

# CIDEON

take the value perspective.

## ▶ Subtraktive und additive Fertigung – Generative Design

Überblick Fertigungs- und Konstruktionsverfahren



**CIDEON Quick Value Guide**

PROZESSBERATUNG

ENGINEERING-SOFTWARE

IMPLEMENTIERUNG

GLOBAL SUPPORT

FRIEDHELM LOH GROUP



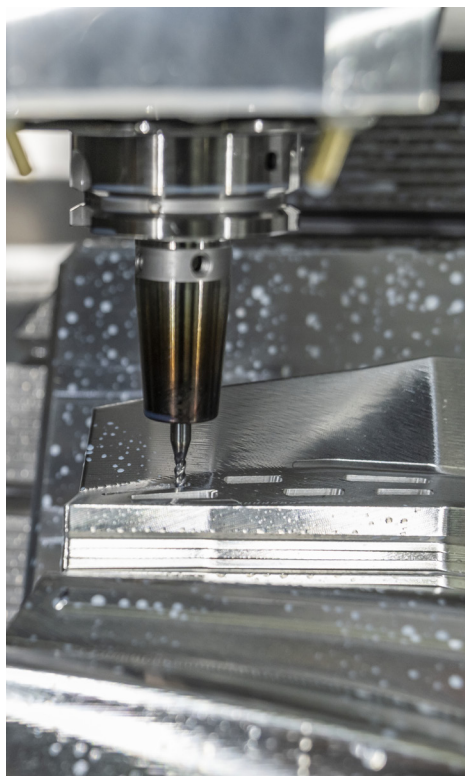
# Subtraktive und additive Fertigung

## Generative Design

In unserem Quick Value Guide haben wir die beliebtesten Beiträge der Rubrik „Fertigungs- und Konstruktionsverfahren“ aus unserem CIDEON Blog zusammengefasst – informativ, leserfreundlich und technisch kurzweilig.

Erfahren Sie, warum die subtraktive Fertigung nicht nur einfache CNC-Bearbeitung ist, warum Sie die additive Fertigung nicht auf den 3D-Druck reduzieren sollten und wie beide Verfahren sich schon heute ergänzen und zukünftig noch enger zusammenrücken werden – Stichwort Hybrid Manufacturing. Lesen Sie auch, wieso Generative Design mit einem innovativen Einklang von Design, Technik und Funktionalität zukünftig eine völlig neue Konstruktionsfreiheit verspricht.

Viel Spaß!



### Inhalt

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | Subtraktive Fertigung: mehr als nur Drehen und Fräsen               | 3 |
| 2 | Additive Fertigung: Schicht für Schicht zum Ziel                    | 4 |
| 3 | Subtraktiv, additiv, hybrid?<br>Neue Produktions- und Produktwelten | 5 |
| 4 | Generative Design: Paradigmenwechsel in der Konstruktion            | 6 |
| 5 | Resümee: Vielfalt für die Fertigung der Zukunft                     | 7 |



# 1 Subtraktive Fertigung: mehr als nur Drehen und Fräsen

## Wofür steht subtraktive Fertigung eigentlich?

Die subtraktive Fertigung fasst verschiedene Fertigungsverfahren zusammen, bei denen durch Drehen oder Fräsen neue Geometrien entstehen. Konkret bedeutet das: Aus einem festen Ausgangsmaterial, etwa Metall- oder Kunststoffblöcken wird Material durch Schneiden, Fräsen, Bohren oder Schleifen abgehoben bzw. entfernt.

Durch dieses „abtragende“ CNC-Verfahren grenzt sich die subtraktive Fertigung von der additiven Fertigung, bei der Material Schicht für Schicht hinzugefügt wird, ab. Obwohl sich diese beiden Vorgehensweisen grundlegend unterscheiden, werden die subtraktive und die additive Fertigung oft parallel verwendet. Hauptsächlich deshalb, weil sie für ähnliche Anwendungen eingesetzt werden.

