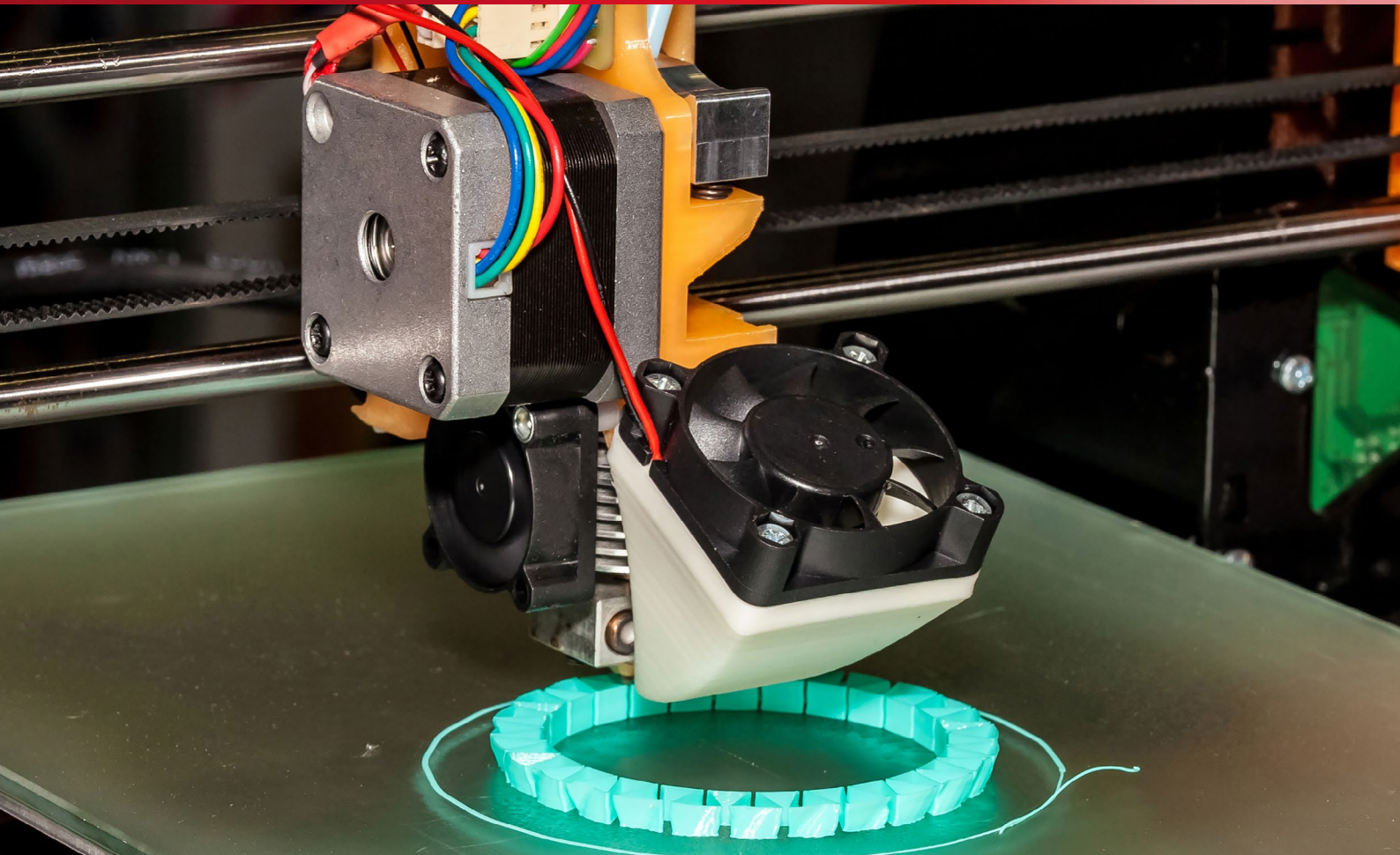


Mittelstand-Digital
**Zentrum
Handwerk**



Additive Fertigung (3D-Druck) im Handwerk

Bauteile, Ersatzteile, Prototypen und Produkte schnell,
flexibel und kosteneffizient produzieren

Mittelstand-
Digital 

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

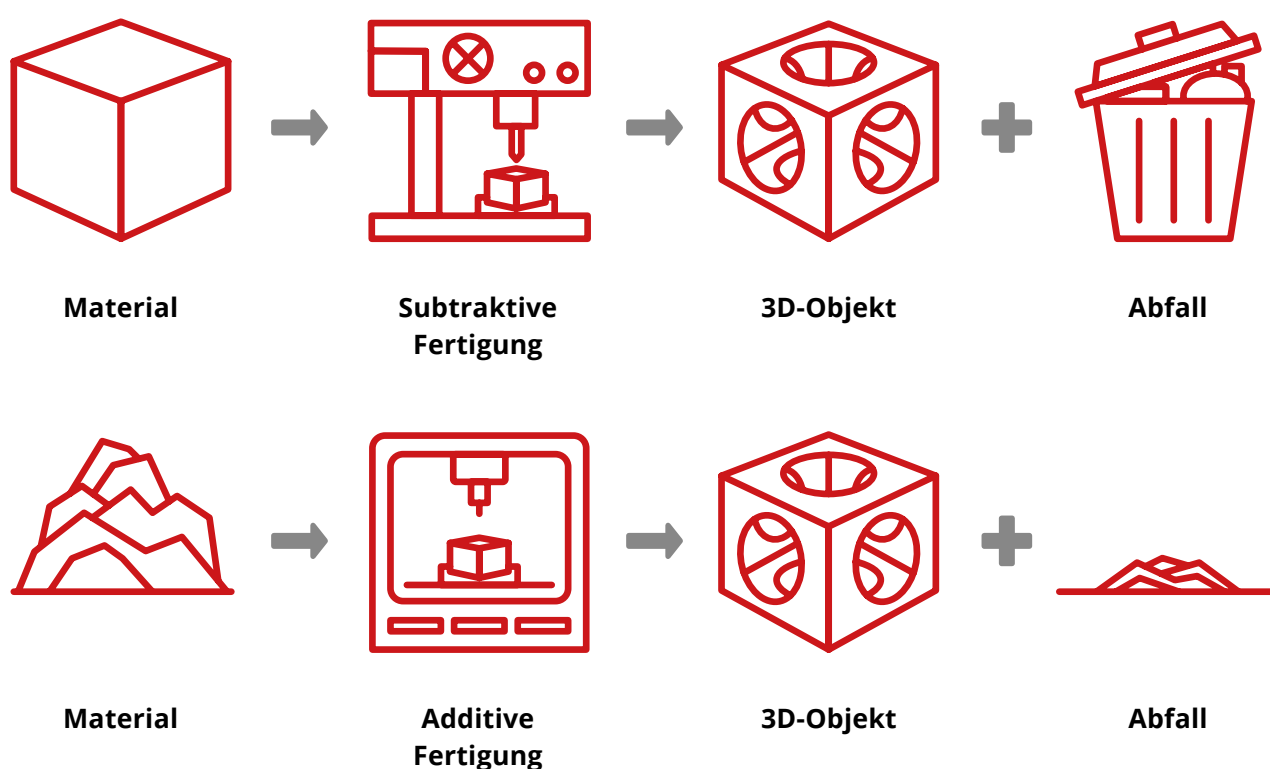
Die Additive Fertigung, oft auch einfach 3D-Druck genannt, ist mittlerweile als innovatives und zuverlässiges Werkzeug in vielen Unternehmen etabliert. Dennoch sind sich Handwerksbetriebe oft nicht bewusst, was dieses Fertigungsverfahren gerade auch im Handwerk leisten kann. In den vergangenen Jahren hat sich die 3D-Drucktechnik zudem stark weiterentwickelt. Dieses Themenheft bietet eine Übersicht über die verschiedenen Drucktechniken, deren Vor- und Nachteile sowie die Anwendungsbereiche im Handwerk.

Inhaltsverzeichnis

Was ist Additive Fertigung (3D-Druck)?	3
Welche Vorteile bietet die Additive Fertigung für meinen Betrieb?	4
Die 7 wichtigsten Arten der Additiven Fertigung	6
▪ Badbasierte Photopolymerisation (Vat Polymerisation)	7
▪ Material-Extrusion	8
▪ Freistrahlmaterialeauftrag (Material Jetting)	9
▪ Freistrahlbindermittelauftrag (Binder Jetting)	10
▪ Pulverbettfusion (Powder Bed Fusion)	11
▪ Gerichtete Energiedeposition (Directed Energy Deposition (DED))	12
▪ Schichtlaminierung (Sheet Lamination)	13
Materialien, die in der Additiven Fertigung verwendet werden	14
Wie starte ich mit Additiver Fertigung in meinem Betrieb?	15
Wie sieht die Zukunft von Additiver Fertigung aus?	16
Weiterführende Links	17
Ansprechpartner	18
Das Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk	18
Impressum	21

Was ist Additive Fertigung (3D-Druck)?

Bei der Additiven Fertigung, oft auch einfach 3D-Druck genannt, werden Objekte durch schichtweises Hinzufügen von Material schrittweise aufgebaut. Im Vergleich zu subtraktiven (abtragenden) Fertigungsmethoden wie etwa CNC-Maschinen entsteht dabei kaum Abfall und der Ressourceneinsatz ist geringer. Außerdem werden keine Guss-, Stanz- oder Pressformen oder sonstigen Werkzeuge benötigt, da der Werkstoff genau dort aufgebracht werden kann, wo er benötigt wird. Additive Fertigung ermöglicht die Herstellung komplexer Formen und Strukturen, die mit subtraktiven Techniken schwer oder gar nicht zu erreichen wären.



