



Formen Sie die Zukunft: 3D-Druck in Unternehmen

Praktische Einblicke –
3D-Druck verständlich erklärt

3D-Druck in kleinen und mittelständischen Unternehmen

präsentiert vom Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland!

Vorstellung Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland

Das Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland ist Teil eines deutschlandweiten Netzwerks aus dem Förderschwerpunkt „Mittelstand-Digital“, das Unternehmen aus dem Mittelstand bei der Digitalisierung und der Einführung von Künstlicher Intelligenz unterstützt. Unser übergeordnetes Ziel ist es, kleine und mittlere Unterneh-

men auf ihrem Weg in die digitale Zukunft zu begleiten. Durch konkrete Digitalisierungsbeispiele und anbieterneutrale Qualifizierungsangebote möchten wir Unternehmen dabei helfen, die Chancen der Digitalisierung optimal zu nutzen. Dank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) können wir unsere Angebote kostenfrei zur Verfügung stellen.



Impressum

Herausgeber:

Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland
c/o Technische Hochschule Wildau
Hochschulring 1, 15745 Wildau
nguenther@th-wildau.de
Telefon: +49 3375 508 782

Vertreten durch: Die Technische Hochschule Wildau ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts. Sie wird nach außen durch die Präsidentin, Prof. Dr. Ulrike Tippe, vertreten.

Zuständige Aufsichtsbehörde: Die Hochschule untersteht der Rechtsaufsicht des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg.

Autoren:

Verena Mühlig, Laura Jakobeschky, Norman Günther

1. Auflage, Januar 2024

Satz/Layout: maerkbar, Cottbus

Bildnachweis:

- [1] F. Hoberg, „Ersatzteile aus dem Drucker – doch „das Problem liegt in der Stabilität“,“ Axel Springer SE, 20 10 2020. [Online]. Available: <https://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article218254870/Auto-Ersatzteile-aus-dem-3D-Drucker-sind-oft-eine-guenstige-Alternative.html>. [Zugriff am 22 06 2022].
- [2] Simplify3D, „Simplify3D Releases Version 5.0 with Breakthrough Performance, Automation, and Intelligence,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.simplify3d.com/simplify3d-releases-version-5-0-with-breakthrough-performance-automation-and-intelligence/>. [Zugriff am 31 07 2023].
- [3] Prusa Research a.s., „Original Prusa MK4,“ [Online]. Available: <https://www.prusa3d.com/de/kategorie/3d-drucker/>. [Zugriff am 31 07 2023].

Ziel der Broschüre und Themenübersicht

In dieser Broschüre möchten wir Ihnen ein fundiertes Verständnis für 3D-Druck vermitteln, damit Sie die Potenziale dieser innovativen Technologie für Ihr Unternehmen voll ausschöpfen können. Unsere Informationssammlung wird sich auf verschiedene Aspekte des 3D-Drucks konzentrieren, darunter:

1. Die Grundlagen additiver Fertigung
2. Anwendungsbereiche von 3D-Druck in Unternehmen
3. Vergleich gängiger 3D-Druck-Technologien
4. Was, wie und warum FDM-3D-Druck?
5. Die Welt der thermoplastischen Filamente
6. Typische Fehlerbilder beim FDM-3D-Druck

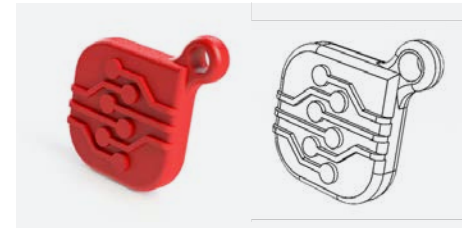
Durch die Broschüre, wie auch durch unsere 3D-Druck Workshops, möchten wir Ihnen ein umfassendes Verständnis für 3D-Druck vermitteln und Sie dazu inspirieren, diese faszinierende Technologie als wertvolles Werkzeug für Ihr Unternehmen zu nutzen. Lassen Sie uns gemeinsam die Welt des 3D-Drucks erkunden und die Potenziale für Ihre individuellen Bedürfnisse entdecken.

Unsere Workshops und weitere Veranstaltungen finden Sie hier:



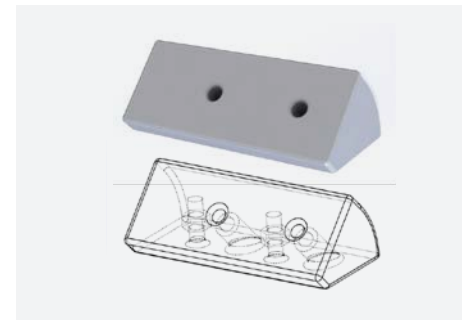
Praxisbeispiele für 3D-Druck – Fassbar und Anwendungsorientiert

Um den 3D-Druck greifbar zu machen, zeigen wir Ihnen einige Praxisbeispiele:



Schlüsselanhänger aus flexiblem Filament:

Hier zeigen wir Ihnen, wie wir den Schlüsselanhänger mit dem Logo von Mittelstand-Digital in einer Kleinserie fertigen. Dies verdeutlicht, wie 3D-Druck auch für Promotion-Zwecke genutzt werden kann, selbst wenn das Unternehmen keine fertigen Produkte oder Prototypen entwickeln muss.



