# Additiv trifft Subtraktiv

Mark3D
Print Stronger

Member IMC Group
Ingersoll
Cutting Tools

Markforged Mark3D Print Stronger

# Mark3D Europe – Print Stronger

**2016**
Gegründet in Deutschland

**7**
Standorte in Europa

**31**
Mitarbeiter

**über 550**
Maschinen installiert

**über 380**
Kunden



Markforged Mark3D Print Stronger

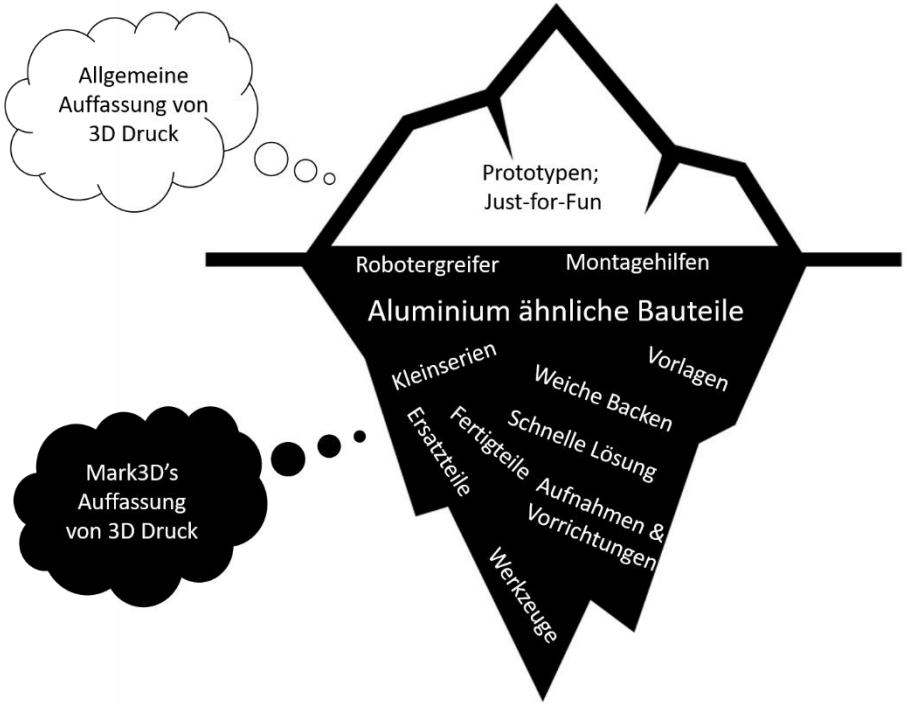
# MARKFORGED

- 2013: Gründung
- 2014: 3D Drucker Mark One
- 2015: 3D Drucker Mark Two
- 2016: 3D Drucker Mark X
- 2017: 3D Drucker Metal X
- 2018: weltweit #2 für Industrie 3D Drucker
- 2018: weltweit #1 für installierte Metall 3D Drucker
- 2018: Umsatz 75 Mio US$
- 2019: Blacksmith – DIE Fertigungssoftware



Markforged Mark3D Print Stronger

# Industrieller 3D Druck






Markforged Mark3D Print Stronger

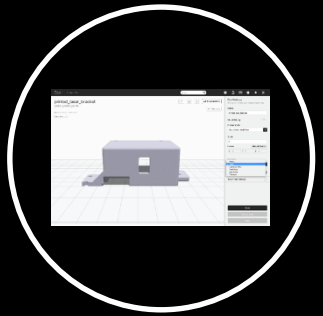
# Fertigung neu definiert

Markforged 3D-Drucker für industriegerechte Bauteile.

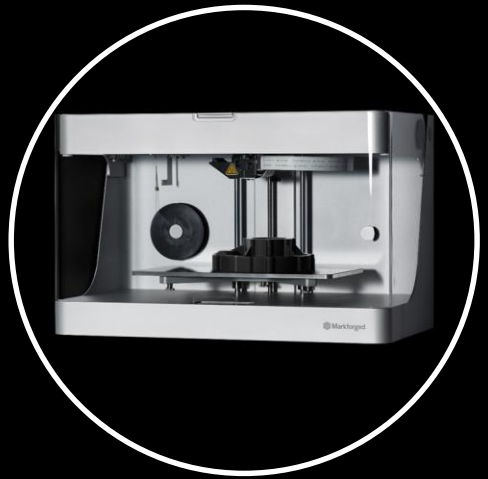
Markforged

Mark3D
Print Stronger

# Industrieller 3D Druck



**Industrielle Software**
Leistungsfähig. Flexibel.
Sicher. Überall erreichbar.



**Industrielle 3D Drucker**
Präzise und zuverlässige
Hardware

**Industrielle Materialien**
speziell für
stabile Bauteile mit
exzellenter Oberfläche



Markforged Mark3D Print Stronger

# Und last but not least …

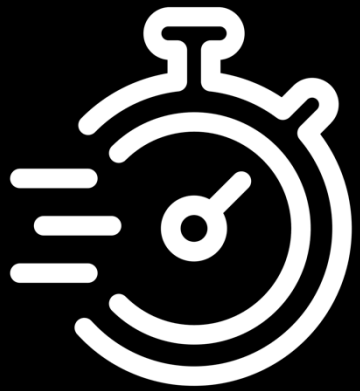
- **Einfachste Bedienbarkeit, sowohl der Hardware als auch der Software**

➢ **Plug and Play auf industriellem Niveau**

Markforged Mark3D Print Stronger

**Schnellere Fertigung**

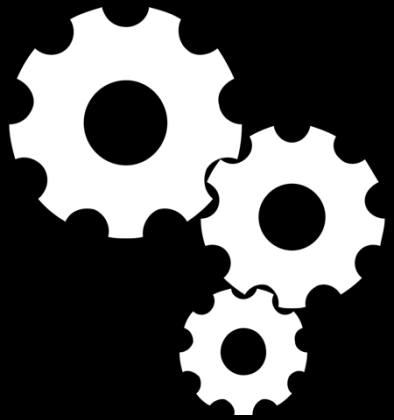
**23x**



Zeit

**Schnellere Beschaffung**

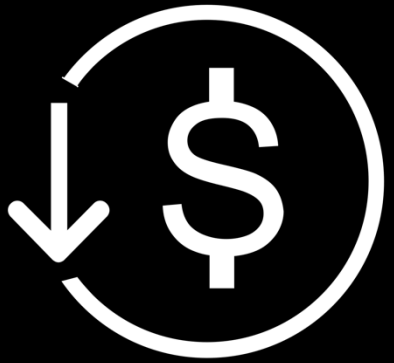
**50x**



Effizienz

**Weniger Kosten**

**20x**



Kostenreduzierung



Markforged Mark3D Print Stronger

# Bauteile so stabil wie Aluminium

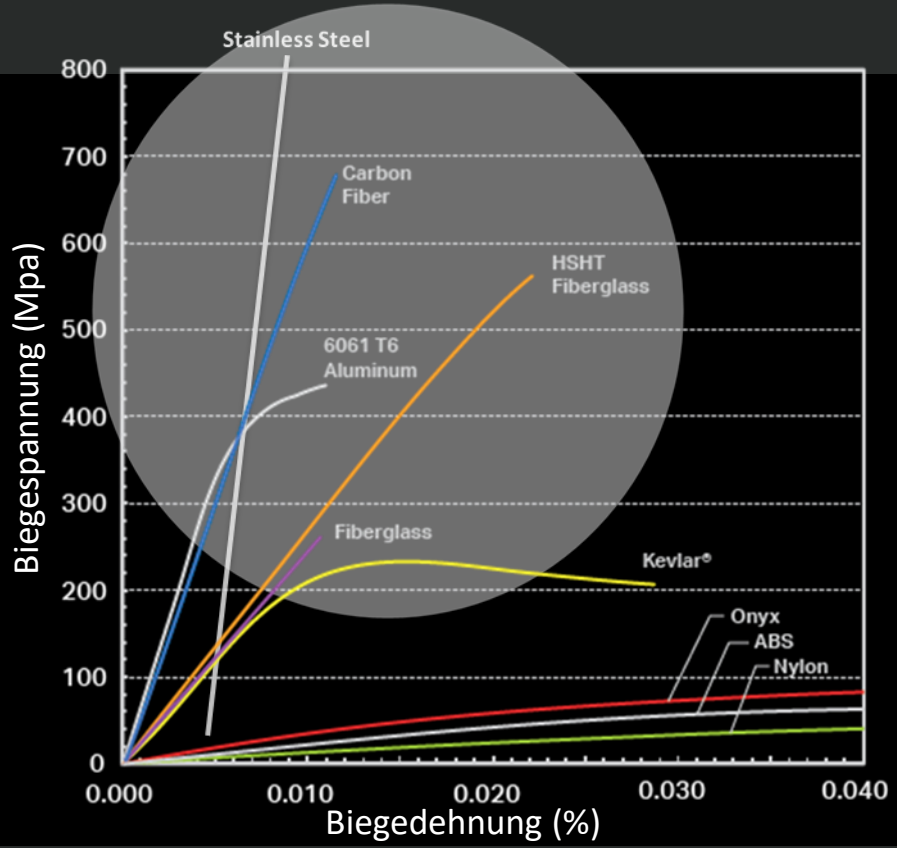
- Funktionsprototypen
- Vorrichtungen, Aufnahmen,
- Betriebsmittel, Produktionshilfsmittel
- Endbauteile aus Kunststoff und Metall

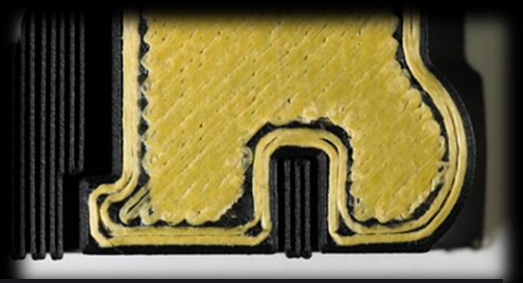
Markforged Mark3D Print Stronger

**… die ideale Ergänzung zur mechanischen Fertigung!**

Markforged Mark3D Print Stronger

# Stabilität von Metall für den Preis von Kunststoff



Markforged Mark3D Print Stronger

# Matrix Materialien

**Nylon White PA6**

Technischer Kunststoff mit einer nicht abrasiven Oberfläche, die leicht eingefärbt werden kann.