## Subtraktiv: ideal für enge Toleranzen oder Geometrien

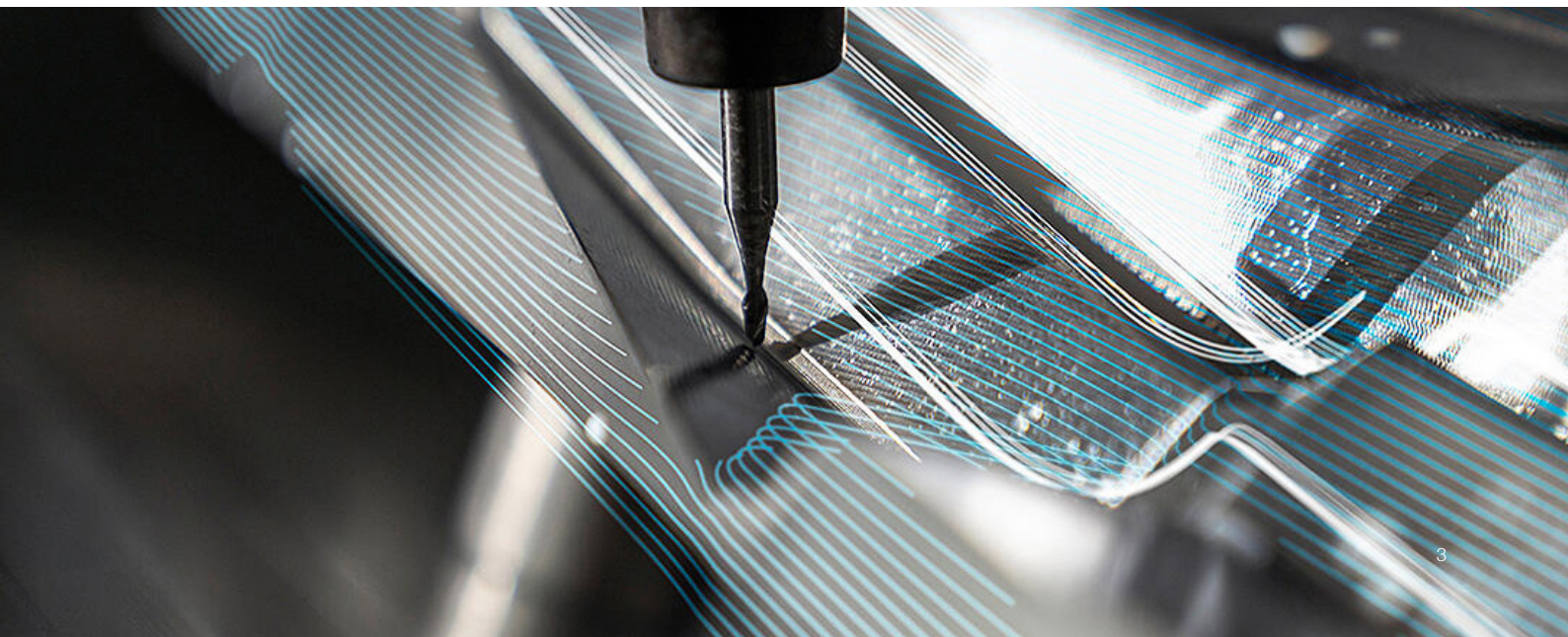
Die subtraktive oder auch „zerspanende“ Fertigung wird hauptsächlich angewendet, um Prototypen, Einzelteile, Serien und Kleinserienteile, Fertigungswerkzeuge oder Fertigungsteile aus Kunststoff oder Metall herzustellen. Das Verfahren eignet sich besonders für komplexe Anwendungen mit engen Toleranzen oder Geometrien. Konventionelle Fertigungsverfahren, etwa Formen, Fügen oder Beschichten, stoßen hier an ihre Grenzen.



## Subtraktive Bearbeitungsmethoden

Die subtraktive Fertigung bietet schon heute eine Fülle von Materialien und Bearbeitungsmethoden. Im Folgenden die drei gängigsten Verfahren:

- **CNC-Bearbeitung:** CNC-Maschinen fertigen Teile basierend auf computergestützten Fertigungsdaten (Computer-Aided Manufacturing, CAM). Mithilfe der CAD-Daten wird durch schichtweises Entfernen des Ausgangsmaterials, etwa Thermoplaste, Weich- oder Hartmetalle, die gewünschte Bauteilform erstellt.
- **Funkenerosion:** Funkenerosion (engl.: electrical discharge machining/EDM) ist ein abtragendes, thermisches Fertigungsverfahren für leitfähige Materialien. Das gewünschte Bauteil entsteht durch elektrische Abtragung (Funkenbildung) aus einem Hartmetallblock.
- **Laserschneiden:** Mithilfe des CNC-Laserschneidens wird eine extrem hohe Energie erzeugt, welche das Ausgangsmaterial schmelzen oder verdampfen lässt. Die zum Einsatz kommenden Materialien sind etwa Thermoplaste, Holz, Acrylglas, Stoffe oder Metalle.