Individuell angepasster Winkel mit eingebettetem Gewinde:

In diesem Beispiel demonstrieren wir, wie wir einen Winkel drucken, den wir in unserer Roadshow „Mobile Digitale Fabrik“ verwenden, um Handscanner zu montieren. Die Flexibilität des 3D-Drucks ermöglicht es uns, den G-Code des Drucks so anzupassen, dass der Druck an einer ausgewählten Stelle stoppt, um ein Gewinde einzulegen, das anschließend fest im gefertigten Bauteil eingeschlossen ist.



Drucken von sechs unterschiedlich geformten Bauteilen für einen Teufelsknoten:

Selbst auf einen vergleichsweise kleinen 3D-Drucker können bspw. sechs Einzelteile eines Teufelsknoten gleichzeitig gefertigt werden.

Wir hoffen, dass diese praxisnahen Beispiele Ihre Neugier für die Möglichkeiten des 3D-Drucks wecken und Ihnen einen Eindruck davon vermitteln, wie diese Technologie in Ihrem Unternehmen Anwendung finden kann.

1 Grundlagen der additiven Fertigung

Definition Additive Fertigung

Die Additive Fertigung, auch bekannt als 3D-Druck oder Additive Manufacturing, basiert auf dem Konzept des **schichtweisen Aufbaus dreidimensionaler Objekte**. Diese innovative Technologie ermöglicht es, komplexe Formen und Strukturen zu erstellen, die mit herkömmlichen Fertigungsmethoden nur schwer oder gar nicht realisierbar wären.

Der Begriff „3D-Drucken“ hat sich mittlerweile als allgemeine Bezeichnung für nahezu alle automatisierten Schichtbauverfahren etabliert, unabhängig von der verwendeten Technologie oder dem eingesetzten Material – sei es Kunststoff, Metall oder Keramik.



Geschichte und Entwicklung des 3D-Drucks

Die Anfänge der additiven Fertigung gehen zurück in die **1980er Jahre**. In dieser Zeit erfand Charles Hull die Stereolithographie (SLA), die als das erste kommerziell erfolgreiche 3D-Druckverfahren gilt. In den **1990er Jahren** wurden weitere bedeutende 3D-Drucktechnologien entwickelt, darunter das Selektive Lasersintern (SLS) und das Fused Deposition Modeling (FDM). Die Technologien wurden in den **2000er Jahren** weiterentwickelt, neue Materialien wurden eingeführt, und vor allem die Druckgenauigkeit wurde deutlich verbessert. In dieser Zeit wurde der 3D-Druck zunehmend als ernstzunehmende Fertigungsmethode anerkannt.

Die **2010er Jahre** brachten einen deutlichen Aufschwung für die additive Fertigung. Die Kosten für 3D-Drucker und Materialien sanken, und die Technologie wurde kompakter und zugänglicher. Es entstanden spezialisierte 3D-Druckunternehmen, und die sogenannten Maker-Bewegungen trugen zur Popularisierung des 3D-Drucks bei. **Heute** hat sich der 3D-Druck zu einer etablierten Fertigungsmethode entwickelt. Er wird in verschiedenen Branchen wie der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Medizintechnik, der Architektur und der Mode eingesetzt.

Vorteile und Potenziale des 3D-Drucks

Die additive Fertigung, also der 3D-Druck, bietet eine Vielzahl von Vorteilen und Potenzialen, die in verschiedenen Branchen und Anwendungsbereichen genutzt werden können. Im Folgenden möchten wir Ihnen einige der bedeutendsten Vorteile des 3D-Drucks vorstellen:

Flexibilität in der Produktentwicklung: Dank des 3D-Drucks können Unternehmen ihre Produktentwicklung optimieren. Prototypen und Funktionsmuster können schnell und kostengünstig erstellt werden, um Designideen zu überprüfen und Funktionalitäten zu testen.

Individualisierung und Anpassung: Der 3D-Druck ermöglicht die kosteneffiziente und flexible Herstellung individualisierter Produkte. Von maßgeschneiderten Prothesen und medizinischen Implantaten bis hin zu personalisierten Schmuckstücken und Verbrauchsgütern können Kundenbedürfnisse präzise erfüllt werden.