Lebensmittelecht.

**Onyx**

Nylon PA6 mit Carbon - kurzfasern. Noch mehr Flächenstabilität und Steifigkeit. 145°C Wärmeformbeständigkeit.



Markforged Mark3D Print Stronger

# Matrix Materialien

**Onyx FR**

Sämtliche Eigenschaften wie Onyx, aber brandklassifiziert nach UL94 V-0.

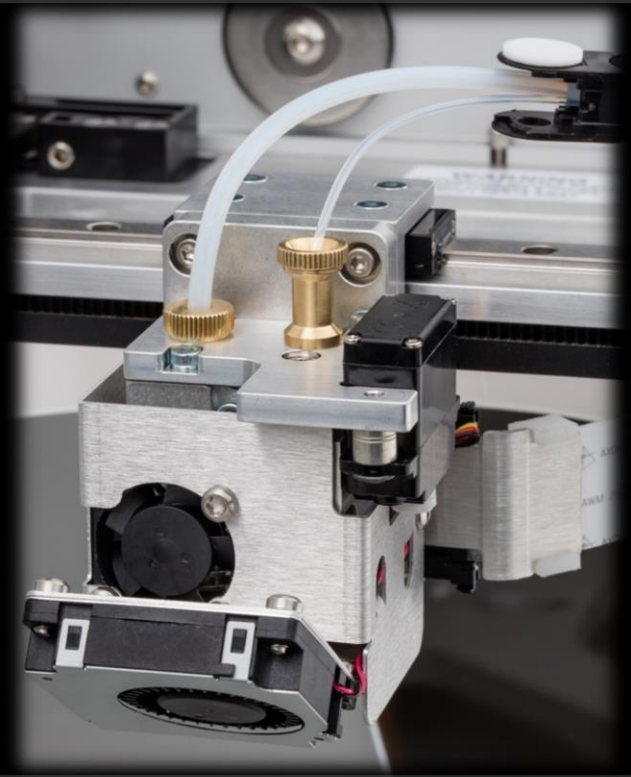
**Onyx ESD fähig**

Coming soon. Ende Q4 2019.



Markforged Mark3D Print Stronger

# Zwei Düsen für zwei Materialien

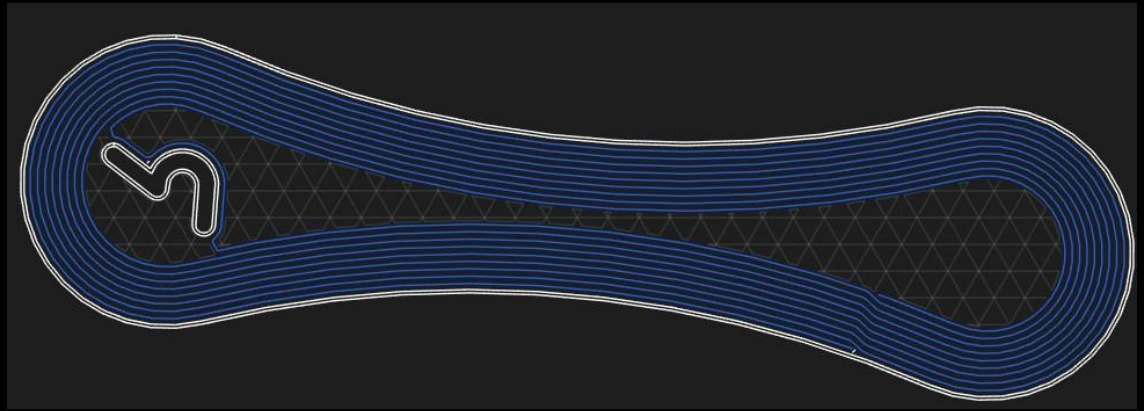




Markforged Mark3D Print Stronger

# Ein Bauteil. Tausende Endlosfasern.

Continuous Filament Fabrication (CFF) ist eine patentierte Technologie, mit welcher Markforged Kunden 3D gedruckte Bauteile in extremer Stabilität fertigen können.





Markforged Mark3D Print Stronger

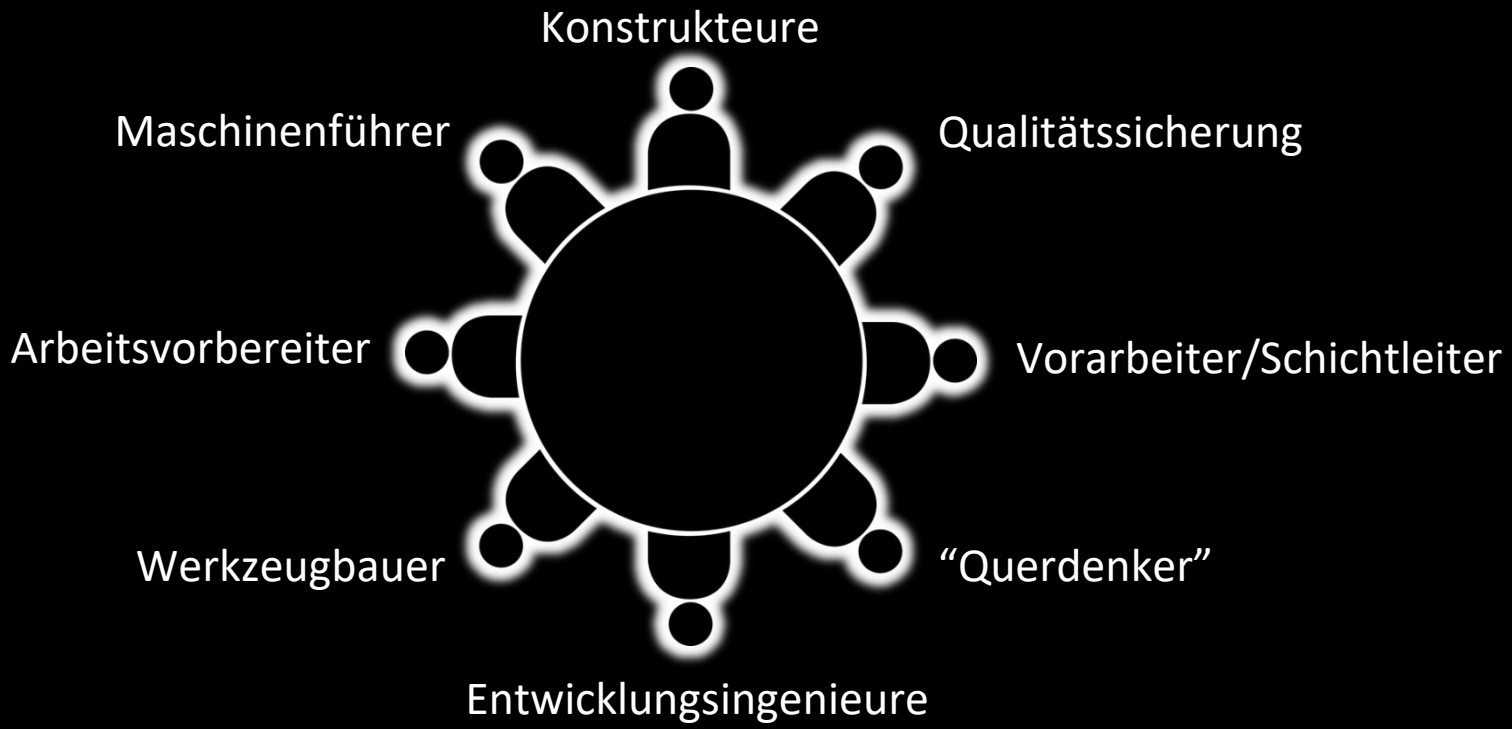
# Endlosfasern

| | Eigenschaften | Bruchverhalten | Ideale Belastung |
|---|---|---|---|
| Carbonfaser | hohe Steifigkeit | Bricht schlagartig | Konstante Belastung |
| Kevlar | nimmt hohe Dehnungen auf | Biegt sich, bis zur Verformung | Schlagartige Belastung |
| Glasfaser | sehr wirtschaftlich | Biegt sich bis zum Bruch | Wechselnde Belastung |
| HSHT Glasfaser | für Temperaturen bis 150°C | Biegt sich bis zum Bruch | Belastung unter hohen Temperaturen |