## 2 Additive Fertigung: Schicht für Schicht zum Ziel

### Technologietreiber für die Fertigung von morgen

Die additive Fertigung hat sich zum Technologietreiber für die zukünftige Produktion entwickelt und bezeichnet allgemein ein Verfahren zur Erstellung von dreidimensionalen Objekten. Ausgangspunkt ist ein digitales CAD-Modell, das von einer Software in eine Vielzahl von digitalen Schichten „geschnitten“ wird. Ausgehend von diesem digitalen Schichtmodell baut die additive Fertigung das gewünschte Bauteil Schicht für Schicht (Schichtbautechnologie/Layer-based Technology) aus Pulverwerkstoffen auf.

### Additive Fertigungsverfahren: schon heute vielfältiger 3D-Druck

Die additive Fertigung mit Kunststoffen, Metallen und Keramik wird heute schon auf vielen unterschiedlichen Produktionsfeldern eingesetzt, etwa für den Modell- und Prototypenbau oder in der schnellen (Kleinserien-)Fertigung von Bauteilkomponenten. Die Anzahl der Verfahren variiert und steigt kontinuierlich, je nach verwendeten Maschinen, Materialien und Anforderungen. Die gängigsten 3D-Druckverfahren sind:

- **Fused Deposition Modeling (FDM)/Material-Extrusion:** ein hauptsächlich in der schnellen Herstellung von Prototypen (Rapid Prototyping) zum Einsatz

kommendes Verfahren. Dabei wird Kunststoffmaterial per Extrusion aus einer beheizten Düse schichtweise zu einem 3D-Modell aufgebaut.

- **Selektives Lasersintern (SLS):** Beim selektiven Lasersintern werden pulverförmige Kunststoffe oder Metalle durch fokussierte Laserstrahlen verschmolzen und fortlaufend eine weitere Schicht Pulver aufgebracht.
- **Binder Jetting (BJ):** Im Vergleich zum Lasersintern wird beim Binder Jetting ein pulverförmiges Ausgangsmaterial gehärtet und mit einem Druckerkopf verklebt.
- **Stereolithografie:** Bei der Stereolithografie wird ein flüssiger Kunststoff in einer Wanne schichtweise mithilfe von UV-Licht fokussiert ausgehärtet.
- **Laser Metal Deposition/Laserauftrags-schweißen (LMD):** Das Verfahren bezeichnet die Extrusion von laseraufgeschmolzenem Material – meist Metallpulver – aus einer mehrachsigen gesteuerten Düse auf die Bauteiloberfläche.
- **Elektronenstrahlschmelzen (EBM):** ein ebenfalls pulverbasierter Prozess im Bereich additive Fertigung ist das Elektronenstrahlschmelzen (Electron Beam Melting, EBM). Im Vergleich zum Laserauftrags-schweißen kommt hier aber ein Elektronenstrahl zum Einsatz.



## 3 Subtraktiv, additiv, hybrid?

# Neue Produktions- und Produktwelten

Wird die additive Fertigung die traditionelle Fertigungstechnik in der Großserie auch ablösen können? Kurz- bis mittelfristig sieht es danach noch nicht aus. Egal welches Verfahren man genauer betrachtet: Additiv gefertigt wird momentan hauptsächlich bei der Realisierung komplexer Bauteilstrukturen, eben insbesondere im Kleinserien- oder Prototypenbau.