Ressourceneffizienz: Im Vergleich zu herkömmlichen Fertigungsmethoden erzeugt der 3D-Druck weniger Abfall, da nur das Material verwendet wird, das tatsächlich für den Druck benötigt wird.

Komplexität und Designfreiheit: Durch den schichtweisen Aufbau ist der 3D-Druck in der Lage, komplexe Geometrien und Strukturen zu realisieren. Dies eröffnet völlig neue Designmöglichkeiten, die mit traditionellen Fertigungsmethoden nicht umsetzbar wären.

Geringere Produktionskosten: Für viele Anwendungen kann der 3D-Druck kosteneffizienter sein als traditionelle Fertigungsmethoden, insbesondere bei kleinen Stückzahlen oder komplexen Bauteilen, die sonst aufwändige Werkzeuge erfordern würden.



Schnellere Markteinführung: Die schnelle Herstellung von Prototypen und Funktionsmustern ermöglicht es Unternehmen, Ideen schneller in reale Produkte umzusetzen. Dadurch kann die Markteinführungszeit verkürzt werden, was einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil darstellt.

Ersatzteilherstellung und Lagerhaltung: Der 3D-Druck ermöglicht es Unternehmen, Ersatzteile bei Bedarf vor Ort oder auf Abruf herzustellen. Dadurch können Lagerhaltungskosten gesenkt und Lieferzeiten für Ersatzteile verkürzt werden.

Leichtbau und Gewichtsreduktion: In Branchen wie der Luft- und Raumfahrt und dem Automobilbau kann der 3D-Druck dazu beitragen, Bauteile leichter zu gestalten und somit Gewicht und Materialkosten zu reduzieren, ohne dabei an Stabilität und Funktionalität einzubüßen.

Die genannten Vorteile des 3D-Drucks sind nur einige Beispiele für die Potenziale dieser revolutionären Technologie, die helfen kann, Ihr Unternehmen **agiler, effizienter und wettbewerbsfähiger** zu machen.

2 Anwendungsbereiche von 3D-Druck in Unternehmen

Der 3D-Druck hat sich zu einer vielseitigen und weitreichenden Technologie entwickelt, die in zahlreichen Branchen und Unternehmensbereichen Anwendung findet. Im Folgenden möchten wir Ihnen einen Überblick über einige der wichtigsten Anwendungsbereiche des 3D-Drucks geben.

Prototypenentwicklung und Designvalidierung

Der 3D-Druck ist ein unverzichtbares Werkzeug für die Prototypenentwicklung. Unternehmen können schnell und kostengünstig Funktionsprototypen erstellen, um neue Produkte zu validieren und Designfehler frühzeitig zu erkennen. Dies beschleunigt den Innovationsprozess und senkt die Entwicklungskosten.

Fertigung von Endprodukten

Immer mehr Unternehmen nutzen den 3D-Druck auch für die direkte Fertigung von Endprodukten. Von individualisierten Konsumgütern über maßgeschneiderte medizinische

Implantate bis hin zu funktionsfähigen Bauteilen in der Luft- und Raumfahrt – der 3D-Druck ermöglicht die Herstellung von hochwertigen und präzisen Endprodukten.

Ersatzteilerfertigung und Instandhaltung

Die 3D-Drucktechnologie wird zunehmend für die Herstellung von Ersatzteilen eingesetzt. Unternehmen können Lagerkosten reduzieren, indem sie Ersatzteile bedarfsgerecht herstellen, anstatt große Lagerbestände zu führen. Dies ist besonders vorteilhaft für seltene oder veraltete Teile.

Werkzeug- und Vorrichtungsbau

Der 3D-Druck bietet eine kostengünstige Möglichkeit, Werkzeuge, Vorrichtungen und Spannmittel herzustellen. Diese Hilfsmittel sind oft entscheidend für die Effizienz in der Produktion und ermöglichen es Unternehmen, maßgeschneiderte Lösungen für ihre spezifischen Anforderungen zu entwickeln.



Oben die gebrochene Vorderradaufnahme eines Panther-Bobby-Mofas aus den 50er-Jahren; Darunter das gedruckte Ersatzteil aus Edelstahl [1]

Individualisierte Medizin und Prothesen

In der Medizintechnik hat der 3D-Druck eine revolutionäre Rolle eingenommen. Von personalisierten Prothesen und Orthesen bis hin zu patientenspezifischen Implantaten eröffnet der 3D-Druck neue Möglichkeiten in der Behandlung und Versorgung von Patienten.