Es gibt unterschiedliche Verfahren der Additiven Fertigung. Was sie alle gemein haben, ist die dahinter liegende Prozesskette: Zunächst wird ein **digitales Modell** des zu fertigenden Objekts erstellt. Dieses wird dann mit einer speziellen Software („**Slicer**“ genannt) in horizontale Schichten zerlegt und in Anweisungen für den 3D-Drucker übersetzt. Anschließend wird das Objekt **Schicht für Schicht** „gedruckt“.

Mittlerweile trifft man auf viele, teils herstellereigenspezifische Verfahren mit ihren je eigenen Vor- und Nachteilen und Eigenarten. Doch im Grunde genommen lassen sich alle Formen des 3D-Drucks in sieben Arten unterteilen.

Wie jedes gute Werkzeug muss auch die Additive Fertigung an der richtigen Stelle eingesetzt werden, um ihre volle Wirkung zu entfalten. Im Folgenden stellen wir die Vor- und Nachteile sowie die handwerklichen Anwendungsbereiche der verschiedenen Arten der Additiven Fertigung im Detail vor.

Welche Vorteile bietet die Additive Fertigung für meinen Betrieb?

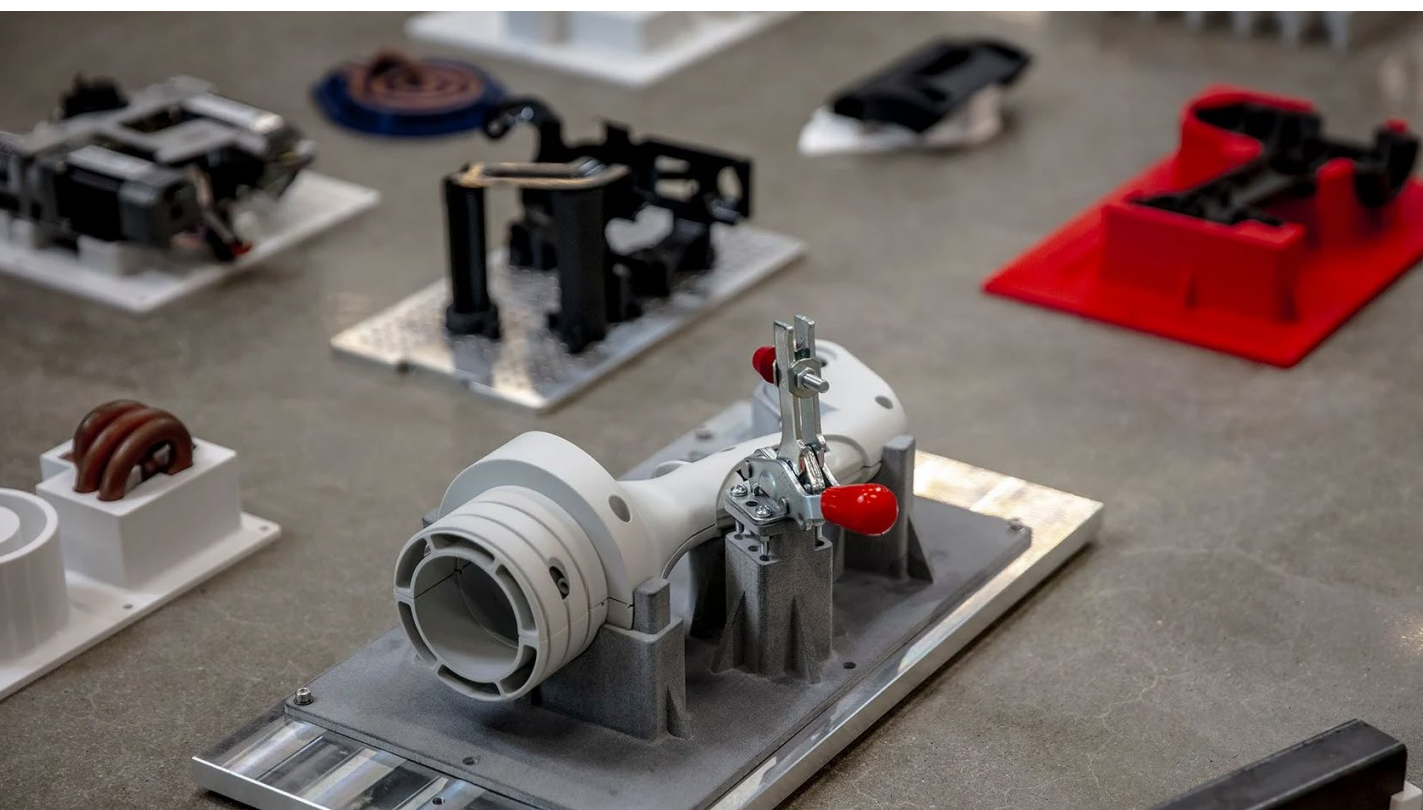
Hier erfahren Sie, welche allgemeinen Vorteile das Verfahren der Additiven Fertigung im Handwerk bietet. Informationen zu den konkreten Vor- und Nachteilen sowie zu Anwendungsfällen der verschiedenen 3D-Druck-Verfahren erhalten Sie im nachfolgenden Abschnitt „Die 7 wichtigsten Arten der Additiven Fertigung“.

Einer der Hauptvorteile der Additiven Fertigung ist die Möglichkeit, benötigte Teile direkt vor Ort und auf Abruf zu fertigen. Dies reduziert die **Lagerkosten** sowohl für Rohmaterial als auch für fertige Produkte und verkürzt **Lieferzeiten** von Tagen oder Wochen auf wenige Stunden. Wenn bestimmte **Bau- und Ersatzteile nicht mehr erhältlich sind**, bietet der 3D-Druck dieser Teile eine praktikable und schnelle Lösung.

Die Produktentwicklung profitiert ebenfalls durch eine **zügige Erstellung von Prototypen**. Prototypen durchlaufen rasche Iterationen aus Entwurf, Druck, Test und Anpassung. Bei der **Kommunikation mit KundInnen** erweisen sich gedruckte 1:1- oder Maßstabsmodelle als unschätzbar wertvoll.

Sie erleichtern die Besprechung von Entwürfen, minimieren Kommunikationsfehler und sorgen dafür, dass KundInnen genau wissen, was sie am Ende des Prozesses erwartet. Dadurch können auch **kostspielige Nacharbeiten vermieden** werden.

Für **Kleinserien** entfällt die Notwendigkeit von Spritzgussformen, was die Produktion auch für kleinere Unternehmen wirtschaftlich macht. Zudem ermöglicht der 3D-Druck die **Individualisierung** jedes Teils einer Serie, da Anpassungen digital und nicht durch physische Werkzeuge vorgenommen werden.



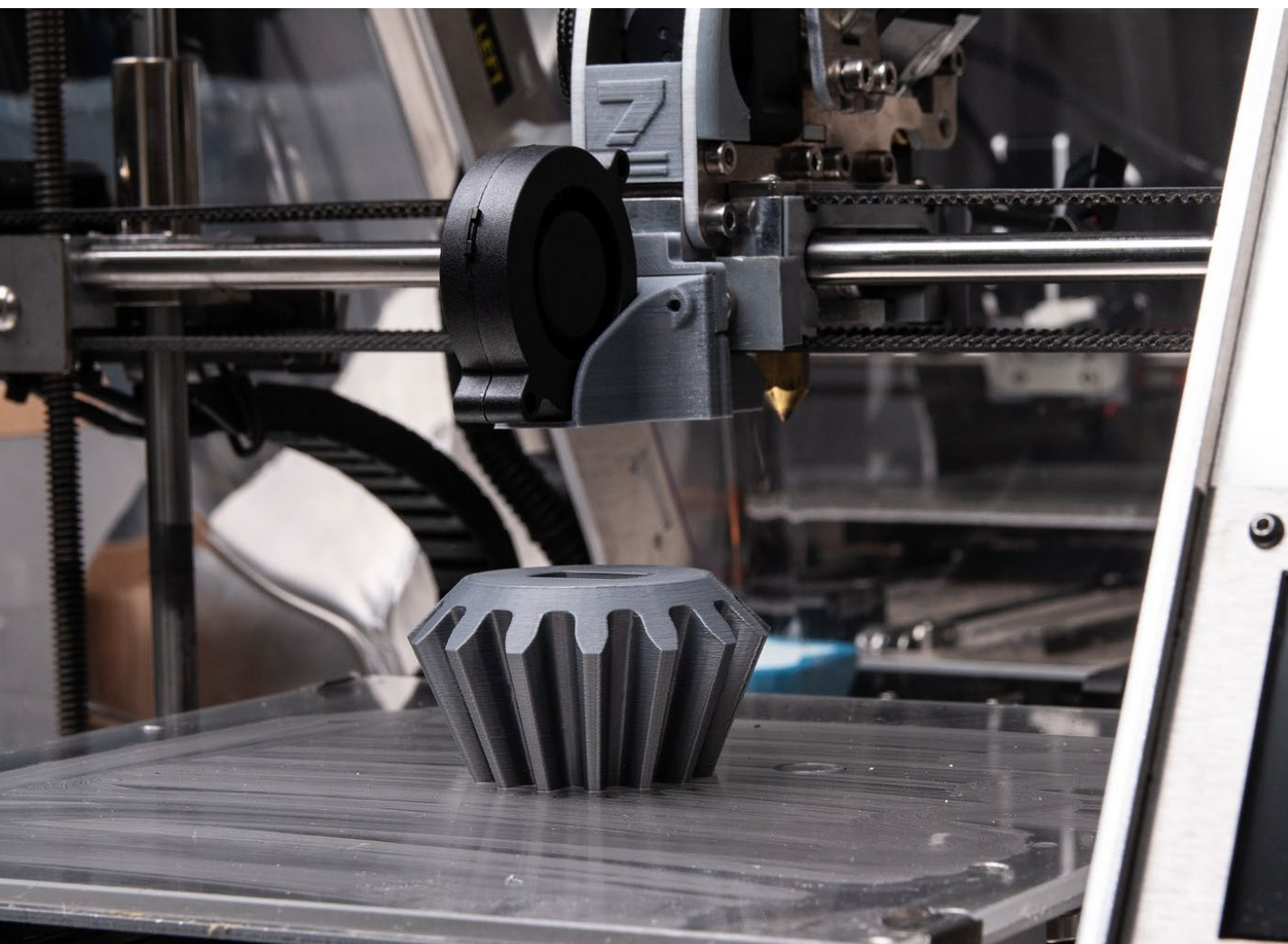
Trinckle Fixturemate zur automatisierten Erstellung von Haltevorrichtungen – Quelle: trinckle 3D GmbH