Markforged Mark3D Print Stronger

# Binden Sie Ihre Fachleute mit ein

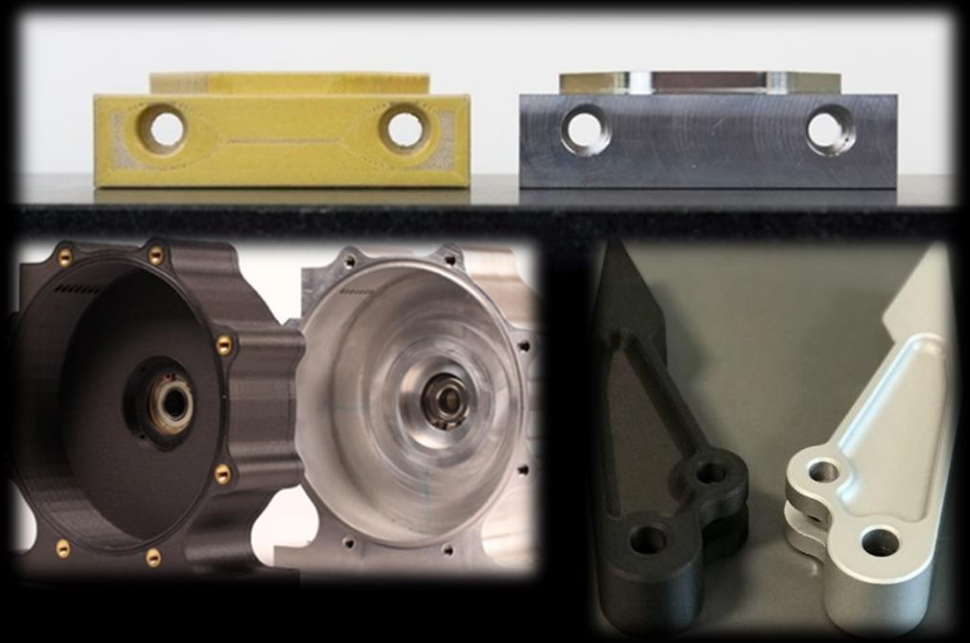





Markforged Mark3D Print Stronger

# Nutzen Sie Ihre vorhandenen Konstruktionen und …

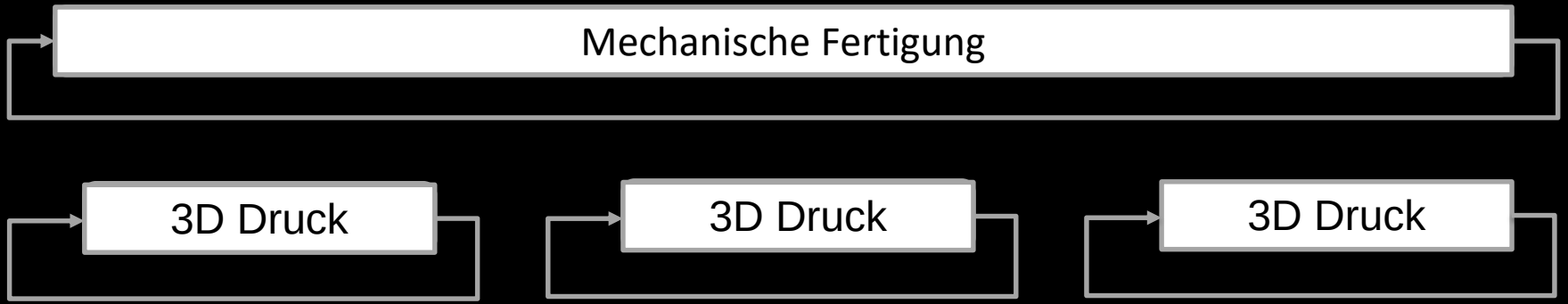
Mit Fasern verstärkte 3D gedruckte Bauteile können viele Aluminiumbauteile direkt ersetzen.





Markforged Mark3D Print Stronger

# … kommen Sie schneller zum einsatzbereiten Bauteil!



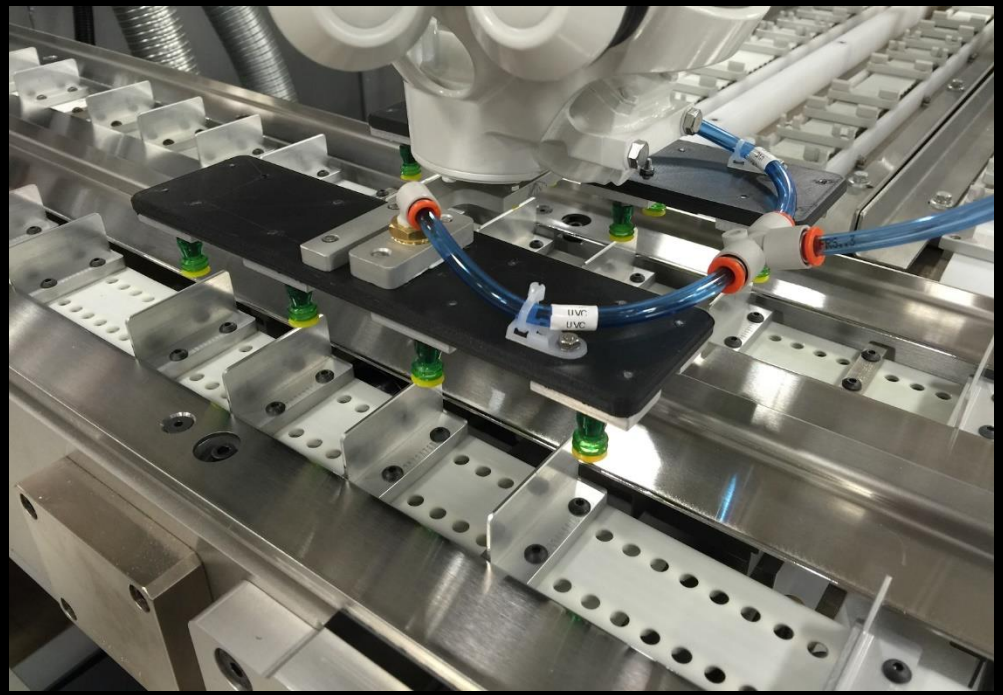



Markforged
Mark3D
Print Stronger

# Eingebettete Bauteile

Integrierte Bauteile erweitern das Einsatzspektrum Ihrer gedruckten Bauteile.

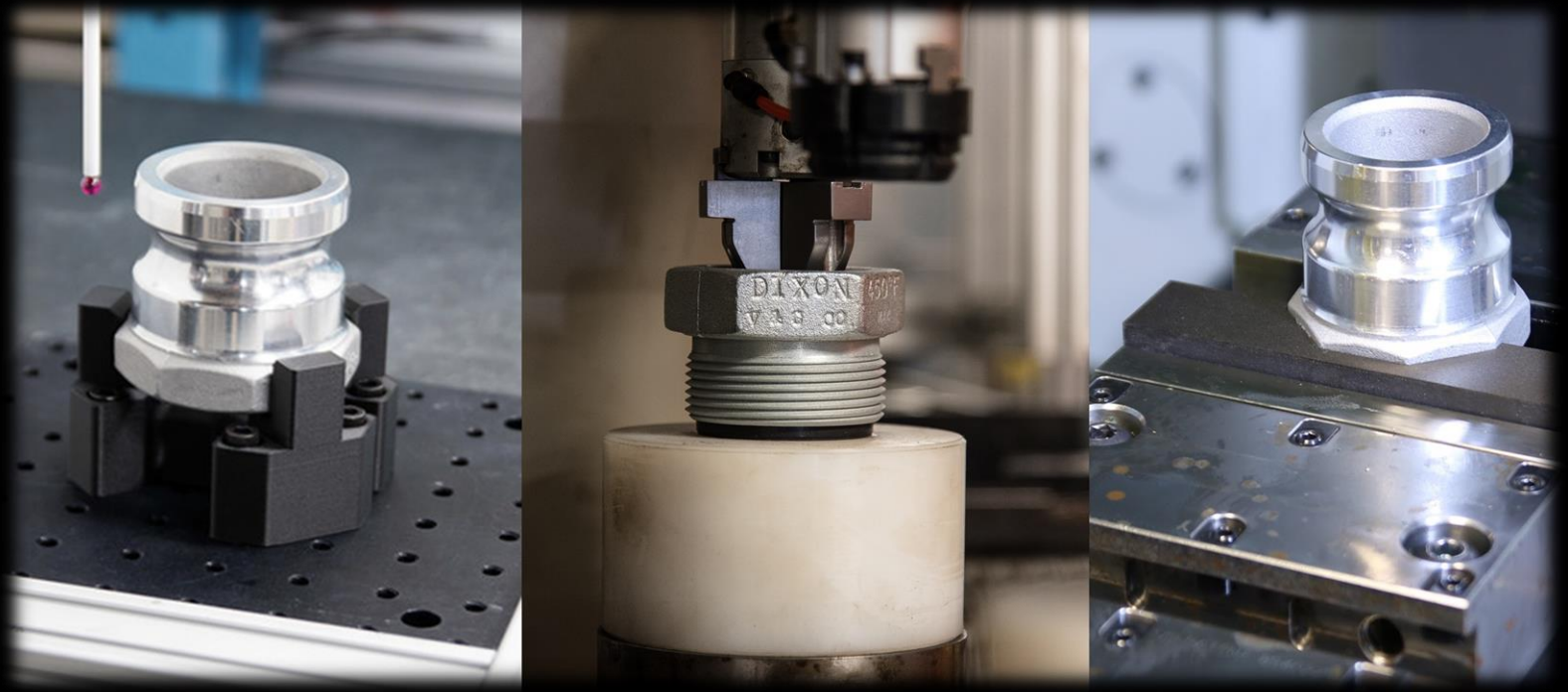
Kombinieren Sie 3D Druck mit DIN- und Normteilen





Markforged Mark3D Print Stronger

# Das richtige Werkzeug für jede Anwendung






Markforged Mark3D Print Stronger

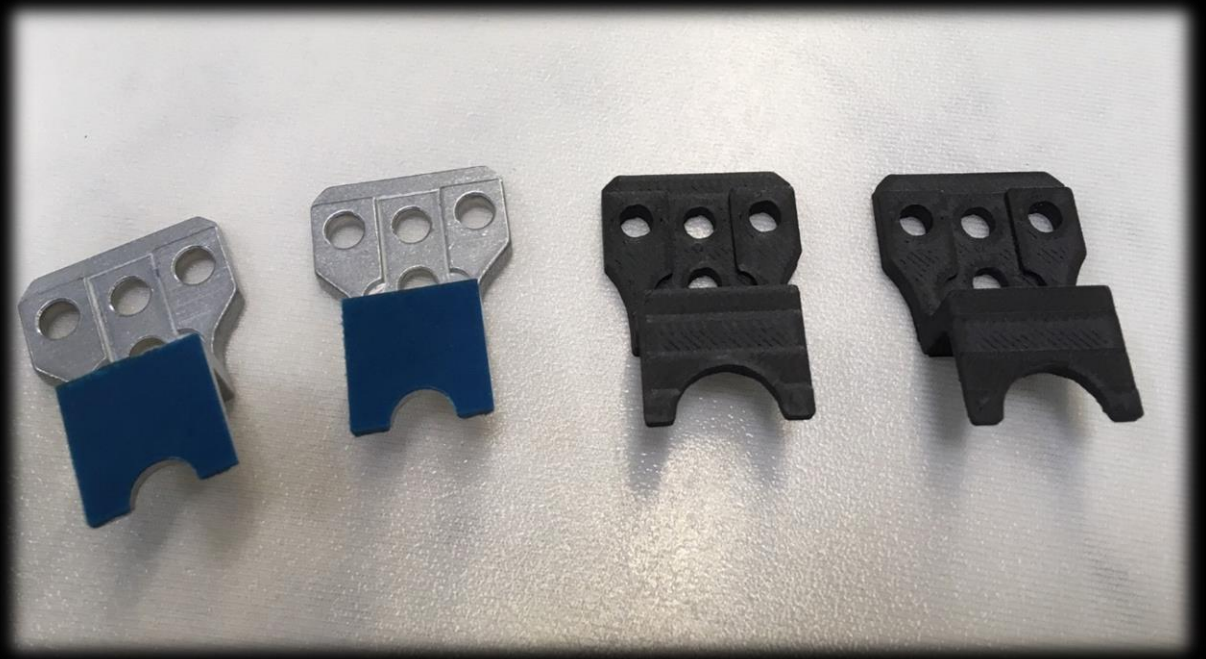
| | |
|---|---|
| Bauteil: | Robotergreifer |