Architektur und Bauwesen

Im Bereich der Architektur und des Bauwesens ermöglicht der 3D-Druck die Herstellung von Prototypen und Modellen sowie den Bau komplexer Strukturen. Additive Fertigungstechnologien werden zunehmend in der Gestaltung und Umsetzung von Bauprojekten eingesetzt.

Luft- und Raumfahrtindustrie

Die Luft- und Raumfahrtindustrie profitiert von den Leichtbau- und Designmöglichkeiten des 3D-Drucks. Es werden leichtere und dennoch robuste Bauteile für Flugzeuge und Raumfahrzeuge hergestellt, was zu einer verbesserten Treibstoffeffizienz und Leistungsfähigkeit führt.

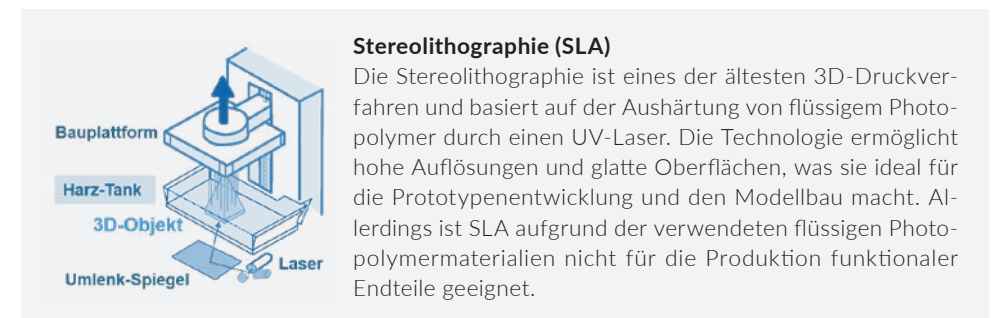
Kreative Industrien und Mode

Künstler und Designer nutzen den 3D-Druck, um einzigartige und innovative Kunstwerke, Schmuckstücke, Modeaccessoires und sogar Kleidung zu entwerfen und herzustellen. Der 3D-Druck ermöglicht eine kreative und experimentelle Herangehensweise an die Gestaltung.

3 Vergleich gängiger 3D-Druck-Technologien

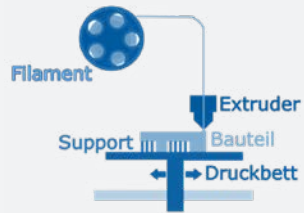
Der 3D-Druck hat sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt, und es gibt mittlerweile eine Vielzahl von 3D-Druck-Technologien, die jeweils unterschiedliche Herangehenswei-

sen und Einsatzgebiete haben. Im Folgenden möchten wir Ihnen einen Vergleich der gängigsten 3D-Druck-Technologien geben.



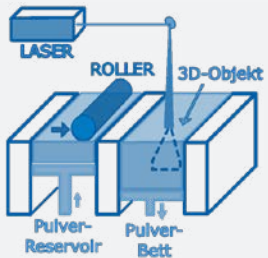
Stereolithographie (SLA)

Die Stereolithographie ist eines der ältesten 3D-Druckverfahren und basiert auf der Aushärtung von flüssigem Photopolymer durch einen UV-Laser. Die Technologie ermöglicht hohe Auflösungen und glatte Oberflächen, was sie ideal für die Prototypenentwicklung und den Modellbau macht. Allerdings ist SLA aufgrund der verwendeten flüssigen Photopolymermaterialien nicht für die Produktion funktionaler Endteile geeignet.



Fused Deposition Modeling (FDM)/ Fused Filament Fabrication (FFF)

FDM ist eine der am häufigsten verwendeten 3D-Druck-Technologien, die auf dem schichtweisen Aufbau von thermoplastischem Filament basiert. Ein beheizter Druckkopf extrudiert das geschmolzene Material und legt es schichtweise ab. FDM ist kostengünstig, einfach zu bedienen und eignet sich gut für die schnelle Prototypenentwicklung und die Herstellung funktionaler Bauteile. Es ist jedoch nicht die beste Wahl für feine Details und hochpräzise Anwendungen.



Selektives Lasersintern (SLS)

Beim SLS-Verfahren wird ein Laser zum Schmelzen von pulverförmigem Material, wie z. B. Kunststoff oder Metall, verwendet. Es ermöglicht die Herstellung robuster und funktionaler Prototypen sowie Endteile. SLS bietet eine hohe Designfreiheit und eignet sich besonders für komplexe geometrische Formen und Bauteile mit hoher Festigkeit. Allerdings sind SLS-Drucker oft teurer als FDM-Drucker und erfordern eine präzise Kontrolle der Druckparameter.