Auch in Zusammenarbeit mit einem **Dienstleister** müssen beispielsweise keine 10.000 Stück auf einmal abgenommen werden, sondern vielleicht nur die 700 Stück, die im Monat tatsächlich gebraucht werden. Auch innerhalb der Auslieferungszeit können noch **nachträglich Änderungen** am Datensatz vorgenommen werden, da nur das digitale Modell ausgetauscht und kein Werkzeug verändert werden muss. Praktische Erfahrungen, die bei einer Produktion in größerem Maßstab oder über Zeit entstehen, können so direkt in ein besseres Produkt einfließen.

Die Annahme, 3D-Druck sei nicht für größere Serien geeignet, ist überholt. Verfahren wie Binder Jetting ermöglichen eine **kostengünstige Produktion in großen Stückzahlen**. Auch beim Material-Extrusions-Verfahren ist eine Skalierung durch Druckerfarmen möglich. Diese Flexibilität erlaubt es, nur die Teile zu drucken, die kurzfristig benötigt werden, und direktes **Kundenfeedback** sofort in Produktverbesserungen einfließen zu lassen.

Schließlich eröffnet der schichtweise Aufbau von Objekten in der Additiven Fertigung die Möglichkeit, **komplexe Geometrien** und Produktoptimierungen zu realisieren. Baugruppen, die bisher aufwendig montiert werden mussten, können nun als Einzelteil gedruckt werden. Auch komplexe Funktionen wie effiziente Kühlkanäle oder **bewegliche Elemente** können direkt im Druckobjekt integriert werden.

Zusammenfassend ermöglicht der 3D-Druck eine **schnellere, flexiblere** und **kosteneffizientere** Arbeitsweise. Er dient nicht nur als Produktionswerkzeug, sondern auch als Katalysator für **Innovation** und **Individualisierung**, und erlaubt es, kreativ zu werden und maßgeschneiderte Produkte zu entwickeln.



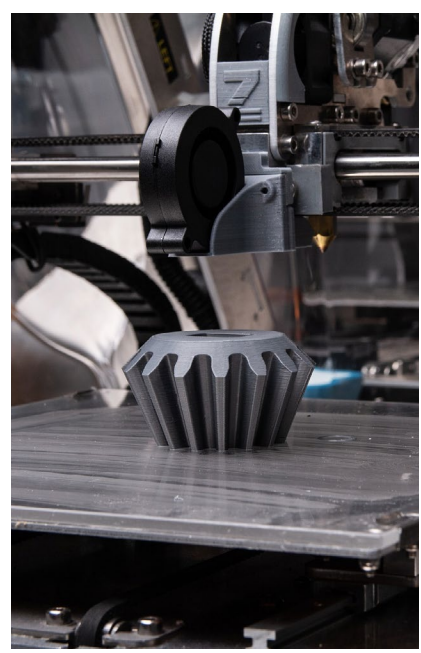
Die 7 wichtigsten Arten der Additiven Fertigung

Badbasierte Photopolymerisation (Vat Polymerisation)



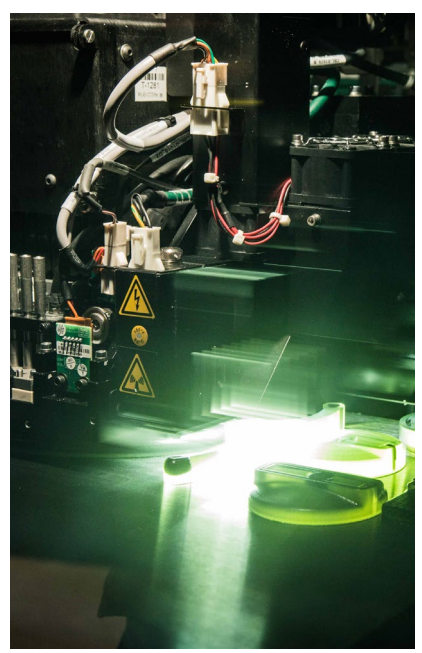
Quelle: formlabs.com/3d-printers

Material-Extrusion



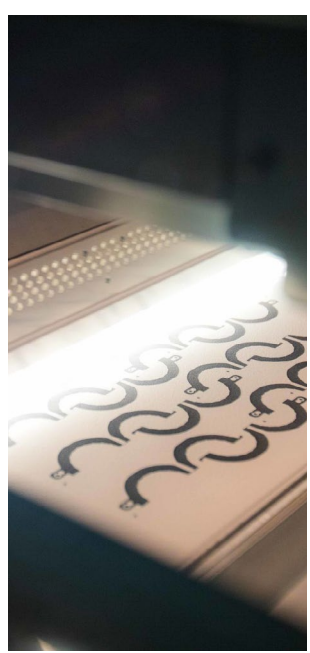
Quelle: Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk

Freistrahl-Materialauftrag (Material Jetting)



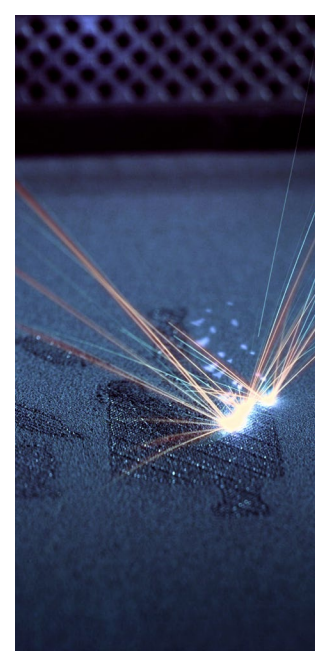
Quelle: protolabs.com

Freistrahl-Bindemittelauftrag (Binder Jetting)



Quelle: protolabs.com

Pulverbettfusion (Powder Bed Fusion)



Quelle: EOS

Gerichtete Energiedeposition (Directed Energy Deposition (DED))



Quelle: TRUMPF Gruppe

Schichtlaminiierung (Sheet Lamination)



Quelle: mechasys.de

Badbasierte Photopolymerisation (Vat Polymerisation)

Varianten des Verfahrens: Stereolithografie (SLA), Digital Light Processing (DLP)

Die Stereolithografie, ein Pionier der additiven Fertigung, wurde erstmals 1986 patentiert und arbeitet mit flüssigem Harz in einer Wanne („vat“), das unter UV-Licht ausgehärtet wird. Durch die gezielte Belichtung entstehen Objekte schichtweise mit einer beeindruckenden Oberflächenqualität und Detailgenauigkeit. Moderne Geräte, einschließlich solcher für die Heimanwendung, erreichen Auflösungen bis zu 0,035 mm in der horizontalen Ebene im dreidimensionalen Bauraum und 0,05 mm in der Vertikalen.

Vor- und Nachteile:

Dieses Verfahren eignet sich hervorragend für Teile, die **feine Details** und eine **hohe Oberflächenqualität** erfordern, und ermöglicht sogar die Herstellung transparenter Teile. Allerdings benötigen die Objekte nach dem Druck eine **Nachhärtung** in einer UV-Kammer und eine **Reinigung** in einem geeigneten Lösungsmittel.