<u>3D gedruckt</u>

| | |
|---|---|
| Druckkosten: | € 1,65 |
| Druckzeit: | 36 Minuten |
| Material: | Onyx |

<u>Mechanisch gefertigt</u>

| | |
|---|---|
| Kosten: | € 20,00 |
| Lieferzeit: | 4 Tage |
| Material: | Aluminium |





Markforged Mark3D Print Stronger

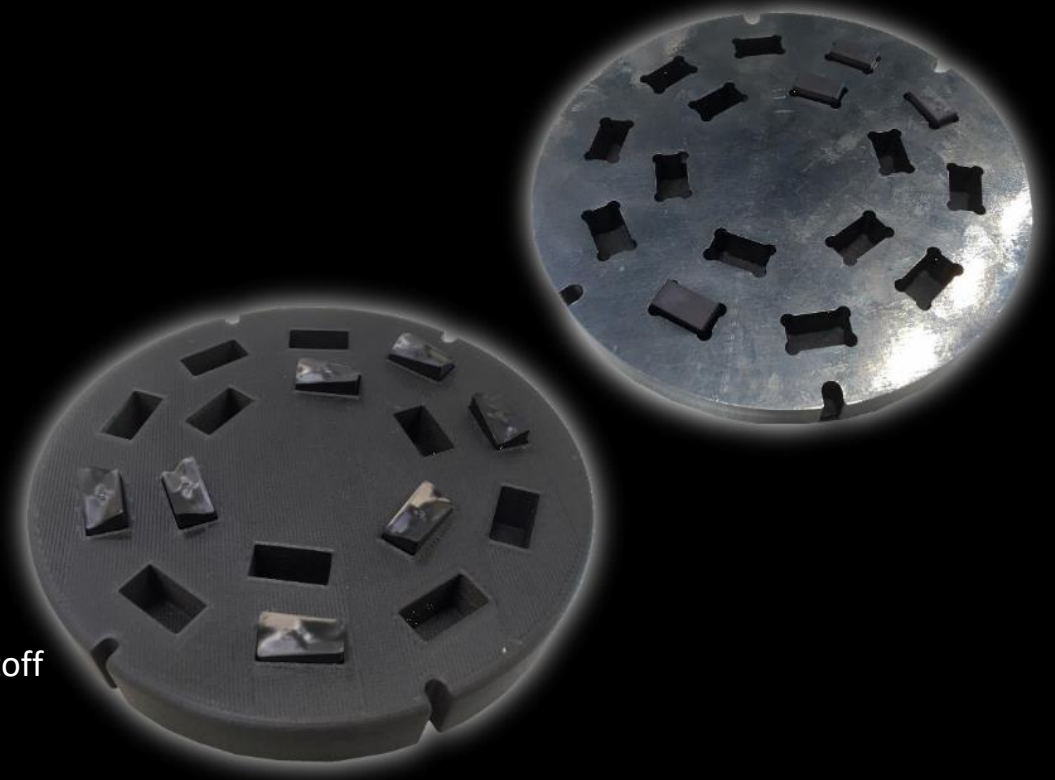
| | |
|---|---|
| Bauteil: | Läuferscheibe |

<u>3D gedruckt</u>

| | |
|---|---|
| Druckkosten: | € 16,00 |
| Druckzeit: | 13,5 Stunden |
| Material: | Onyx |

<u>Mechanisch gefertigt</u>

| | |
|---|---|
| Kosten: | € 58,00 |
| Lieferzeit: | 2 Wochen |
| Material: | Stahl und Kunststoff |



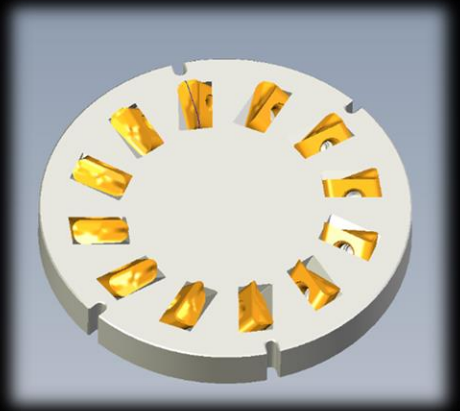


Markforged Mark3D Print Stronger

| | |
|---|---|
| Bauteil: | Läuferscheibe |

<u>3D gedruckt</u>

| | |
|---|---|
| Druckkosten: | € 18,00 |
| Druckzeit: | 12 Stunden |
| Material: | Onyx |



<u>Mechanisch gefertigt</u>

| | |
|---|---|
| Kosten: | € 100,00 |
| Lieferzeit: | 2-3 Wochen |
| Material: | Stahl |



Markforged Mark3D Print Stronger

Bauteil: Polieraufnahme

<u>3D gedruckt</u>

Druckkosten: € 6,70

Druckzeit: 2 Stunden

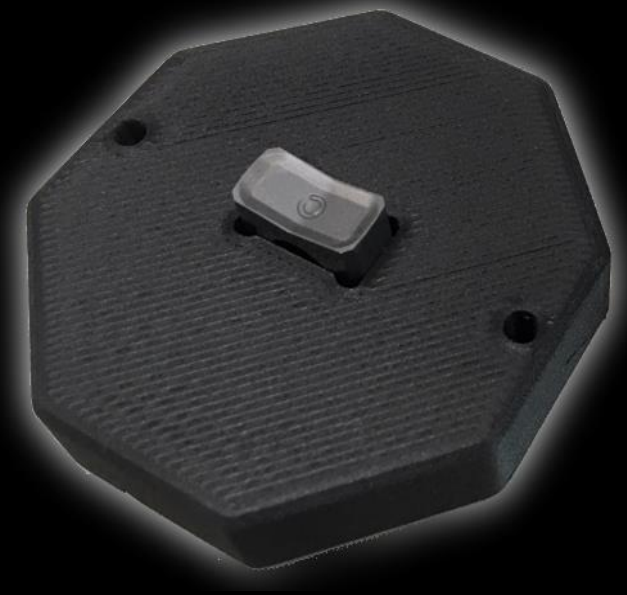
Material: Onyx

<u>Mechanisch gefertigt</u>

Kosten: € 40,00

Lieferzeit: 3 Tage

Material: Stahl



Markforged Mark3D Print Stronger

| | |
|---|---|
| Bauteil: | Aufnahme für Bohrkronen |

<u>3D gedruckt</u>

| | |
|---|---|
| Druckkosten: | € 4,50 |
| Druckzeit: | 5 Stunden |
| Material: | Onyx |

<u>Mechanisch gefertigt</u>

| | |
|---|---|
| Kosten: | € 50,00 |
| Lieferzeit: | 2 Wochen |
| Material: | Stahl |

Markforged Mark3D Print Stronger

| | |
|---|---|
| Bauteil: | Zahnradantrieb für Nassstrahler |

<u>3D gedruckt</u>

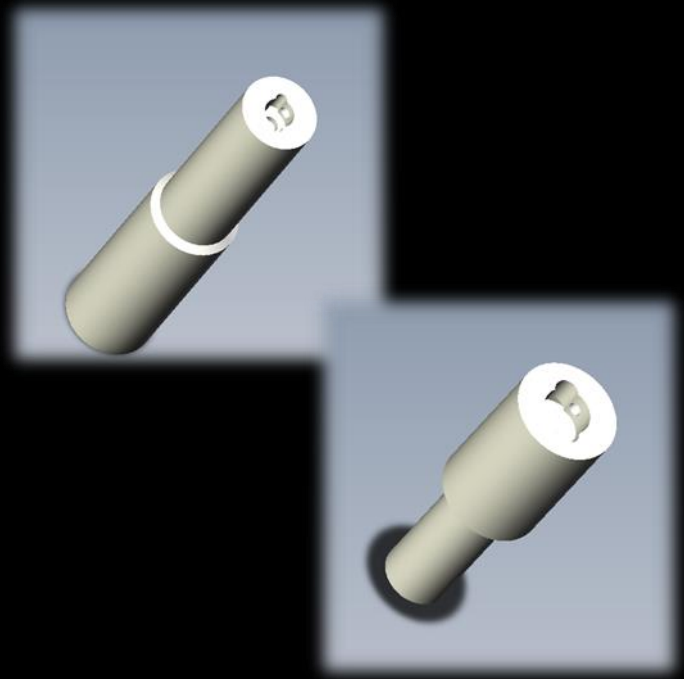
| | |
|---|---|
| Druckkosten: | € 5,00 (keine Nacharbeit nötig!) |
| Druckzeit: | 3 Stunden |
| Material: | Onyx |

<u>Mechanisch gefertigt</u>

| | |
|---|---|
| Kosten: | € 25,00 (zzgl. Nacharbeit) |
| Lieferzeit: | 3 Wochen |
| Material: | Stahl |