Selective Laser Melting (SLM)/Direct Metal Laser Sintering (DMLS)

Diese Technologien basieren auf dem gleichen Prinzip wie SLS, verwenden jedoch Metallpulver als Druckmaterial. Sie ermöglichen die Herstellung von komplexen und funktionalen Metallbauteilen für die Luft- und Raumfahrt, den Automobilbau, die Medizintechnik und andere anspruchsvolle Anwendungen. SLM und DMLS bieten hohe Festigkeit und Genauigkeit, sind jedoch aufgrund der spezialisierten Technologie und der hohen Materialkosten in der Regel teurer.

Die Wahl der geeigneten 3D-Druck-Technologie hängt von den spezifischen Anforderungen Ihres Unternehmens und Ihrer Projekte ab. Die verschiedenen Technologien bieten jeweils un-

terschiedliche Vor- und Nachteile, und es ist wichtig, die passende Lösung für Ihre Anwendung zu finden.

4 Was, wie und warum FDM-3D-Druck?

Der Fused Deposition Modeling (FDM) oder auch Fused Filament Fabrication (FFF) ist eine der am häufigsten verwendeten 3D-Druck-Technologien, die auf dem schichtweisen Aufbau von thermoplastischem Filament basiert. Diese Technologie hat sich in vielen Branchen als äußerst nützlich erwiesen.

Wie funktioniert FDM-3D-Druck?

Vorbereitung des 3D-Modells: Zunächst wird das 3D-Modell in einem CAD-Programm oder durch Scan eines realen Objektes erstellt. Das 3D-Modell wird dann im STL-Format exportiert.

Slicing: Mithilfe einer Slicing-Software wird das STL-Modell in horizontale Schichten aufgeteilt, um die Druckanweisungen für den 3D-Drucker zu erstellen. Hier werden Parameter wie Druckgeschwindigkeit, Schichthöhe und Materialdicke festgelegt.

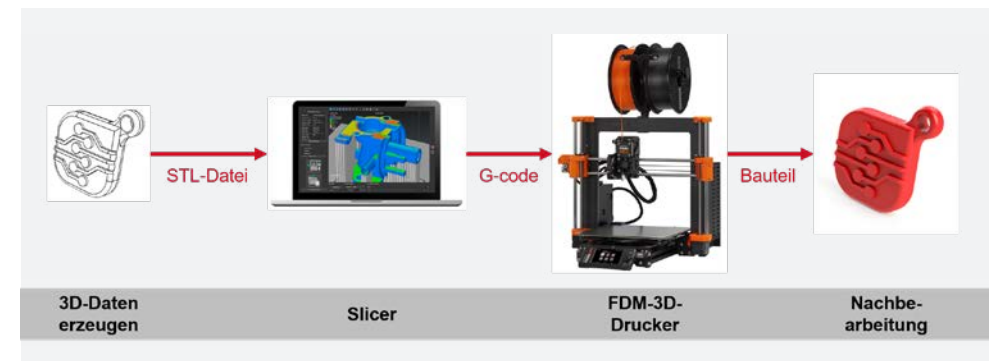
Drucken: Das Filament wird durch den beheizten Extruder geschoben, wo es schmilzt. Der schmelzende Kunststoff wird dann präzise Schicht für Schicht auf die Bauplattform aufgetragen, bis das 3D-Modell vollständig gedruckt ist.

Fertigstellung: Sobald der Druck abgeschlossen ist, wird das fertige Bauteil sorgfältig von der Bauplattform entfernt, und gegebenenfalls werden Stützstrukturen entfernt.

Was ist FDM-3D-Druck?

FDM ist ein additives Fertigungsverfahren, bei dem ein 3D-Modell in schichtweise aufgetragenen Kunststofffilamenten aufgebaut wird. Das Filament wird durch einen beheizten Extruder geschmolzen und dann präzise auf die Bauplattform aufgetragen. Nachdem eine Schicht abgeschlossen ist, wird die Plattform abgesenkt oder der Druckkopf aufwärtsbewegt, um die nächste Schicht zu drucken. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis das gesamte 3D-Modell fertiggestellt ist.

Ablauf zum Erstellen eines 3D-gedruckten Objektes [2] [3]

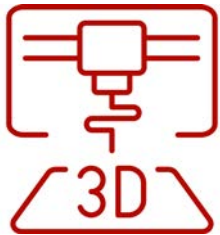


Warum FDM-3D-Druck?

Der FDM-3D-Druck bietet viele Vorteile, die für kleine und mittelständische Unternehmen von Bedeutung sein könnten:

Kosteneffizienz: FDM-Drucker sind im Vergleich zu anderen 3D-Druck-Technologien oft erschwinglicher und ist eine kosteneffiziente Lösung für Prototypenentwicklung und Kleinserienfertigung.