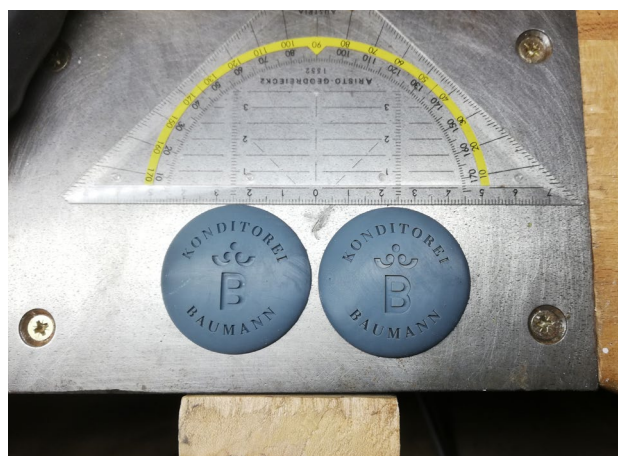
Anwendungsbereiche:

In der Praxis wird die hohe Präzision der Vat Polymerisation in verschiedenen Bereichen genutzt. Im **Dentalbereich** dient sie zur Herstellung maßgefertigter Zahnmodelle, Kronen und Brücken. Im **Schmuckdesign** ermöglicht sie die Kreation filigraner und komplexer Stücke, die traditionelle Methoden übertreffen. Zudem revolutioniert sie das **Konditorei-Gewerbe**, indem sie es KonditorInnen erlaubt, individuell gestaltete Pralinenformen mit feinsten Details zu produzieren.



Feinteilige Schmuckkreationen aus dem 3D-Drucker –

Quelle: (c) Prusa Research – prusa3d.com



Pralinenmodelle mit integrierten Entlüftungsstrukturen für das Tiefziehen von Gussformen – Quelle: Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk

Material-Extrusion

Varianten des Verfahrens: Fused Filament Fabrication (FFF), Fused Deposition Modeling (FDM)

Das Material-Extrusions-Verfahren ist eines der vielseitigsten und verbreitetsten 3D-Druckverfahren. Es funktioniert, indem thermoplastisches Material oder andere teigartige Substanzen durch eine Düse gepresst und Schicht für Schicht aufeinandergelegt werden. Das Verfahren nutzt eine Vielzahl von Materialien, von einfachen Kunststoffen bis hin zu High-Tech-Polymeren. Auch spezielle Materialien wie Ton, Beton, Silikon, Kompositwerkstoffe, Schokolade oder andere Lebensmittel können verwendet werden. Für die Verarbeitung einiger Materialien sind spezielle Drucker notwendig.

Vor- und Nachteile:

Das Material-Extrusions-Verfahren ist für seine Benutzerfreundlichkeit und Kosteneffizienz bekannt und beliebt. Auflösung und Genauigkeit sind im Vergleich zu anderen 3D-Druckmethoden manchmal geringer, da diese durch den Durchmesser der Düse begrenzt sind. Die **Vielfalt der verwendbaren Materialien** und die **Skalierbarkeit der Maschinen** erlauben Anwendungen von der Produktion kleiner technischer Teile bis hin zum Druck ganzer Häuser.

Anwendungsbereiche:

Das Verfahren wird im **Prototypenbau** eingesetzt, um schnell und kostengünstig Designmodelle zu Test- und Kommunikationszwecken zu erstellen. Im **Bildungsbereich** fördert es praktisches Lernen durch neue Lehrmittel und experimentelle Projekte. Im **Hobby- und DIY-Bereich** ermöglicht es die Herstellung personalisierter Gegenstände. Einer der Hauptanwendungsfälle ist die Erstellung **individueller Modelle, Werkzeuge und Halterungen** für die Produktion.

Ein neuer Trend ist das Drucken von **komplexen Metallobjekten**. Hierzu wird das Objekt zunächst mit einem Gemisch aus Kunststoff und Metallpulver gedruckt. Anschließend wird das gedruckte Objekt so stark erhitzt, dass der Kunststoff verbrennt oder verdunstet und sich die Metallpartikel verbinden (versintern). Am Ende bleibt ein festes Metallteil zurück, das genau die gewünschte Form hat.



Individuelle Schokoladenkreationen durch das Material-Extrusions-Verfahren – Quelle: Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk



Im Material-Extrusions-Verfahren gedruckte Füllstrukturen für leichte und dennoch stabile Konstruktionen –

Quelle: BigREP GmbH, Lizenz: creativecommons.org/licenses/by/2.0

Freistrahlmaterialeauftrag (Material Jetting)

Varianten des Verfahrens: PolyJet, Multi Jet Printing (MJP), Drop On Demand (DOD), PolyJet Modeling (PJ)

Material Jetting ist eine fortschrittliche 3D-Drucktechnik, die nach dem Prinzip eines herkömmlichen Tintenstrahldruckers arbeitet. Bei diesem Verfahren werden flüssige Materialien, meist Photopolymere, schichtweise auf eine Bauplattform gespritzt und durch UV-Licht gehärtet.

Vor- und Nachteile:

Diese Methode erlaubt den Druck von Objekten mit hoher **Auflösung, komplexen Geometrien** sowie **feinen Details** und **glatten Oberflächen**. Besonders hervorzuheben ist die Fähigkeit des Material Jettings, Objekte in „**Vollfarbe**“, das heißt in beliebigen Farben und Farbverläufen, und mit mehreren **Materialien gleichzeitig** zu drucken, was eine breite Palette an Farben und Materialkombinationen ermöglicht. Als eine fortgeschrittene Variante der Stereolithografie bietet Material Jetting erweiterte Fertigungsmöglichkeiten für hochdetaillierte und ästhetisch anspruchsvolle Objekte, was es zu einer wertvollen Technologie in verschiedenen Handwerksbereichen macht. Material Jetting ist im Vergleich zu anderen 3D-Drucktechnologien oft teurer, da hochentwickelte Druckkopftechnologien und speziell entwickelte Materialien zum Einsatz kommen.

Anwendungsbereiche:

Im Handwerk wird das Material Jetting besonders in der **Zahntechnik** und **Medizin** für seine Fähigkeit geschätzt, hochpräzise Modelle zu erstellen. Diese Präzision ist entscheidend für die Herstellung maßgefertigter medizinischer und zahnmedizinischer Produkte. Im Produktdesign bietet das Verfahren die Möglichkeit, **präzise Prototypen** mit komplexen Geometrien, **Vollfarbe** und transparenten Teilen zu erstellen. Dies macht es zu einem unverzichtbaren Werkzeug für Designer, die ihre Entwürfe realitätsnah präsentieren möchten.



Durch lösliche Stützstrukturen werden Bauteile frei im Raum gehalten – Quelle: protolabs.com

Freistrahl-Bindemittelauftrag (Binder Jetting)

Varianten des Verfahrens: Multi Jet Fusion (MJF); ColorJet Printing (CJ)

Beim Binder Jetting wird ein flüssiges Bindemittel („binder“) auf eine Schicht aus pulverförmigem Material wie Metall, Sand, Keramik oder Kunststoff aufgesprüht. Wenn das Bindemittel auf das Pulver trifft, verbindet es dessen Partikel miteinander und bildet eine feste Schicht. Durch das wiederholte Auftragen von Schichten des Pulvermaterials und des Bindemittels baut sich das Objekt schichtweise auf.

Vor- und Nachteile:

Die Technik ermöglicht es, **komplexe Geometrien ohne Stützstrukturen zu drucken**, was besonders für die Herstellung von Teilen mit Hohlräumen oder Überhängen nützlich ist. Eine Besonderheit des Binder Jettings ist die Möglichkeit, **mehrfarbige Objekte** zu erstellen, indem Farbstoffe in das Bindemittel eingearbeitet werden. Das Binder Jetting eignet sich aufgrund seiner Geschwindigkeit besonders für die **schnelle Herstellung von größeren Teilen**, Prototypen oder auch Serien, z. B. für architektonische Modelle, künstlerische Projekte und lebensechte Prototypen.

Nach dem Druckvorgang benötigen die gedruckten Objekte eine **Nachbehandlung**, um ihre endgültige Festigkeit zu erreichen. Hierzu werden die Objekte im Ofen entweder gesintert oder infiltriert. **Sintern** bedeutet, dass die Objekte unter Hitzeeinwirkung verdichtet und verfestigt werden. **Infiltrieren** bedeutet, dass ein Metall oder anderes Bindemittel in die Poren des Objekts eingebracht wird. Diese Nachbearbeitungen verleihen den Teilen zusätzliche Festigkeit und strukturelle Integrität.

Anwendungsbereiche:

In der Praxis wird Binder Jetting in verschiedenen Bereichen eingesetzt. Im Bereich der **Gussformen- und Kernherstellung** ist es für die Produktion von Sandformen für Metallgussanwendungen von Bedeutung. In der **Architektur** wird es zur Herstellung detaillierter Modelle von Gebäuden und Anlagen genutzt. Die Fähigkeit, farbige Objekte in hoher Auflösung zu drucken, macht es auch für **vollfarbige Prototypen** unverzichtbar, die zur visuellen Präsentation und Designbewertung dienen. Ein kreativer Einsatzbereich findet sich in der **Konditorei**, wo Binder Jetting für die Erstellung personalisierter Vollfarb-3D-Portraits, wie z. B. von Brautpaaren auf Hochzeitstorten, verwendet wird. Diese Nutzung ermöglicht es Konditoren und Konditorinnen, ihre Backkunstwerke auf ein personalisiertes und ästhetisch anspruchsvolles Niveau zu heben.



Nicht nur fertige Bauteile können gedruckt werden, auch Gussformen bieten viel Potenzial –

Quelle: O. K. Foundry Company, Inc.

Pulverbettfusion (Powder Bed Fusion)

Varianten des Verfahrens: Laser Sintering, Selective Laser Sintering (SLS), Direct Metal Laser Sintering (DMLS), Electron Beam Melting (EBM)

Beim Powder-Bed-Fusion-Verfahren wird ein feines Pulvermaterial in Schichten auf eine Bauplattform aufgetragen und dann durch einen leistungsstarken Laser oder Elektronenstrahl selektiv verschmolzen oder gesintert.