Markforged Mark3D Print Stronger

Bauteil: Vorrichtung für Schneidkantenverrundung



<u>3D gedruckt</u>

Druckkosten: € 2,50

Druckzeit: 5 Stunden

Material: Onyx

<u>Mechanisch gefertigt</u>

Kosten: € 55,00

Lieferzeit: 6 Wochen

Material: Stahl

Markforged Mark3D Print Stronger

# Zitat Ingersoll:

**„Das Schönste an den 3D Druckern ist die einfache Bedienbarkeit und das Handling, ohne monatelanges Üben. Auf Anhieb kommen fertige Bauteile raus, die ein großes Potenzial an Einsparungen bieten!“**

**„Wir sind in der Lage individuell und schnell Vorrichtungen zu fertigen, auf die wir vorher wochenlang warten mussten!“**



Markforged Mark3D Print Stronger

| | |
|---|---|
| Bauteil: | Robotergreifer |

<u>3D gedruckt</u>

| | |
|---|---|
| Druckkosten: | € 28,50 |
| Druckzeit: | 10 Stunden |
| Material: | Onyx und Glasfaser |

<u>Mechanisch gefertigt</u>

| | |
|---|---|
| Kosten: | € 273,00 |
| Lieferzeit: | 72 Stunden |
| Material: | Stahl |

Markforged Mark3D Print Stronger

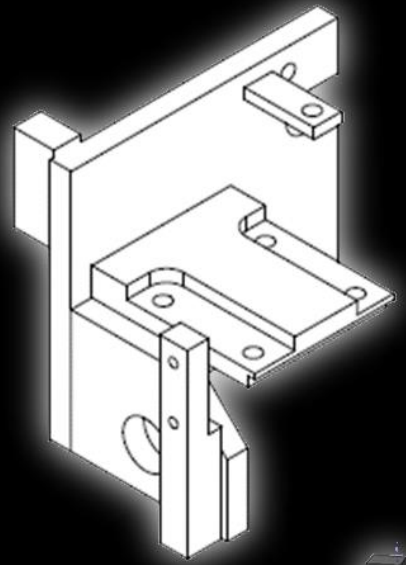
| | |
|---|---|
| Bauteil: | Schweißbaugruppe |

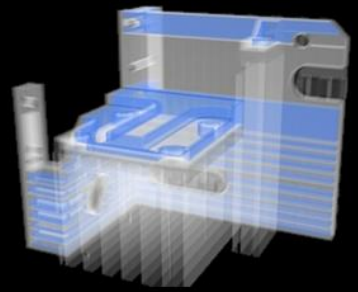
<u>3D gedruckt</u>

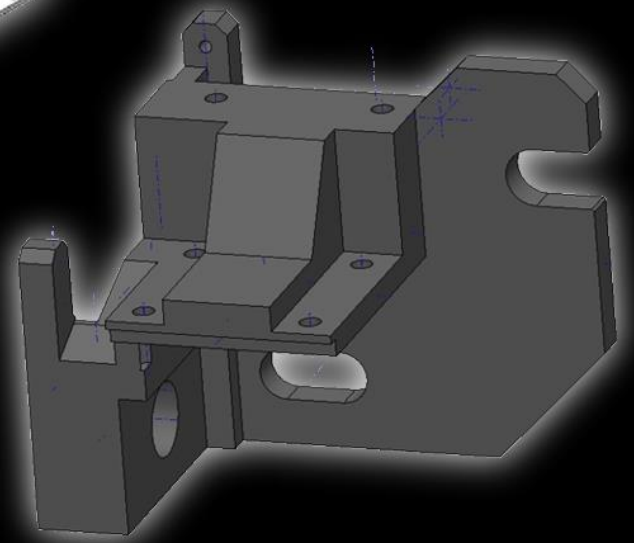
| | |
|---|---|
| Druckkosten: | € 79,00 |
| Druckzeit: | 15 Stunden |
| Material: | Onyx und Carbon |

<u>Mechanisch gefertigt</u>

| | |
|---|---|
| Kosten: | € 400,00 |
| Lieferzeit: | 96 Stunden |
| Material: | Stahl |









Markforged Mark3D Print Stronger

| | |
|---|---|
| Bauteil: | Spritzgießwerkzeug |

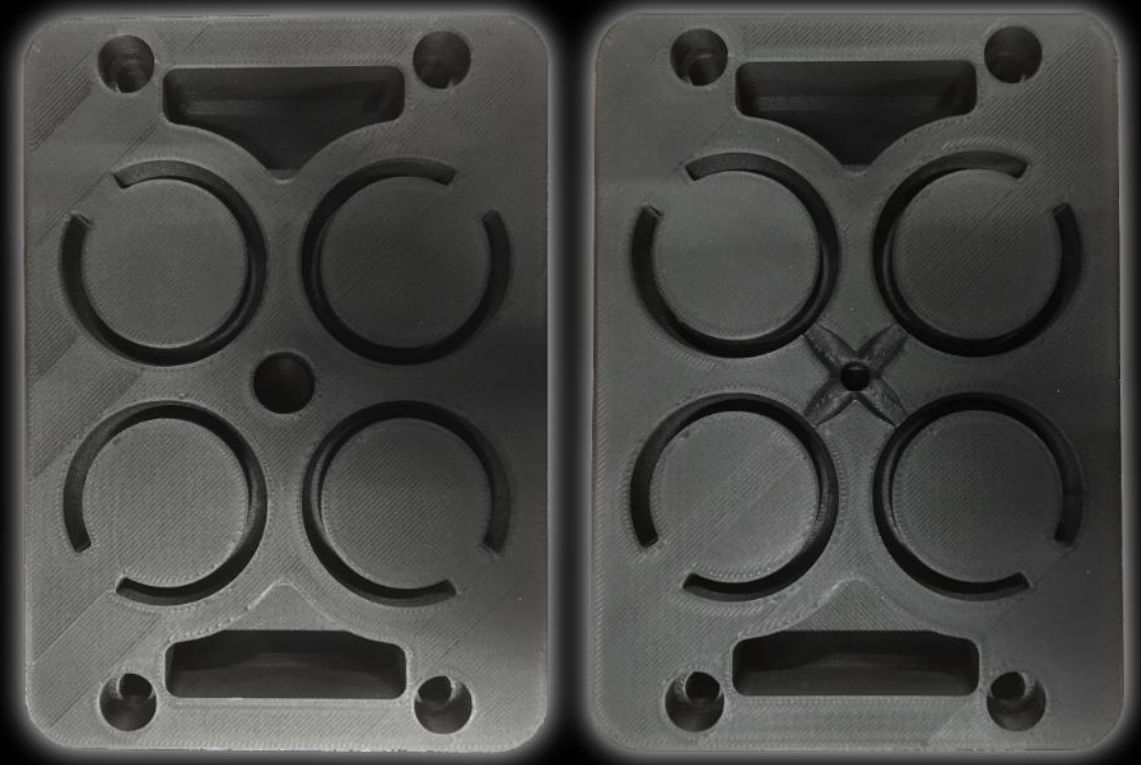
<u>3D gedruckt</u>

| | |
|---|---|
| Druckkosten: | € 142,00 |
| Druckzeit: | 30 Stunden |
| Material: | Onyx |

<u>Mechanisch gefertigt</u>

| | |
|---|---|
| Kosten: | € 1.200,00 |
| Lieferzeit: | 1,5 Tage |
| Material: | Stahl |

| | |
|---|---|
| Material: | TPU |
| Einspritztemperatur: | 180°C |
| Einspritzdruck: | 300 Bar |
| Ergebnis: | 150 Stück |





Markforged Mark3D Print Stronger

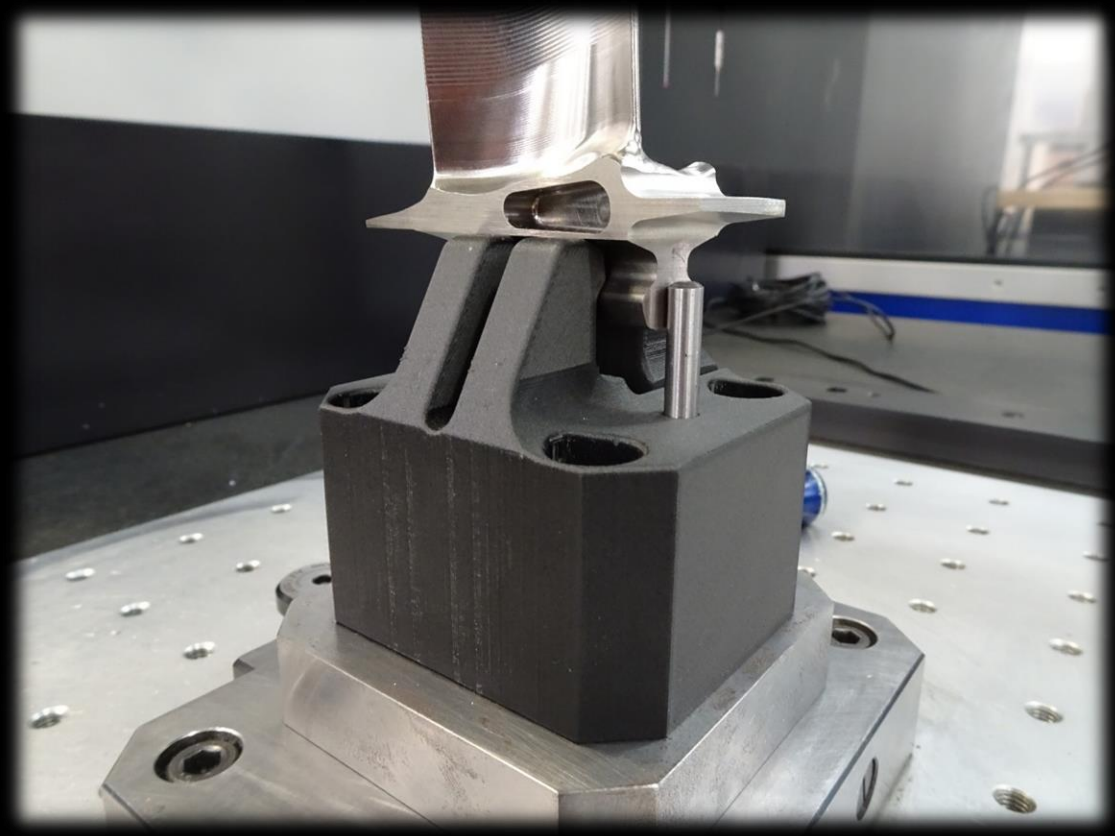
| | |
|---|---|
| Bauteil: | Messvorrichtung |