Einfache Handhabung: FDM-Drucker sind in der Regel leicht zu bedienen. Dadurch können Unternehmen schnell mit dem 3D-Druck beginnen und von den Vorteilen der Technologie profitieren.



Materialvielfalt: FDM-Drucker unterstützen eine Vielzahl von thermoplastischen Materialien, darunter ABS, PLA, PETG und viele mehr. Diese Materialien bieten unterschiedliche Eigenschaften wie Festigkeit, Flexibilität, Hitzebeständigkeit und vieles mehr.

Schnelligkeit: FDM-Drucker sind in der Regel schnell und können Prototypen und Modelle in kurzer Zeit herstellen. Dies ermöglicht eine beschleunigte Produktentwicklung und verkürzte Durchlaufzeiten.

Designfreiheit: Mit dem FDM-Druck können komplexe geometrische Formen und Strukturen realisiert werden. Dadurch sind Unternehmen in der Lage, innovative Designs zu entwickeln, die mit herkömmlichen Fertigungsmethoden nicht möglich wären.

5 Vielfalt der Filamentauswahl beim FDM-3D-Druck

Beim FDM-3D-Druck steht eine breite Palette an Filamenten zur Auswahl, die sich in ihren Eigenschaften erheblich voneinander unterscheiden.

PLA (Polylactic Acid)

PLA ist eines der beliebtesten Filamente für den FDM-3D-Druck. Es wird aus erneuerbaren Ressourcen wie Maisstärke oder Zuckerrohr hergestellt und gilt daher als umweltfreundlich. PLA ist einfach zu drucken und erzeugt nur geringe Emissionen während des Druckprozesses. Es zeichnet sich durch eine gute Schichthaftung, geringe Verzugseigenschaften und eine hohe Detailgenauigkeit aus. PLA ist jedoch weniger hitzebeständig / mechanisch belastbar als beispielsweise ABS.



ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer)

ABS ist ein widerstandsfähiges und robustes Filament, das sich gut für den FDM-Druck von funktionalen Bauteilen eignet. Es weist eine

hohe Hitzebeständigkeit und mechanische Festigkeit auf, was es zu einer idealen Wahl für Anwendungen macht, die starker Beanspruchung ausgesetzt sind. ABS-Filamente emittieren jedoch beim Drucken einen charakteristischen Geruch und erfordern häufig die Verwendung eines Abzugs. Außerdem tritt häufig Verzug während des Druckens auf.

PETG (Glykol-modifiziertes Polyethylenerephthalat)

PETG ist eine Weiterentwicklung von PET und zeichnet sich durch eine verbesserte Flexibilität und Schlagzähigkeit aus. Es bietet eine gute Kombination aus den Eigenschaften von PLA und ABS. PETG ist leicht zu drucken jedoch auch hitzeempfindlicher als ABS. Es ist eine gute Wahl für Anwendungen, die eine hohe Festigkeit und transparente Materialien erfordern.

TPU (Thermoplastisches Polyurethan)

TPU ist ein flexibles Filament mit gummiartigen Eigenschaften. Es ist beständig gegenüber Abrieb, Ölen und Chemikalien und behält auch bei niedrigen Temperaturen seine Elastizität. TPU wird häufig in der Automobilindustrie, im Sportbereich und für 3D-gedruckte Schuhsohlen eingesetzt. Aufgrund seiner Flexibilität erfordert TPU besondere Druckparameter.



PVA (Polyvinylalkohol)

PVA ist ein wasserlösliches Filament, das als Stützmaterial verwendet wird. Es ist ideal, um komplexe Strukturen und Überhänge zu unterstützen, da es nach dem Druck in Wasser aufgelöst werden kann. PVA wird häufig in Kombination mit Filamenten wie PLA verwendet.

Weitere Filamente

Die Vielfalt der Filamente geht weit über die Standardtypen hinaus. Es gibt eine Fülle von exotischen Filamenten, die besondere Eigenschaften aufweisen. Dazu gehören elektrisch leitfähige Filamente, fluoreszierende Filamente, magnetische Filamente und vieles mehr.

Auswahlkriterien für die richtige Filamentwahl

Bei der Auswahl des geeigneten Filaments sind verschiedene Faktoren zu berücksichtigen. Dazu gehören die mechanischen Anforderungen an das Bauteil, die thermische Belastung, Umweltbedingungen, Lebensmittelechtheit, Flexibilität und weitere spezifische Eigenschaften. Es ist ratsam, die Herstellerangaben und Erfahrungen anderer Nutzer zu beachten, um die richtige Filamentwahl zu treffen.