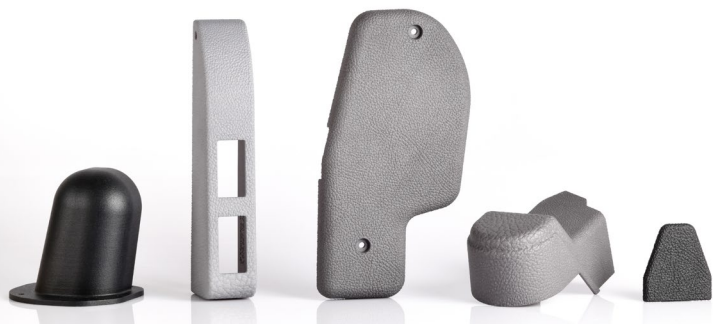
Vor- und Nachteile:

Dieses Verfahren ermöglicht die Produktion von **Teilen mit hoher Dichte** und starker **mechanischer Festigkeit** und ist besonders effektiv bei Materialien mit hohen Schmelzpunkten wie Titan oder Edelstahl. Das Powder-Bed-Fusion-Verfahren eignet sich ideal für die **präzise Herstellung** komplexer Teile aus **Metall** oder **Kunststoff**.

Nach dem Druckprozess sind oft umfangreiche **Nachbearbeitungen** notwendig. Dazu gehört die Entfernung von überschüssigem Pulver sowie eine Wärmebehandlung und Oberflächenveredelung, um die gewünschten mechanischen Eigenschaften und Oberflächenqualitäten zu erreichen.

Anwendungsbereiche:

Das Powder-Bed-Fusion-Verfahren wird in Bereichen eingesetzt, in denen Präzision, Festigkeit und Materialvielfalt entscheidend sind – beispielsweise in der **Luft- und Raumfahrtindustrie**, wo es für die Herstellung komplexer und leichter Bauteile wie Turbinenschaufeln verwendet wird. Diese Teile profitieren von der Kombination aus hoher Festigkeit und geringem Gewicht. Im **medizinischen Sektor** ermöglicht das Verfahren die Fertigung maßgeschneiderter Implantate und orthopädischer Hilfsmittel, die individuell an die Bedürfnisse der Patienten und Patientinnen angepasst sind. Auch im **Werkzeug- und Formenbau** findet es Anwendung, um komplexe Werkzeuge und Formeinsätze mit integrierten Kühlkanälen oder speziellen geometrischen Eigenschaften zu produzieren.



Im Powder-Bed-Fusion-Verfahren können aus Metallen oder Kunststoffen komplexe Objekte entstehen – Quelle: EOS



Neue, hochkomplexe Geometrien sind möglich – Quelle: TRUMPF Gruppe

Gerichtete Energiedeposition (Directed Energy Deposition (DED))

Varianten des Verfahrens: Direct Metal Deposition (DMD), Metall-Pulver-Auftragsverfahren (MPA), Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM)

Das Directed-Energy-Deposition-Verfahren (DED) ist eine fortgeschrittene 3D-Drucktechnik, die sich hauptsächlich in der Metallverarbeitung etabliert hat. Ein Werkstoff wird, meist in Draht- oder Pulverform, direkt in eine Düse eingespeist und durch einen Laserstrahl, Elektronenstrahl oder eine andere Wärmequelle geschmolzen und gleichzeitig aufgetragen.

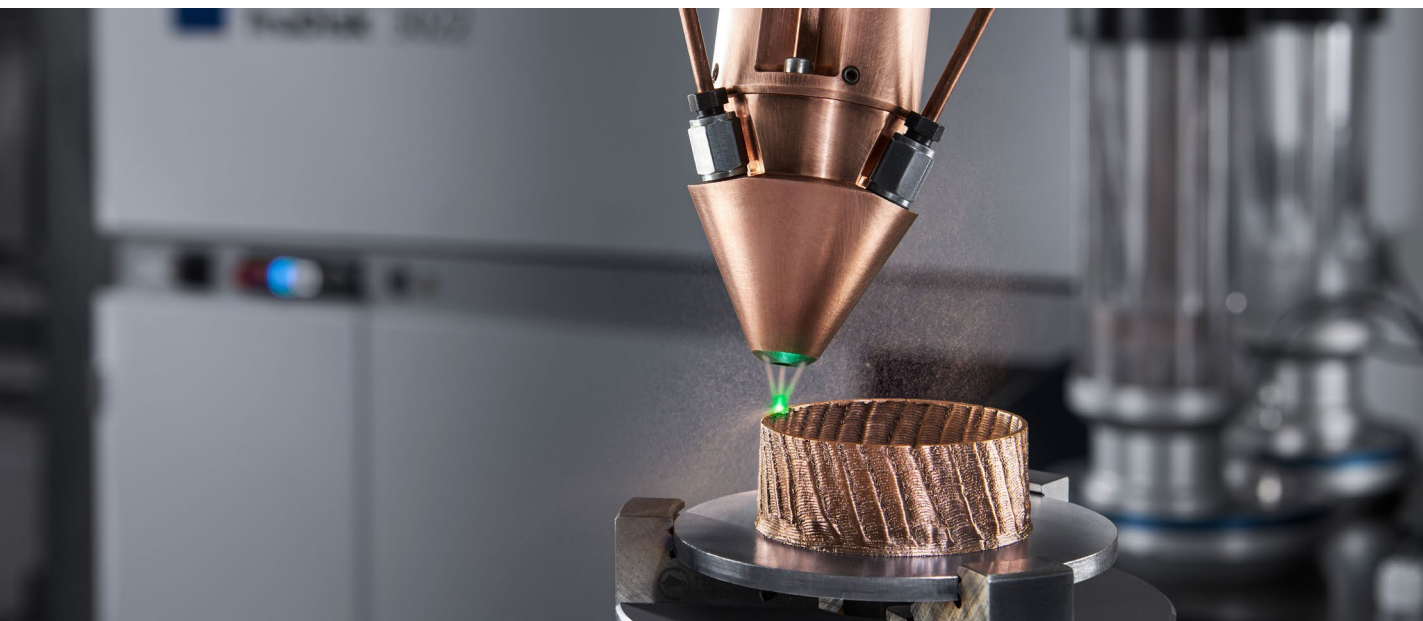
Vor- und Nachteile:

DED ermöglicht die Herstellung sehr großer Bauteile und bietet die einzigartige Möglichkeit, **Reparaturen und Erweiterungen an existierenden Komponenten** direkt vor Ort durchzuführen. Zudem kann das Verfahren **mehrere Materialien** in einem Druckprozess verwenden, was das Auftragen von verschleißfesten Schichten auf Funktionsflächen ermöglicht. Es ist besonders geeignet für Anwendungen, die eine hohe **Anpassungsfähigkeit an komplexe Formen** erfordern.

DED ist eine **kostenintensive** Technologie, die viel Energie für das Schmelzen der Metalle und spezialisiertes Fachwissen für die Prozesskontrolle erfordert. Die nach dem Druckprozess notwendigen Nachbearbeitungsschritte können aufwendig sein, vor allem wenn eine hohe Oberflächenqualität oder enge Toleranzen erforderlich sind.

Anwendungsbereiche:

DED wird häufig in der **Luft- und Raumfahrt**, im Energieanlagenbau und in der **Herstellung großer Werkzeuge** eingesetzt. Im Bereich der **Reparatur und Instandhaltung** wird DED eingesetzt, um Verschleißteile in der Industrie zu restaurieren oder zu verstärken, was eine kosteneffiziente Alternative zum vollständigen Austausch der Teile darstellt. In der Herstellung ermöglicht das Verfahren die Fertigung komplexer Bauteile mit variierenden Materialeigenschaften, was besonders in der **Luft- und Raumfahrtindustrie** zur Produktion von maßgeschneiderten Teilen genutzt wird. Auch im **Werkzeug- und Formenbau** findet DED Anwendung, um spezielle Oberflächen oder Strukturen auf bestehende Komponenten aufzubringen, was deren Funktionalität und Lebensdauer erhöht.



Mit dem DED-Verfahren kann auf vorhandenen Bauteilen Metall aufgedruckt werden – Quelle: TRUMPF Gruppe

Schichtlaminierung (Sheet Lamination)

Varianten des Verfahrens: Laminated Object Manufacturing (LOM), Ultrasonic Additive Manufacturing (UAM), Metal Laminated Tooling (MELATO)

Beim Sheet-Lamination-Verfahren werden Schichten aus Papier, Metall- oder Kunststoffolie übereinandergelegt und miteinander verbunden, um nach und nach dreidimensionale Objekte zu erstellen. Jede Schicht wird entsprechend der Querschnittsform des Objekts zugeschnitten, oft mit einem Laser oder Messer, und dann auf die vorherige Schicht gepresst.