Einen vielversprechenden gemeinsamen Weg für die zukünftige Großserienproduktion verspricht „Hybrid Manufacturing“. Hier vereinen sich die konstruktiven Vorteile der additiven Fertigung mit den Toleranzen der subtraktiven Fertigung. So bietet das europäische Projekt **LASIMM** einen spannenden Einblick, wohin die Reise gehen könnte. Dabei übernehmen Roboterarme die additive Fertigung von Aluminium und Stahl, während Fräsroboter überschüssiges Material für die Endbearbeitung entfernen. Für den Anwender bedeutet das: weg von standardisierten Komponenten und hin zu maßgeschneiderten Lösungen.

In Kombination mit dem 3D-Druck werden sich damit kontinuierlich weitreichende neue Möglichkeiten ergeben. Branchenübergreifend können additiv hergestellte Bauteile eine wirtschaftliche Fertigung kleiner Losgrößen darstellen.

### Wofür steht LASIMM?

i

LASIMM steht für **L**arge Scale **A**dditive **S**ubtractive **I**ntegrated **M**odular **M**achine und bezeichnet das Konzept einer hybriden Fertigungsmaschine für Großprojekte. Das Besondere daran ist die Verschmelzung von additiven und subtraktiven Metallverarbeitungsschritten. Dabei übernehmen die Roboterarme die additive Fertigung von Aluminium und Stahl, während der Fräsroboter überschüssiges Material für die Endbearbeitung entfernt. Das Konzept ist darauf ausgelegt, im 3D-Druckverfahren Metallbauteile von 2 m Durchmesser und bis zu 6 m Länge herzustellen, die bis zu 2 t wiegen können.

Für den Anwender bedeutet dies: Die Produktion wird weiter flexibilisiert und die Produkte werden noch stärker individualisiert. Zusätzliche Triebfedern sind die Entwicklungen auf dem Feld der Künstlichen Intelligenz/KI und des Generative Designs. Hier kann das Zusammenspiel mit additiven Fertigungstechnologien entscheidend dazu beitragen, völlig neue Produktions- und Produktwelten zu schaffen.



## 4 Generative Design: Paradigmenwechsel in der Konstruktion

Noch mehr standardisierte Individualität in der Fertigung verspricht Generative Design. Damit einher geht nicht weniger als ein Paradigmenwechsel bei der Zusammenarbeit von Mensch und Maschine in der Konstruktion. Konkret: Nutzte der Konstrukteur früher den Computer als einfaches (passives) Berechnungsinstrument, so arbeiten heute beide kooperativ. Durch maschinelles Lernen und fast grenzenlose Speicher- und Rechnerkapazitäten können mithilfe von Generative-Design-Software eine Vielzahl an Konstruktionsvarianten erzeugt werden. Heutzutage liegt ein Fokus auch zunehmend auf Verfahren, die die Automatisierung herkömmlicher Produktionsmethoden unterstützen.