<u>3D gedruckt</u>

| | |
|---|---|
| Druckkosten: | € 330,00 |
| Druckzeit: | 3 Tage |
| Material: | Onyx und Carbon |

<u>Mechanisch gefertigt</u>

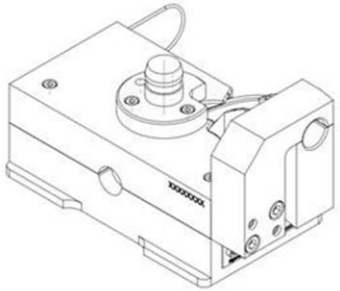
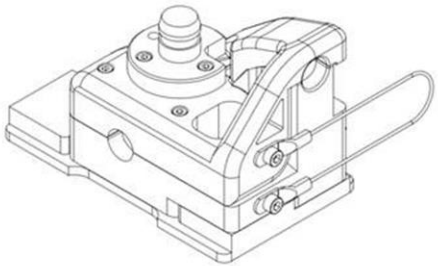
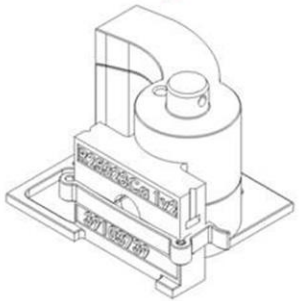
| | |
|---|---|
| Kosten: | € 1.590,00 |
| Lieferzeit: | 10 Tage |
| Material: | Stahl |





Markforged Mark3D Print Stronger

# Reibschweißbacken

| Bauart | Klassisch (Stahlbacke) | Hybrid (Teilweise 3D-Druck) | Komplett 3D gedruckt |
|---|---|---|---|
| Darstellung |  | Funktionsintegration in 3D-Druck Bauteile  |  |
| Masse | 6,5kg | 1,6kg | 0,15kg |
| Personalaufwand Fertigung (ohne Konstruktion) | 32h | 7h | 1h |
| Erreichbare Lieferzeit | 23 Tage Fertigung (incl. Beschichten)<br>+7 Tage Lieferung ins Werk | 5 Tage Fertigung<br>+7 Tage Lieferung ins Werk | 1 Tag<br>+ 0 Tage (Direkt am Einsatzort gedruckt) |



Markforged Mark3D Print Stronger

| | |
|---|---|
| Bauteil: | Reibschweißbacke |

<u>3D gedruckt</u>

| | |
|---|---|
| Druckkosten: | € 48,00 |
| Druckzeit: | 11 Stunden |
| Material: | Onyx |

<u>Mechanisch gefertigt</u>

| | |
|---|---|
| Kosten: | € 1.200,00 |
| Lieferzeit: | 21 Stunden |
| Material: | Stahl |

Markforged Mark3D Print Stronger

# Reibschweißbacken

Markforged Mark3D Print Stronger

| | |
|---|---|
| Bauteil: | Magnetgreifer für Montageanlage |

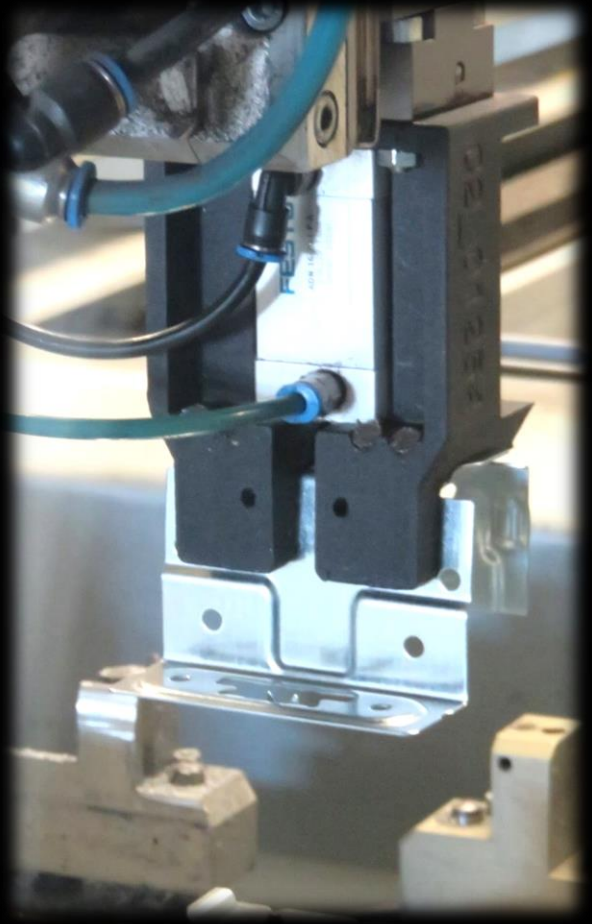
<u>3D gedruckt</u>

| | |
|---|---|
| Druckkosten: | € 38,05 |
| Druckzeit: | 13 Stunden |
| Material: | Onyx |

<u>Mechanisch gefertigt</u>

| | |
|---|---|
| Fertigungskosten: | € 217,00 |
| Material: | Aluminium |

Deutlich weniger Störungen und Stillstandszeiten





Markforged Mark3D Print Stronger

Bauteil: Magnetgreifer

<u>3D gedruckt</u>

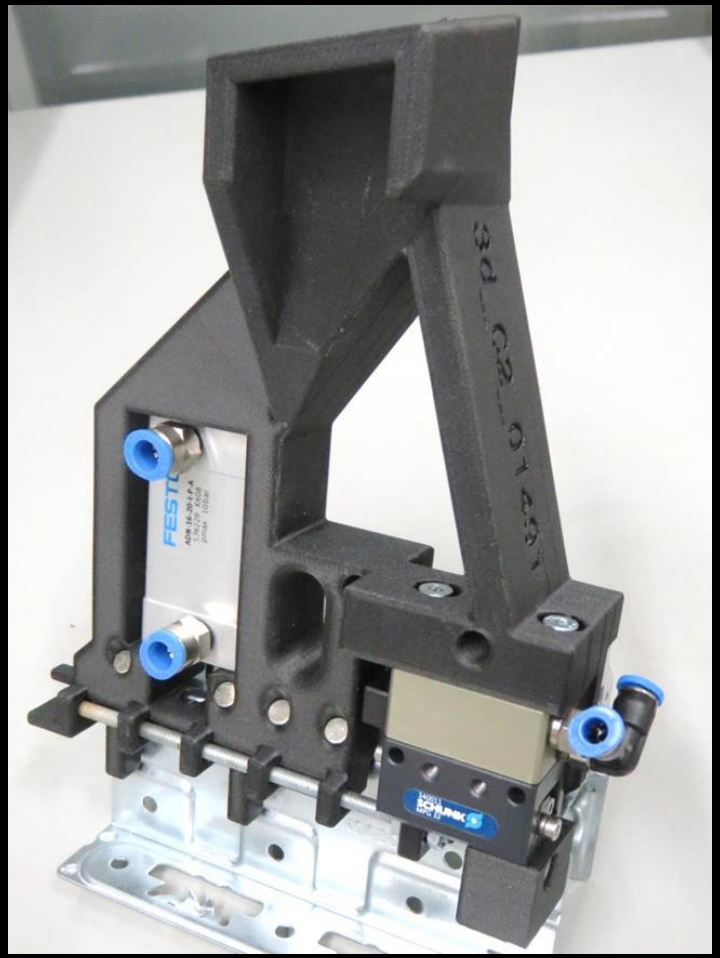
Druckkosten: € 71,20

Druckzeit: 24 Stunden

Material: Onyx

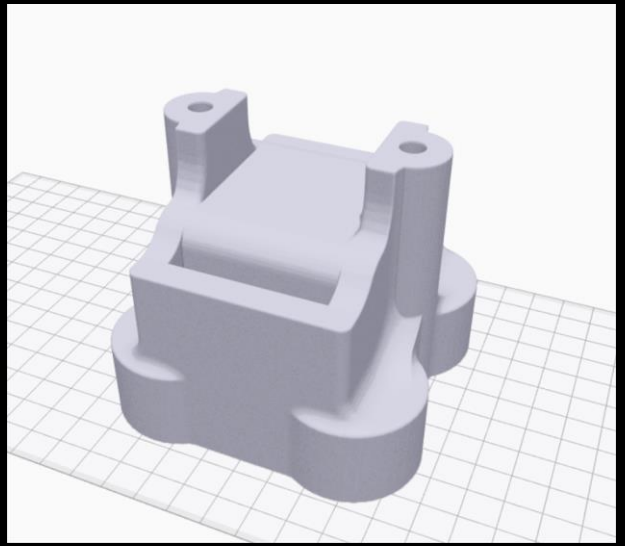
<u>Mechanisch gefertigt</u>

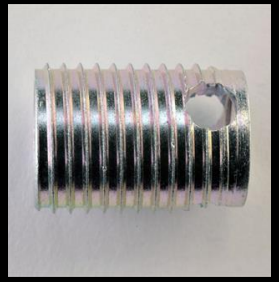
Fertigungskosten: Bauteil ist nicht herstellbar