Vor- und Nachteile:

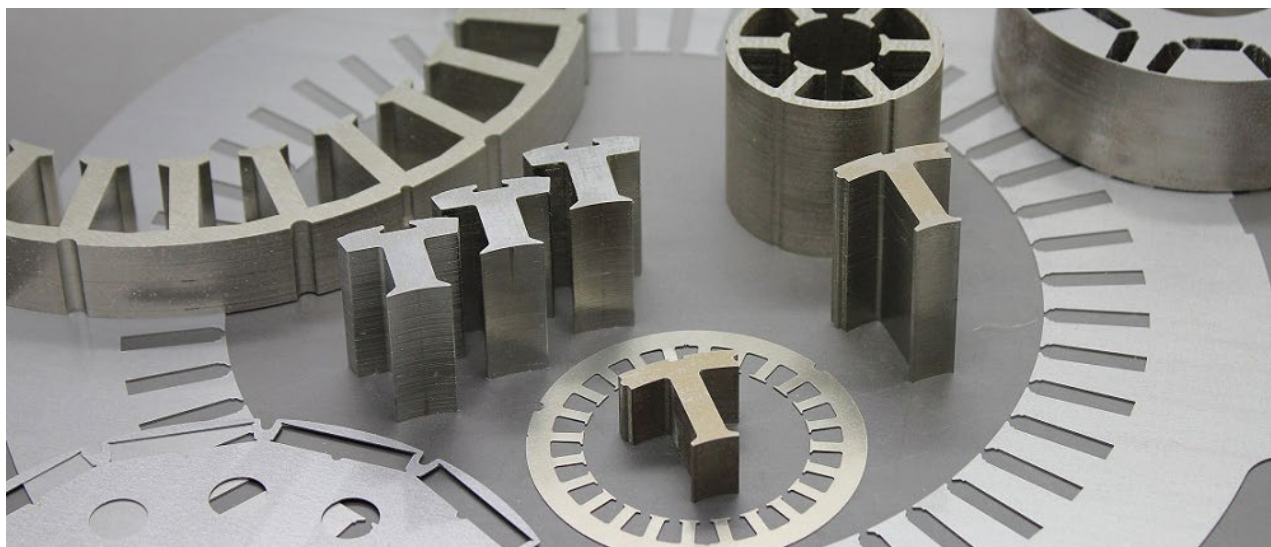
Diese Technik zeichnet sich durch ihre **schnelle Produktionsgeschwindigkeit** aus, insbesondere bei Verwendung von Papier oder dünnen Kunststofffolien, und ist für die Herstellung **großer und flacher Objekte** geeignet.

Für kleinere Teile kann der **Materialverbrauch** bei diesem Verfahren höher sein, da der Verschnitt, der dabei entsteht und entsorgt werden muss, größer ist. Die **mechanische Belastbarkeit** der erzeugten Teile ist häufig begrenzt und die **Auflösung** und **Detailgenauigkeit** können geringer sein als bei anderen additiven Fertigungsmethoden.

Nach dem Druck ist in der Regel eine **umfangreiche Nachbearbeitung** der gedruckten Objekte erforderlich, z. B. die Entfernung überschüssigen Materials und eine Oberflächenveredelung.

Anwendungsbereiche:

Im **Prototypenbau** wird Sheet Lamination eingesetzt, um schnell große Modelle zu erstellen, was in der Produktentwicklung und im Design besonders vorteilhaft ist. Die besondere Fähigkeit des Sheet-Lamination-Verfahrens liegt darin, **große Flächen** schnell und mit übersichtlichem Materialaufwand zu verarbeiten, was es ideal für **Großmodelle** und **Demonstrationsobjekte** macht.



Im Sheet-Lamination-Verfahren werden viele einzelne Lagen zu einem dreidimensionalen Objekt verbunden – Quelle: mechasys.de

Materialien, die in der Additiven Fertigung verwendet werden

Die Materialvielfalt im 3D-Druck hat sich in den letzten Jahren enorm erhöht. Neben gängigen **Kunststoffen** wie PLA, ABS und PETG sind nun auch **Hochleistungskunststoffe** wie PEEK, PEI und Nylon für spezialisierte Anwendungen verfügbar. Durch den Einsatz von **Komposit-Zuschlagstoffen** können Kunststoffteile sogar die Festigkeitswerte von Aluminium erreichen. Im Metallbereich sind **Aluminium, Titan, Kupfer** und **Edel- und Werkzeugstähle** in verschiedenen Legierungen Standard. Darüber hinaus gibt es spezialisierte Materialien wie **Verbundwerkstoffe, Harze, Beton, Keramiken, Holzfasern, Lebensmittel** und sogar **biologische Materialien** für medizinische Anwendungen.

Zu beachten ist, dass jedes Material seine eigenen Anforderungen in Bezug darauf mitbringt, für welchen Druckprozess es sich eignet und welche Objektstrukturen damit gedruckt werden können.

Materialien werden in der Regel in drei Formen genutzt: als Filament, d. h. als einzelner Faden, der auf einer Rolle aufgewickelt ist, als flüssiges Harz oder in Pulverform.



Quelle: EOS



Quelle: (c) Prusa Research – prusa3d.com

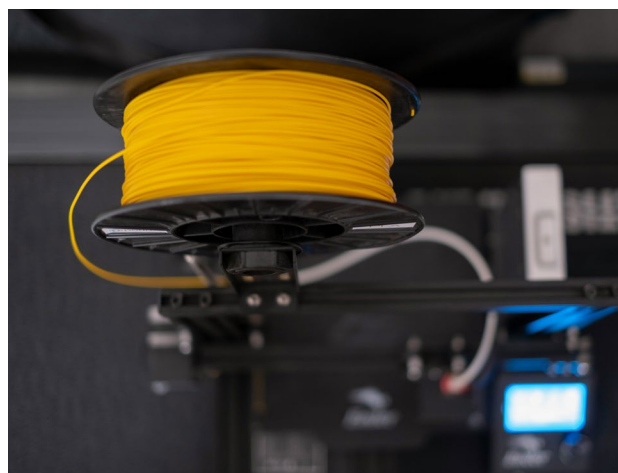


Foto von Osman Talha Dikyar auf Unsplash

Wie starte ich mit Additiver Fertigung in meinem Betrieb?

Der Einstieg in den 3D-Druck mag anfangs durch die Vielfalt der Techniken und die Komplexität des Themas herausfordernd wirken, doch auch im kleinen Rahmen kann er zu einer lohnenden Investition für Ihren Betrieb werden.

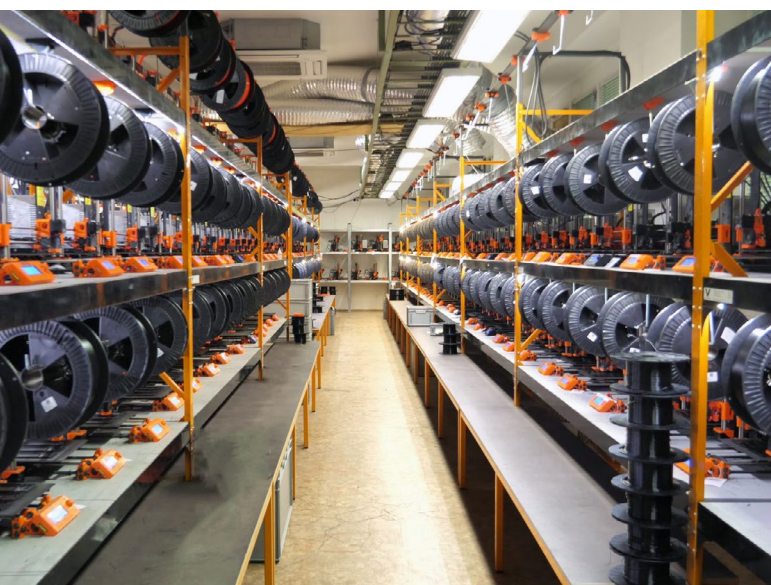
Der Schlüssel zum Erfolg liegt in **sorgfältiger Planung** und **Umsetzung**, egal ob es um Endprodukte, Prototypen oder individuelle Werkzeuge für interne Prozesse geht. Viele Plattformen und Dienstleister stellen bereits bestehende 3D-Modelle bereit. Aber das volle Potenzial des 3D-Drucks wird erst erschlossen, wenn **Modelle speziell für den eigenen Bedarf** im Betrieb entworfen werden. Anfangs können kleinere Anpassungen an bestehenden 3D-Modellen ausreichen, doch mit wachsender Erfahrung sollten immer mehr Prinzipien der „Gestaltung für die Additive Fertigung (DfAM)“ in Ihren Entwurfsprozess einfließen.

Jede der sieben Arten der Additiven Fertigung muss aus Fertigungssicht einzeln betrachtet werden, da jede eigene Anforderungen, Materialien, Vorteile und Nachteile mit sich bringt. **Stereolithografie (SLA)** und **Fused Deposition Modeling (FDM)** sind **einsteigerfreundliche** Techniken, für die es preiswerte und gute 3D-Drucker gibt. Material Jetting, verwandt mit SLA aufgrund der Verwendung ähnlicher Materialien, ist durch seine höhere Komplexität eher für fortgeschrittene AnwenderInnen geeignet. Verfahren, die mit Pulver arbeiten, erfordern wiederum ein völlig anderes Handling.

Die Erfahrungen, die auf kleineren **Einsteigermaschinen** gesammelt werden, sind auf größere, teurere Profimaschinen übertragbar. Sie können also gut im kleinen Maßstab üben und sich später professionalisieren. Ein einfacher und gleichzeitig lohnender Einstieg ist es, Prozesse und Werkzeuge in Ihrem Betrieb zu analysieren und neue **Werkstatthelfer, Halterungen, Vorrichtungen** und Ähnliches zu drucken. So lernen Sie den Umgang mit Material, Maschine und Modellierung für den 3D-Druck kennen und verbessern gleichzeitig einige Abläufe im Alltag. Dank des **geringen Investitionsrisikos** holen Sie sich viel Potenzial ins Haus, ohne ein großes finanzielles Risiko einzugehen.