### Nur Zeit- und Kostenvorteile für die Konstruktion?

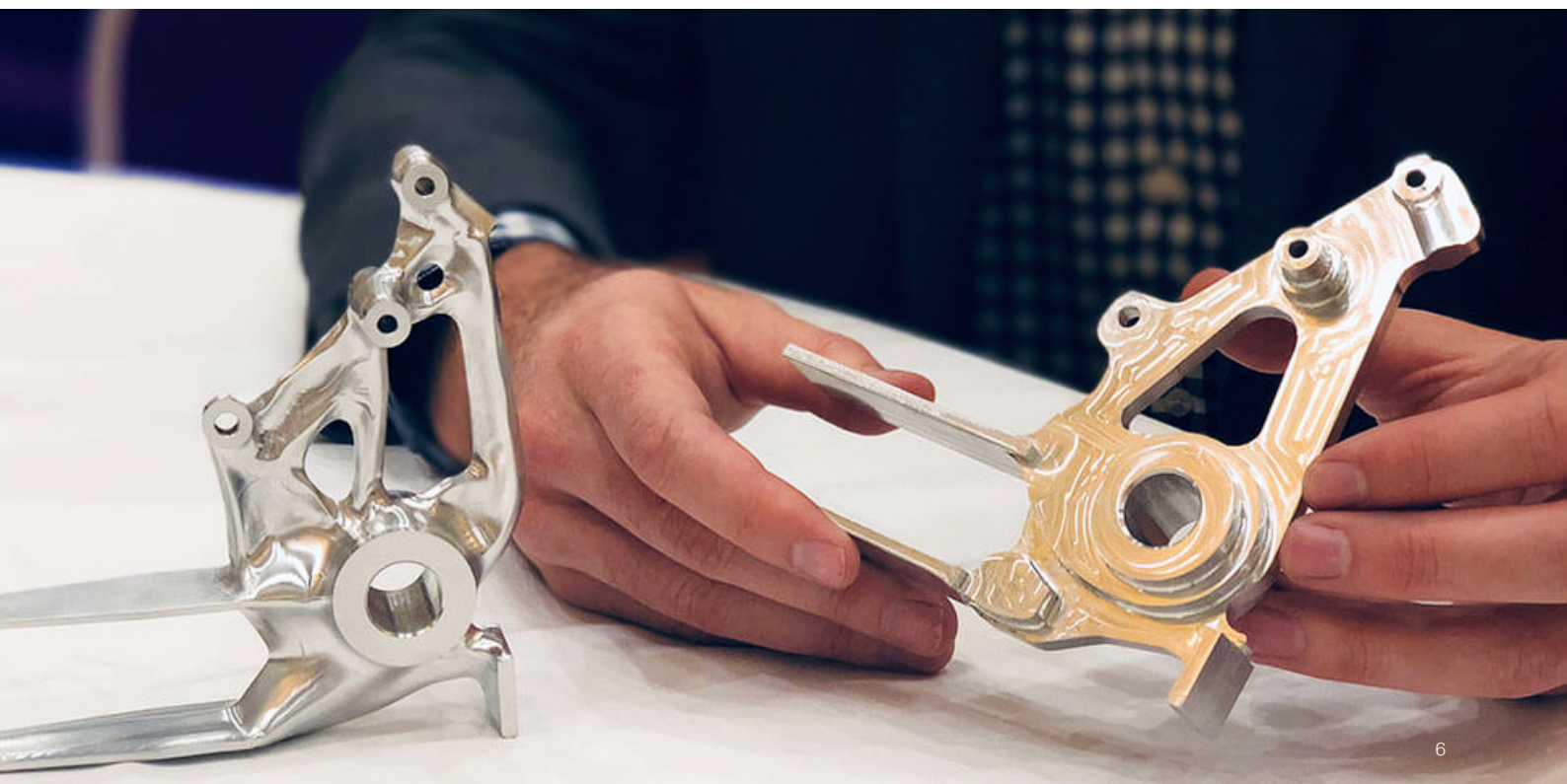
Die Vorteile dieser neuartigen Konstruktionsweise liegen damit schon auf der Hand. Und sie sind weitaus vielfältiger als die auf den ersten Blick ersichtlichen großen Zeit- und Kostengewinne bei Produktentwicklung und Markteinführung. Generative Design ermöglicht eine noch nie da gewesene Variantenvielfalt. Das funktioniert recht simpel: Der Konstrukteur muss nur die gewünschten

Zielparameter, etwa Leistung, Material, Fertigungsverfahren oder Kostenziele, auf ein absolutes Minimum reduzieren. Die Software erkennt und nutzt die neu gewonnene kreative Freiheit für die Berechnung einer bestmöglich realisierbaren Konstruktion.

### Innovationsbeschleuniger in der Frühphase der Konstruktion

Generative Design wirkt als Innovationsbeschleuniger in der Frühphase der Konstruktion, indem es von Anfang an neue Ideen generiert. Wurde dort früher lange an einem einzigen Gedanken herumkonstruiert, generiert speziell dafür ausgelegte Software eine Vielzahl neuer Möglichkeiten – und das in viel kürzerer Zeit.

Generative Design schafft dabei das scheinbar Unmögliche. Der Clou: Die unzähligen Berechnungsschritte erlauben es dem Anwender, komplexe Formen in völlig neuen Strukturen darzustellen. Damit stellt sich für ihn nicht mehr die Frage, ob Design der Funktion folgt oder umgekehrt, sondern eher, wie er beide Ansprüche am besten gemeinsam realisiert.