Markforged Mark3D Print Stronger





Markforged Mark3D Print Stronger

| | |
|---|---|
| Bauteil: | Vorrichtung |

<u>3D gedruckt</u>

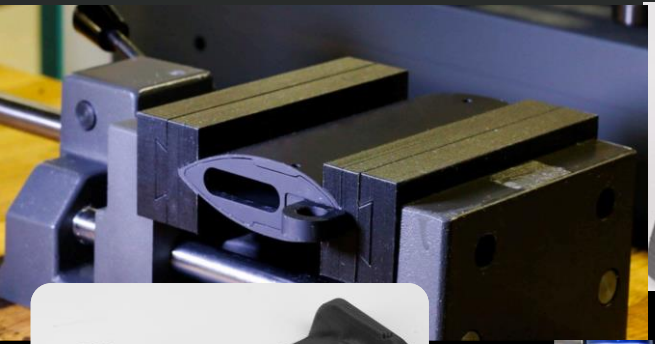
| | |
|---|---|
| Druckkosten: | € 95,50 |
| Druckzeit: | 2 Tage, 21 Stunden |
| Material: | Onyx |

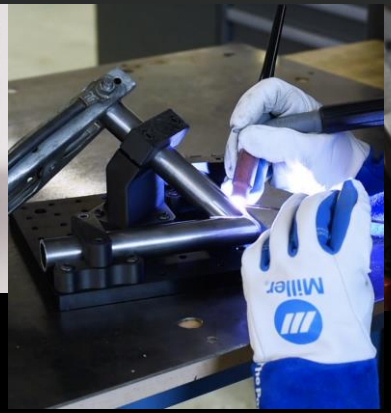
<u>Mechanisch gefertigt</u>

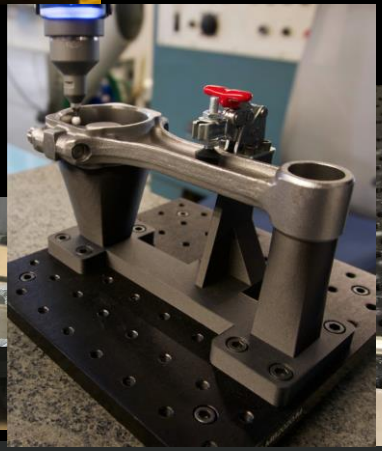
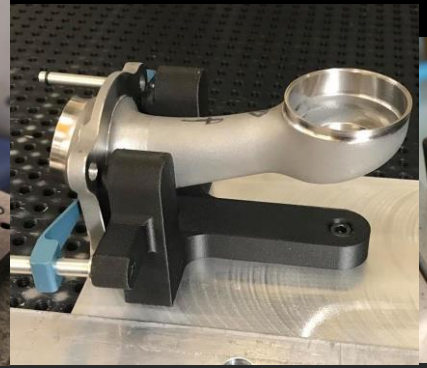
| | |
|---|---|
| Fertigungskosten : | € 1.329,00 |
| Lieferzeit: | 2 Wochen |
| Material: | Stahl |

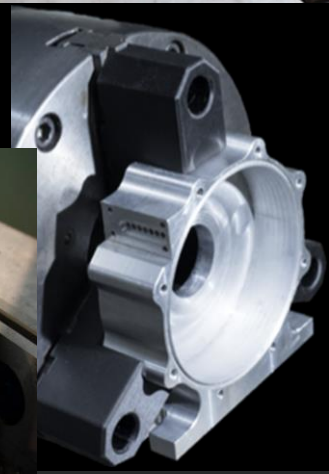
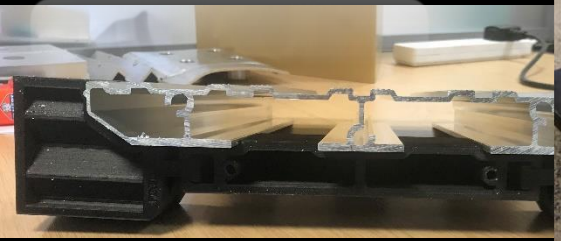
Markforged Mark3D Print Stronger

# Aus der Praxis für die Praxis …







Markforged Mark3D Print Stronger

# Die Komplettlösung

Einzigartige Materialien

Einzigartige Hardware

Einzigartige Software



Markforged Mark3D Print Stronger

Search

Get Support

Print Jobs

**Beispiel Motorrad Bremsgriff iso und conc**

Joachim Kasemann

+ Add Description

**Part Details**

Dimensions
**197.2mm x 55.3mm x 14.0mm**

Print Time
**4h 15m**

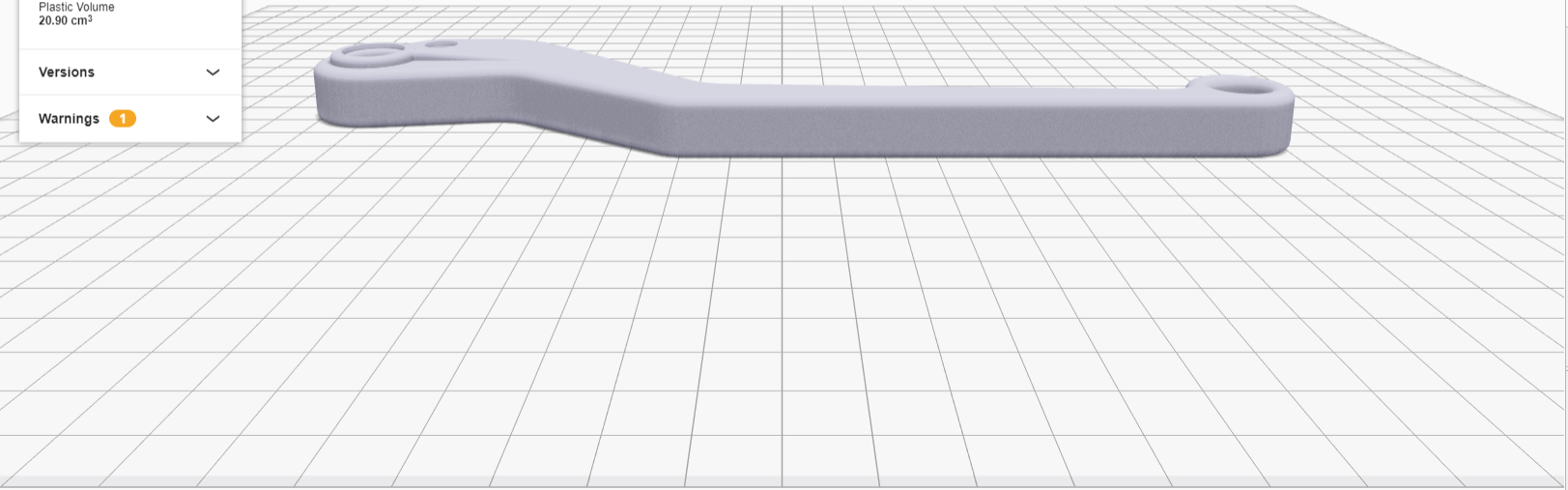
Material Cost
**4.94 USD**

Final Part Mass
**24.67g**

Plastic Volume
**20.90 cm³**

**Versions**

**Warnings** 1



## Part Settings

Review and modify your settings for printing.

Material: Onyx

Reinforcement Material: None

Printer Type: Industrial Series (X3, X5, X7)

Orientation — Manual Rotation

X 0 | Y 0 | Z 180

Cloud Slicing

**Part Settings**

Scale: 1

Turbo Print (Beta)

Use Supports

Expand Thin Features

Use Brim

Original Units: Metric

Layer Height (mm): 0.1

Save

Internal View

Print



Markforged Mark3D Print Stronger

Markforged Library / Part / Internal View

Search

# Beispiel Motorrad Bremsgriff iso und conc

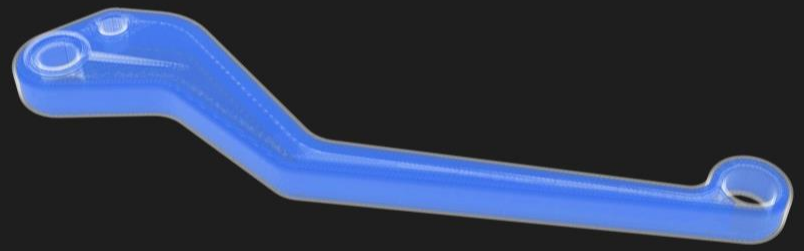
Joachim Kasemann

Get Support | Visibility | 2D 3D

Select one or more layers to edit

Part Stats

| | |
|---|---|
| Est. print time | 6h 54m |
| Onyx | 15.67 $cm^3$ |
| Carbon Fiber | 17.88 $cm^3$ |
| Material Cost | 56.99 USD |



Select one or more layers to edit

Materials

Revert

Save

Part View

Print



Markforged Mark3D Print Stronger

Search

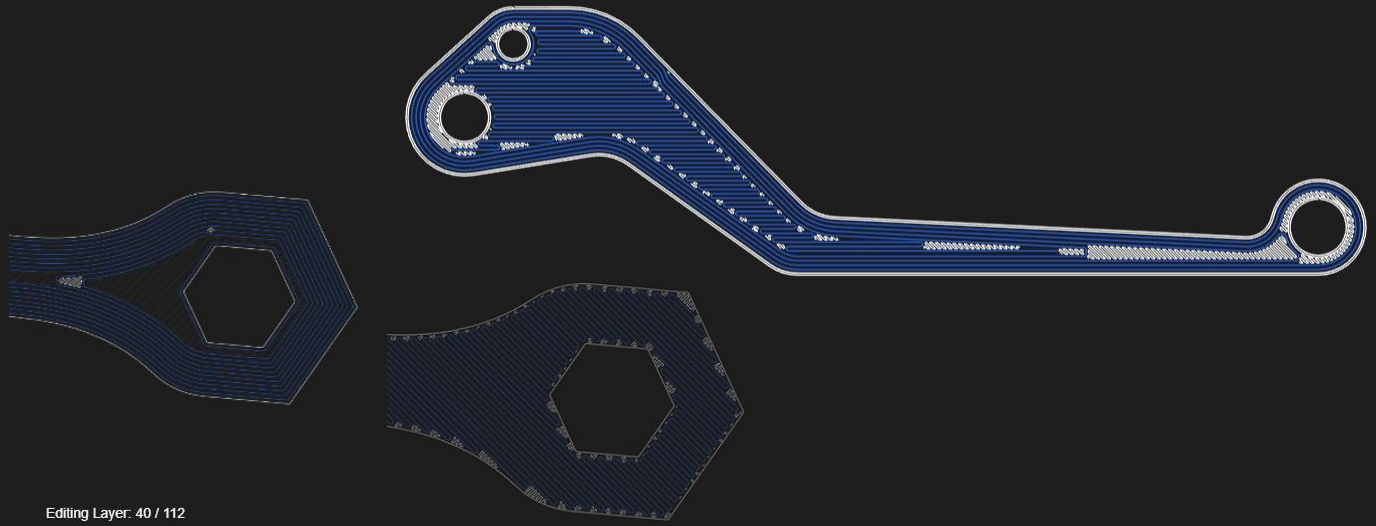
# Beispiel Motorrad Bremsgriff iso und conc