Kleinere FDM- und SLA-Drucker ermöglichen einen kostengünstigen Einstieg, während Maschinen für den Metalldruck eine größere Investition erfordern. Daher kann es sinnvoll sein, zunächst mit **Dienstleistern für 3D-Druck** zusammenzuarbeiten, um Ihre Ideen auf Machbarkeit und Umsetzbarkeit hin zu prüfen.

Zudem ist die nahtlose **Integration des 3D-Drucks in Ihre bestehenden Betriebsprozesse** ein wichtiger Schritt. Dies beinhaltet nicht nur die räumliche Einbindung der Druckanlagen, sondern auch die Anpassung von Arbeitsabläufen, Qualitätskontrollen und Logistik. Es kann von Vorteil sein, einen **speziellen Bereich** nur für den 3D-Druck einzurichten, um die Effizienz zu steigern und Störungen im restlichen Betriebsablauf zu minimieren. Unabhängig von der gewählten Technologie ist die **Schulung der Mitarbeitenden** unerlässlich, insbesondere bei komplexeren Verfahren und Maschinen. Selbst für technisch versierte AnwenderInnen sind Schulungen oft unverzichtbar, um die Feinheiten des jeweiligen Verfahrens zu verstehen.



Schon einfache Drucker können professionelle und sogar skalierbare Ergebnisse liefern –

Quelle: (c) Prusa Research – prusa3d.com

Wie sieht die Zukunft von Additiver Fertigung aus?

Die Zukunft der additiven Fertigung verspricht nicht nur technische und medizinische Innovationen, sondern auch einen bedeutenden Beitrag zur Nachhaltigkeit. Hier spielen insbesondere Handwerksbetriebe eine wichtige Rolle.

Bei der Additiven Fertigung bestehen viele gedruckte Teile in der Regel aus einem einzigen Kunststoff. Diese Kunststoffe können immer wieder **eingeschmolzen** und **neu geformt** werden, wobei sie ihre Eigenschaften behalten, sofern sie sortenrein wiederverwendet werden. Es gibt bereits erste spezialisierte Recyclingsysteme, die Druckabfälle und 3D-gedruckte Objekte am Ende ihres Lebenszyklus zu neuem Filament recyceln. Während dies für einzelne, kleinere Betriebe noch keinen großen Unterschied macht, kann dies auf Verbands-, Kammer- oder Landesebene dazu beitragen, dass große Mengen an hochwertigen Werkstoffen in den **Kreislauf** rückgeführt werden.

In einem idealen Szenario werden Kunststoffanteile an Produkten von Anfang an so geplant, dass sie einfach zu recyceln sind. Produktion und Recycling finden lokal statt, was Transportwege für Materiallieferungen und Produktauslieferungen einspart. **Gefertigt wird zeitnah nach Bedarf** und nicht mehr, um Maschinen auszulasten und Lager zu füllen.

Die Fähigkeit der Additiven Fertigung, Material genau am gewünschten Ort zu platzieren, wird auch in anderen Bereichen Vorteile bieten. Beispielsweise könnten im **Lebensmittel- und Medikamentenkontext** Produkte entwickelt werden, die auf **individuelle Bedürfnisse** zugeschnitten sind. Durch die gezielte Dosierung der Materialien könnten maßgeschneiderte Lebensmittel oder Medikamente hergestellt werden, die auf die spezifischen Ernährungs- oder Gesundheitsanforderungen von Einzelpersonen abgestimmt sind. Dies würde eine neue Ära der Personalisierung in diesen Bereichen einläuten und könnte zu einer effizienteren und zielgerichteteren Versorgung führen.

Insgesamt steht der 3D-Druck vor einer vielversprechenden Zukunft. Er wird nicht nur in der Fertigungstechnik, sondern auch in der personalisierten Medizin und beim Streben nach mehr Nachhaltigkeit eine Schlüsselrolle spielen.



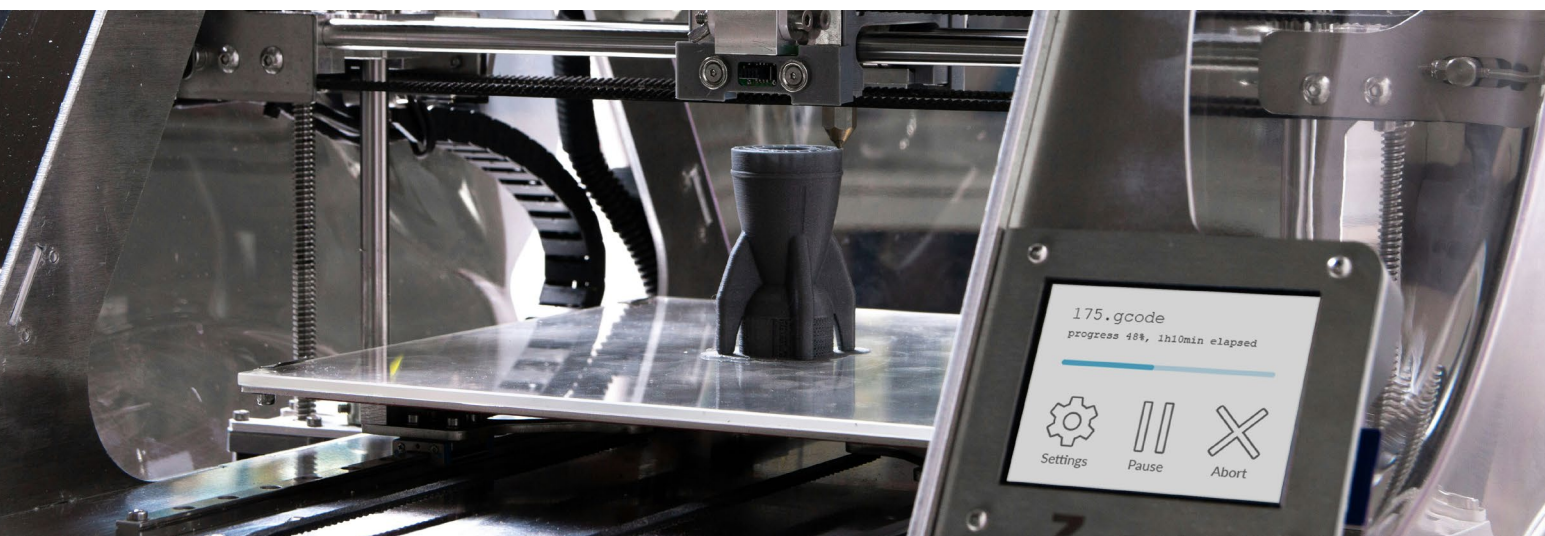
Das 3D-gedruckte, vegane Lachsfilet „The Filet“, teilweise bereits im Supermarkt erhältlich –
Quelle: Revo Foods GmbH

Weiterführende Links

- Themenseite: **Additive Fertigung (3D-Druck) im Handwerk**
- Video: **Additive Fertigung (3D-Druck)**
- Video: **3D-Druck im Handwerk: Aktuelle Technologien & praktische Anwendungsbeispiele**
- Video: **Das erste 3D-gedruckte Haus Deutschlands in Beckum**
- Podcastfolge: **Heavy Metal in 3D – Das Geschäftsmodell einer Kunstgießerei im digitalen Wandel**

Plattformen, auf denen man 3D-Modelle suchen, herunterladen und anbieten kann:

- Thingiverse: **thingiverse.com** - kostenlose Modelle
- Cults3D: **cults3d.com** - kostenlose Modelle und Marktplatz
- Printables: **printables.com** - kostenlose Modelle
- MyMinifactory: **myminifactory.com** - kostenlose Modelle und Marktplatz
- Pinshape: **pinshape.com** - kostenlose Modelle und Marktplatz
- Fab365: **fab365.net** - kostenlose Modelle und Marktplatz
- GrabCAD: **grabcad.com** - kostenlose Modelle und Marktplatz
- Smithsonian Museum: **3d.si.edu** - Museumssammlung
- Thangs: **thangs.com** - Suchmaschine für 3D-Modelle
- Yeggi: **yeggi.com** - Suchmaschine für 3D-Modelle
- STL-Finder: **stlfinder.com** - Suchmaschine für 3D-Modelle



Ansprechpartner



Patrick Amato

Schaufenster Koblenz des Mittelstand-Digital
Zentrums Handwerk

Tel.: 0261 398586

E-Mail: patrick.amato@mdh.digital

Sowohl das Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk als auch die Beratenden für Innovation und Technologie Ihrer Handwerkskammer können Ihnen bei Fragen rund um den 3D-Druck weiterhelfen.

Das Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk

Das vorliegende Themenheft ist eine Publikation des Mittelstand-Digital Zentrums Handwerk. Das Zentrum unterstützt Handwerksbetriebe in ganz Deutschland dabei, die Chancen digitaler Technologien, Prozesse und Geschäftsmodelle zu nutzen und Herausforderungen der Digitalisierung zu meistern. Die Angebote des Zentrums sind kostenfrei und anbieterneutral.

Informationen zu weiteren Digitalisierungsthemen finden Sie auf handwerkdigital.de.