## 5 Resümee:

# Vielfalt für die Fertigung der Zukunft

Die Zukunft der Fertigung verspricht, spannend zu bleiben. Einen ersten Überblick über die einzelnen Verfahren und darüber, wohin die Reise bei diesen gehen könnte, haben wir hier nur kurz skizziert. Kombinierte Verfahrensweisen,



etwa in der additiven und subtraktiven Fertigung, versprechen interessante Weiter- und Neuentwicklungen in der Großserie. Einen weiteren Innovationsschub für die effiziente Fertigung von morgen versprechen die mannigfaltigen Möglichkeiten, die sich mit Generative Design realisieren lassen. Dies und die weitere Verschmelzung von klassischen Konstruktionsweisen, Künstlicher Intelligenz (KI) und additiven Fertigungsmethoden werden völlig neue Produkt- und Fertigungswelten erschaffen.

### CIDEON – Unterstützung von Design bis Make

Als zertifizierter „Autodesk Make“-Partner unterstützt CIDEON schon heute den Weg zur Fertigung von morgen mit Produkten und Beratungsleistungen. Autodesk CAD-/CAM-Lösungen unterstützen bei der Fertigung von Werkzeugen und Formen sowie bei der Automatisierung der maschinellen Bearbeitung. Die CAM-Technologie von Autodesk erleichtert die konventionelle Bauteilfertigung, die additive Fertigung und robotergestützte Fertigungsverfahren. Ein Überblick:

- **Autodesk Fusion 360:** CAD-, CAM- und CAE-Software in einem Cloud-basierten Tool
- **Autodesk FeatureCAM:** schnellere Fertigung dank automatisierter CAM-Software für die CNC-Programmierung
- **Autodesk PowerMill:** Hochgeschwindigkeits- und 5-Achsen-Bearbeitung in der Fertigung
- **Autodesk PowerShape:** Arbeitsvorbereitung Konstruktion
- **Autodesk InventorCAM:** integrierte CAM-Software
- **Autodesk Netfabb:** 3D-Drucksoftware
- **Autodesk PowerInspect:** 3D-Software für Messung und Prüfung

### Über CIDEON

CIDEON berät und unterstützt Unternehmen bei der Optimierung ihrer Produktentstehungsprozesse – von der Konzeption über das Engineering bis hin zu Fertigung und Service.

Als Systemintegrator und Prozessberater kennt und versteht CIDEON die Herausforderungen der Unternehmen rund um die digitale Transformation. Mit einzigartigen Lösungen sorgt CIDEON für einen durchgängigen Datenfluss entlang der Prozessketten und macht Daten damit unternehmensweit verfügbar und wirtschaftlich nutzbar. So können CIDEON Kunden das volle Potenzial der Digitalisierung für sich und ihre Kunden nutzen. Dabei greift CIDEON auf modernste Softwarelösungen aus den Bereichen CAD/CAM und PDM/PLM sowie auf selbst entwickelte Software zurück. CIDEON ist Autodesk Platinum Partner im deutschsprachigen Raum, SAP Platinum Build Partner sowie Softwarepartner von Dassault Systèmes und PROCAD.

Mit seinen rund 300 Mitarbeitern an 15 Standorten in Deutschland und Österreich gehört CIDEON zur Friedhelm Loh Group. Das Familienunternehmen ist mit 12 Produktionsstätten und 96 Tochtergesellschaften weltweit erfolgreich. Zum Unternehmensverbund gehören u. a. Rittal, Eplan, Stahlo und LKH.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.cideon.de](http://www.cideon.de) und [www.friedhelm-lohgroup.com](http://www.friedhelm-lohgroup.com)

# CIDEON

take the value perspective.

- Prozessberatung
- Engineering-Software
- Implementierung
- Global Support

Wir beraten Sie gerne!

**TOBIAS MOHAUPT**

Solution Sales Executive, Solution Management

Telefon +49 (0) 4221 151643

tobias.mohaupt@cideon.com

CIDEON Software & Services GmbH & Co. KG  
Lochhamer Schlag 11 · D-82166 Gräfelfing  
Telefon +49 (0) 89 909003-0 · Fax +49 (0) 89 909003-250  
info@cideon.com · www.cideon.de



PROZESSBERATUNG

ENGINEERING-SOFTWARE

IMPLEMENTIERUNG

GLOBAL SUPPORT

FRIEDHELM LOH GROUP