Umweltfreundlichkeit und Recycling von Filamenten

Die umweltfreundliche Entsorgung von Filamenten ist eine wichtige Frage in der 3D-Druck-Industrie. PLA ist biologisch abbaubar, jedoch werden PLA-Kunststoffe häufig nicht von Recycling- und Kompostieranbietern akzeptiert. Die Industrie müsste in die Entwicklung einer effizienten Recyclinginfrastruktur investieren, um den ökologischen Fußabdruck des 3D-Drucks weiter zu reduzieren.

Minimierung von Fehldrucken und die optimale Nutzung von Filamenten sind ebenfalls Schritte in Richtung einer nachhaltigen 3D-Druck-Praxis. Das Wissen über typische Fehlerbilder und die Anpassung von Druckparametern kann dabei helfen, den Materialverbrauch zu reduzieren.

6 Typische Fehlerbilder beim FDM-3D-Druck

Der FDM-3D-Druck bietet viele Möglichkeiten, aber er ist auch anfällig für verschiedene Fehlerbilder. Um optimale Ergebnisse zu erzielen, ist es wichtig, die Fehlerquellen zu

identifizieren und geeignete Maßnahmen zur Fehlerbehebung zu treffen. Hier sind einige häufig auftretende Fehlerbilder und mögliche Lösungsansätze:

Raue Oberflächen

Ursachen: Die Drucktemperatur kann zu hoch oder zu niedrig sein, was zu unregelmäßigem Materialfluss führt. Strukturierung tritt oft auf, wenn eine neue Schicht beginnt.

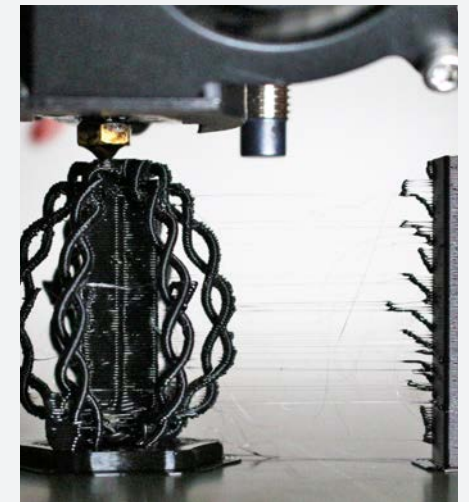
Lösungsansätze: Die Drucktemperatur anpassen, um ein gleichmäßiges Schmelzen des Materials zu gewährleisten. Die Rückzugsgeschwindigkeit erhöhen und den Rückzugsweg reduzieren, um das Strukturieren zu verringern. Die Düse reinigen und das Filament entfeuchten, um Verstopfungen zu verhindern.



Stringing (Fäden)

Ursachen: Stringing tritt auf, wenn die Düse zwischen Inseln oder bei mehreren gleichzeitig gedruckten Bauteilen überflüssiges Material zieht.

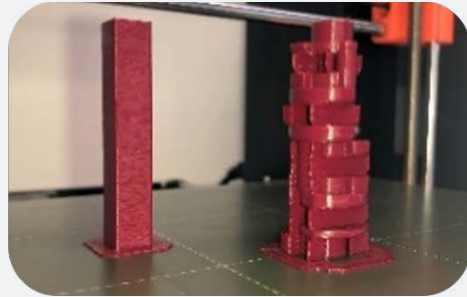
Lösungsansätze: Die Drucktemperatur reduzieren, um die Viskosität des Materials zu verringern. Den Rückzugsweg erweitern und die Rückzugsgeschwindigkeit erhöhen, um das Austreten von Material zwischen den Inseln zu minimieren. Die Flussrate reduzieren oder den Multiplier heruntersetzen, um Überextrusion zu vermeiden. Die Druckgeschwindigkeit reduzieren, um präzisere Bewegungen zu gewährleisten.



Verformung

Ursachen: Verformungen treten auf, wenn dünne Strukturen nicht schnell genug abkühlen und aushärten, bevor die nächste Schicht aufgetragen wird. Auch geschmolzene Klumpen können entstehen.

Lösungsansätze: Die Druck- und Umgebungstemperatur reduzieren, um eine schnellere Abkühlung zu ermöglichen. Die Lüftergeschwindigkeit erhöhen, um eine bessere Kühlung der Schichten zu gewährleisten. Die Verwendung eines Opferturms kann die Kühlzeit für dünne Strukturen verlängern.



Unsaubere Überhänge

Ursachen: Überhänge bis zu 45° sind in der Regel kein Problem, aber bei kleineren Überhängen treten oft Unsauberkeiten auf.

Lösungsansätze: Die Drucktemperatur reduzieren und die Lüftergeschwindigkeit er-

höhen, um das Material schneller aushärten zu lassen und das Absacken zu minimieren. Die Layerhöhe und Linienbreite reduzieren, um weniger Material nach außen hin überstehen zu lassen. Die Ausrichtung des Bauteils so wählen, dass möglichst wenige Überhänge entstehen und weniger Stützstrukturen notwendig sind.