Das Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk gehört zur Förderinitiative Mittelstand-Digital. Mit dem Netzwerk von Mittelstand-Digital unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz die Digitalisierung in kleinen und mittleren Unternehmen und im Handwerk.

Weitere Informationen zum Förderschwerpunkt finden Sie auf mittelstand-digital.de.

Folgen Sie uns auf Social Media



facebook.com/HandwerkDigital



twitter.com/HaWe_Digital



instagram.com/digitales_handwerk



youtube.com/@handwerkdigital



linkedin.com/company/mittelstand-digital-zentrum-handwerk

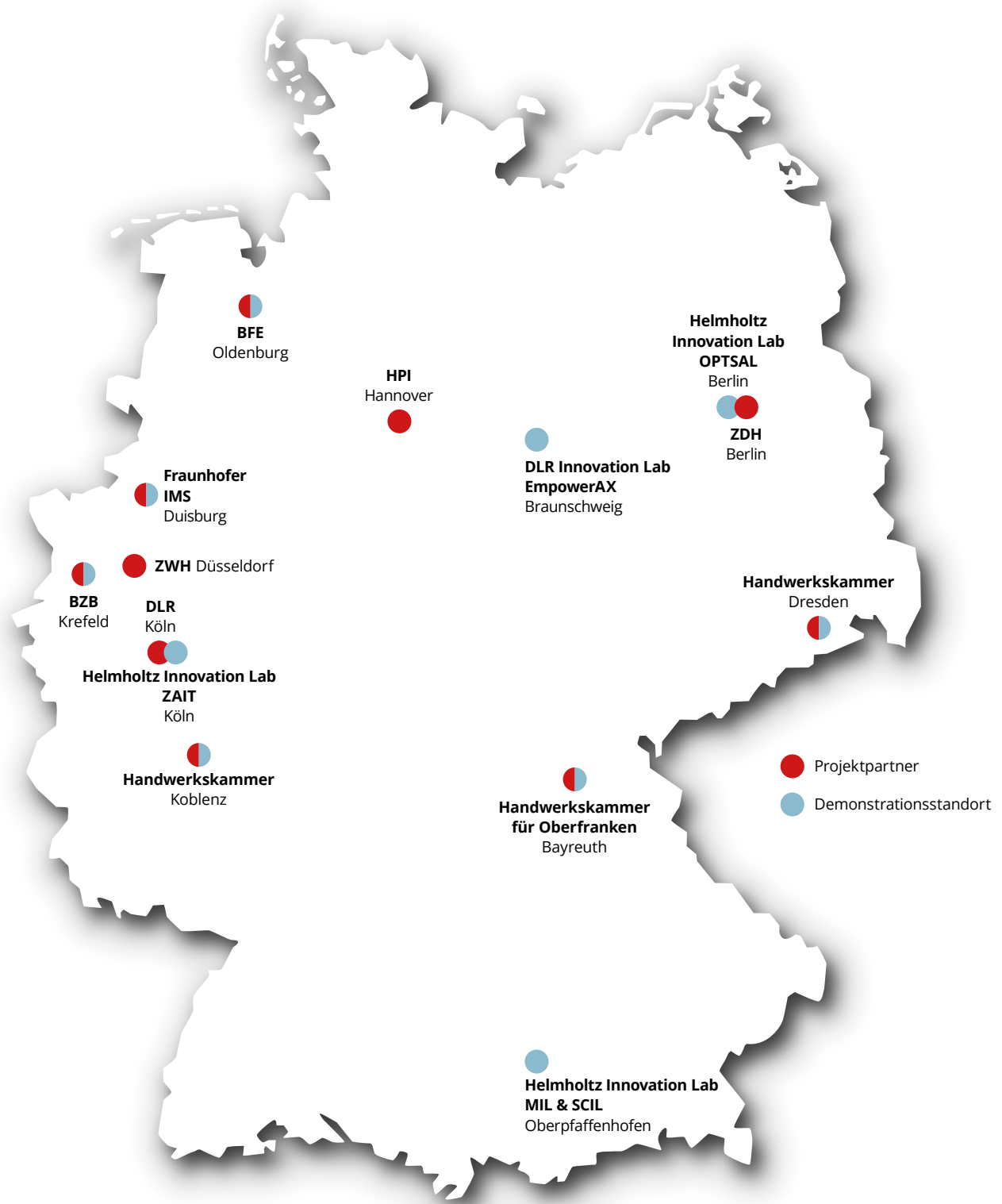
Abonnieren Sie unseren Newsletter

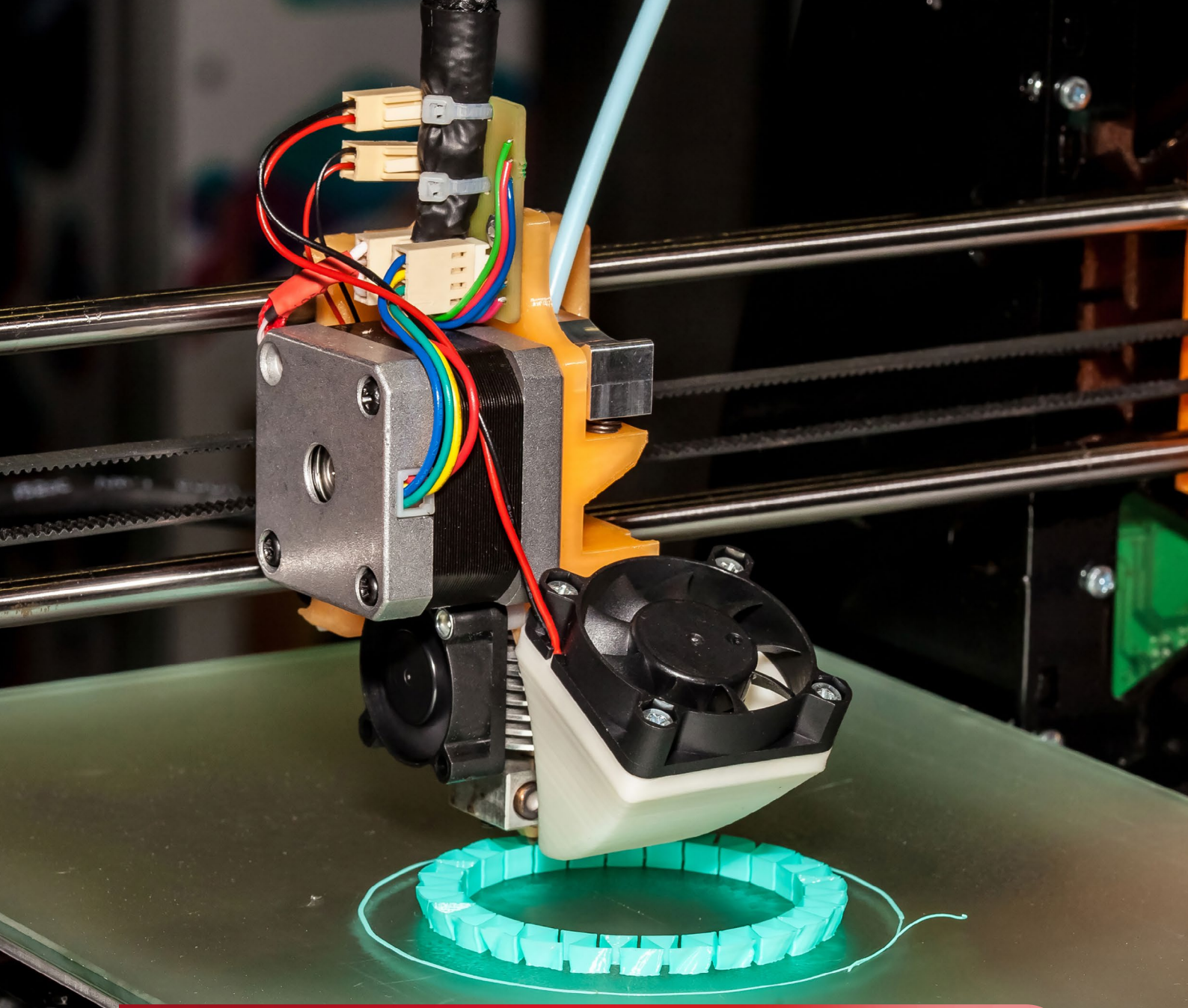
Was macht das Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk einzigartig?

- Nah dran am Handwerk
- Ansprechpartner für jede Digitalisierungsfrage
- Umfangreiches Material zur Unterstützung aller Digitalprojekte im Handwerk
- Einzigartiger Digitalisierungcheck für das Handwerk
- Technologie-Erlebnisswelten
- Persönliche Begleitung von Betrieben bei Digitalvorhaben
- Jederzeit topinformiert mit unserem Newsletter und per Social Media
- Zahlreiche Schulungskonzepte zu Digital- und Technologiethemem für Beratende und Dozierende im Handwerk

 **Mehr Informationen**

Mit uns Digitalisierung gestalten handwerkdigital.de





Impressum

Herausgeber Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk
Anschrift Zentralverband des Deutschen Handwerks e. V., Mohrenstraße 20/21, 10117 Berlin
E-Mail info@handwerkdigital.de
Autoren Patrick Amato | Handwerkskammer Koblenz
Christian Schüttler | Handwerkskammer für Oberfranken
Redaktion Andreas Hoffmann | Zentralstelle für die Weiterbildung im Handwerk (ZWH)
Gestaltung Andrew Collar | ZWH

Stand 06/2024