Drucken feiner Details nicht möglich

Ursachen: Feine und komplizierte Strukturen erfordern eine genaue Anpassung der Druckparameter.

Lösungsansätze: Eine sorgfältige Anpassung der Druckparameter, wie Schichthöhe, Druckgeschwindigkeit und Flussrate, ist erforderlich, um feine Details zu erzielen. Dennoch können SLA-Drucker in der Regel detailliertere Ergebnisse erzielen als FDM-Drucker.



Warping (Materialverwerfung)

Ursachen: Warping tritt auf, wenn sich Spannungen zwischen den einzelnen Schichten aufbauen, die zum Verzug des Bauteils führen können.

Lösungsansätze: Die Druckbetthaftung verbessern, indem ein beheiztes Bett, ein Skirt um das Bauteil herum oder ein spezielles Haftmittel verwendet wird. Die Umgebungstemperatur stabilisieren, indem ein Gehäuse für den 3D-Drucker verwendet wird. Die Füllrate verringern, um die inneren Spannungen im Bauteil zu reduzieren.



Tipps und Tricks zur Verbesserung der Druckqualität

- Vor jedem Druck das Bauteil im Slicer Schicht für Schicht betrachten, um mögliche Fehlerquellen zu erkennen und vor dem Druck zu korrigieren.
- Regelmäßige Wartung des 3D-Druckers durchführen, um mögliche Probleme frühzeitig zu erkennen und zu beheben.
- Erfahrungen Anderer und Online-Ressourcen nutzen, um von dem geteilten, zur Verfügung stehendem Wissen zu profitieren, um typische Fehler zu vermeiden.
- Die Druckparameter sorgfältig anpassen, um optimale Druckergebnisse zu erzielen und die spezifischen Anforderungen eines Projekts zu erfüllen.

Zusammenfassung und Schlusswort

Diese Broschüre gibt einen kompakten Überblick über die Welt des 3D-Drucks in klein- und mittelständischen Unternehmen.

Abschließend können wir festhalten, dass der 3D-Druck bereits jetzt die Fertigungslandschaft nachhaltig verändert hat und dies auch in Zukunft weiter tun wird.

3D-Druck ermöglicht eine flexible, schnelle und kostengünstige Herstellung von Prototypen, Bauteilen und Produkten in Unternehmen verschiedenster Branchen. Mit den ständigen Weiterentwicklungen von Materialien, Technologien und Druckparametern eröffnen sich noch viele neue Potenziale für den 3D-Druck in der industriellen Fertigung. Die Innovationskraft dieser Technologie ist beispiellos, und wir sind gespannt, welche revolutionären Entwicklungen die Zukunft noch bereithält.

Herzlichen Dank, dass Sie sich für unsere Broschüre entschieden haben. Wir hoffen, dass Sie wertvolle Einblicke in die faszinierende Welt des 3D-Drucks gewonnen haben und wünschen Ihnen viel Erfolg bei Ihren zukünftigen 3D-Druckprojekten!



Was ist Mittelstand-Digital?

Das Mittelstand-Digital Netzwerk, bestehend aus 29 derzeit in Deutschland geförderten Zentren wie dem Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland, bietet kleinen und mittleren Unternehmen umfassende Unterstützung nicht nur im Bereich der Digitalisierung, sondern auch in Bezug auf künstliche Intelligenz. Durch die Mittelstand-Digital Zentren ermöglicht die Initiative anbieterneutrale Angebote zur Qualifikation und IT-Sicherheit. Die Zentren informieren über Chancen und Herausforderungen, fördern den Austausch von Erfahrungen und stellen Praxisbeispiele sowie Demonstrationen zur Verfügung. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) unterstützt die Initiative finanziell, was allen die kostenfreie Nutzung der Angebote ermöglicht.

Der Projektträger DLR, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, begleitet im Auftrag des BMWK das Netzwerk fachlich und sorgt für eine bedarfsgerechte Umsetzung der Angebote, die speziell auf die Bedürfnisse des Mittelstands zugeschnitten sind. Das Wissenschaftliche Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK) leistet Unterstützung durch wissenschaftliche Expertise, Vernetzung und Öffentlichkeitsarbeit.

Weitere Informationen finden Sie unter:
www.mittelstand-digital.de

Kontakt

Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland

c/o Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
Siemens-Halske-Ring 14 | Lehrgebäude 3A
03046 Cottbus
Telefon +49 355 69-5171
info@digitalzentrum-spreeland.de
www.digitalzentrum-spreeland.de

Folgen Sie uns auf LinkedIn, Twitter und Facebook.