Joachim Kasemann

Part Stats (up to layer 40)

| | |
|---|---|
| Est. print time | 2h 56m / 6h 59m |
| Onyx | 6.25 / 15.59 $cm^3$ |
| Carbon Fiber | 7.62 / 18.11 $cm^3$ |
| Material Cost | 24.19 / 57.64 USD |

Get Support | Visibility | 2D | 3D



| Editing Layer: 40 / 112 | |
|---|---|
| Use Fiber | |
| Fiber Fill Type | Isotropic Fiber |
| Concentric Fiber Rings | 4 |
| Start Rotation Percent | 8 |
| Fiber Angle | 0 |
| Pause After Layer | |
| Scan After Layer | |

Editing Layer: 40 / 112

5mm

Materials

Revert

Save

Part View

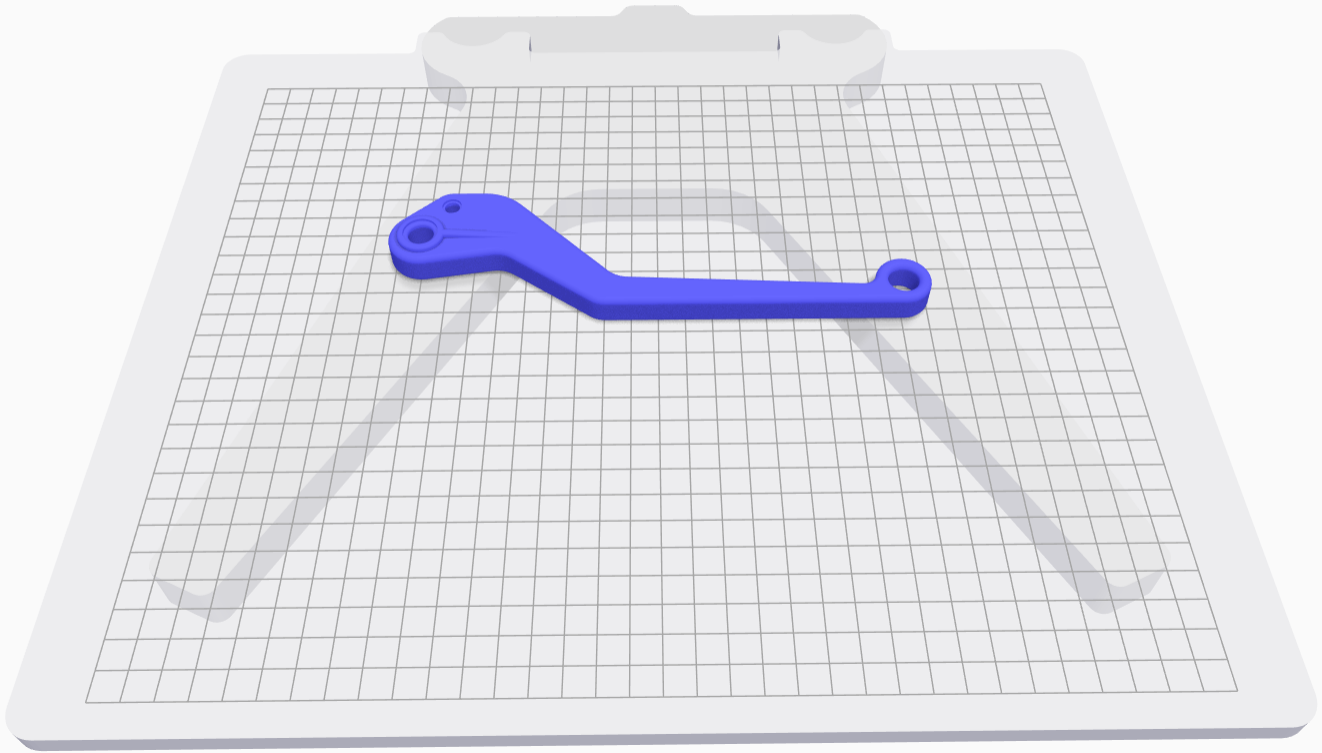
Print



Markforged Mark3D Print Stronger

Search

Industrial Series Build
~6h 54m Estimated Print Time
15.66 $cm^3$ Onyx
17.84 $cm^3$ Carbon Fiber
56.87 USD Material Cost



## Printing Settings

Review and modify your printing settings.

Build Name
Beispiel Motorrad Bremsgriff iso und conc

Printer Type
Industrial Series (X3, X5, X7)

Select Printer
X7 Haiger

Cloud Print Generation

Parts In Build
Add Part

**Beispiel Motorrad Bremsgriff iso und conc**

Current Selection

Beispiel Motorrad Bremsgriff iso und conc
Version 5

| | |
|---|---|
| Θ | 0 |
| X | 165,611 |
| Y | 103,439 |

Part View: Beispiel Motorrad Br...

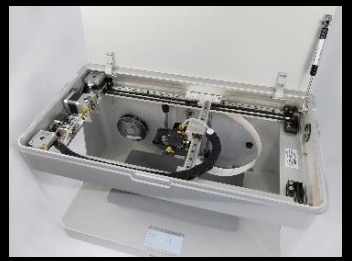
Print



Markforged Mark3D Print Stronger

# Mark Two

1. Bauraum 320 x 132 x 154 mm (6,5 Liter)
2. Extrem stabile Bauteile
3. Exzellente Oberflächenqualität
4. Einfach zu installieren
5. Netzwerkfähig
6. Preiswerte Materialien
7. Rundum-Sorglos-Paket
8. Kostenlose Software
9. Extrem zuverlässig: 24/7
10. Extrem schneller ROI





Markforged Mark3D Print Stronger

# X Serie

- Knapp 3x-größerer Bauraum als im MarkTwo
- "Best in class” Genauigkeit
- 0,05mm Schichthöhe
- Wiederholgenauigkeit innerhalb 50µm in XY
- "Best in class” Oberflächengüte
- Verarbeitung aller 4 Endlosfasern
- 23x stärker als ABS
- Bauprozesskontrolle

# 0,05 mm Schichtstärke

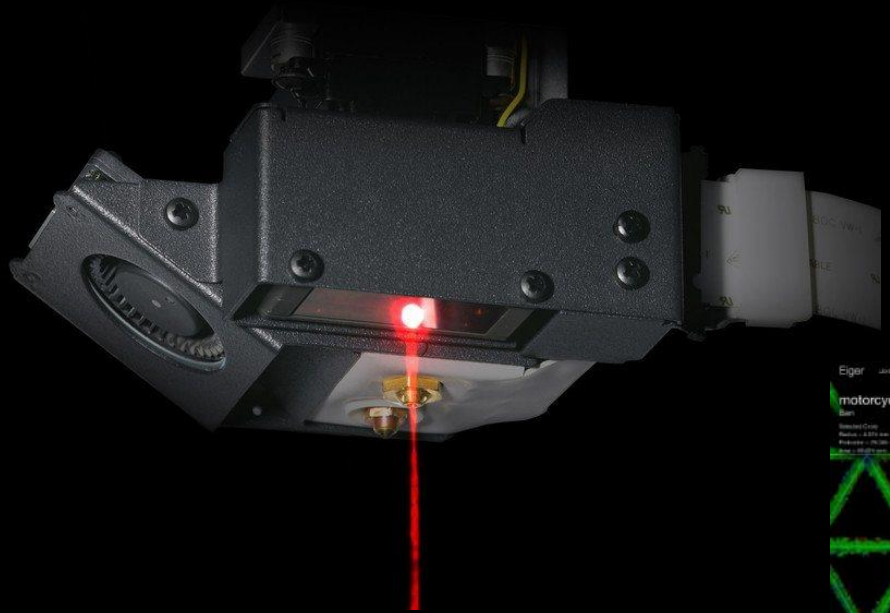
Mit einer Schichtstärke von 0,05 mm erhalten Ihre Bauteile eine perfekte Oberfläche und ähneln in Optik und Haptik einem Spritzgussbauteil.

Rz von 35 µm möglich!!

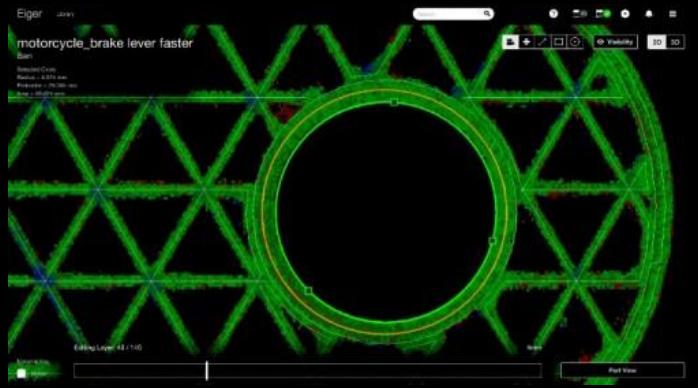


Markforged Mark3D Print Stronger

# Fertigungsüberwachung beim X7…



Die in der Software festgelegte Toleranz wird während des Bauprozesses kontinuierlich überwacht ...

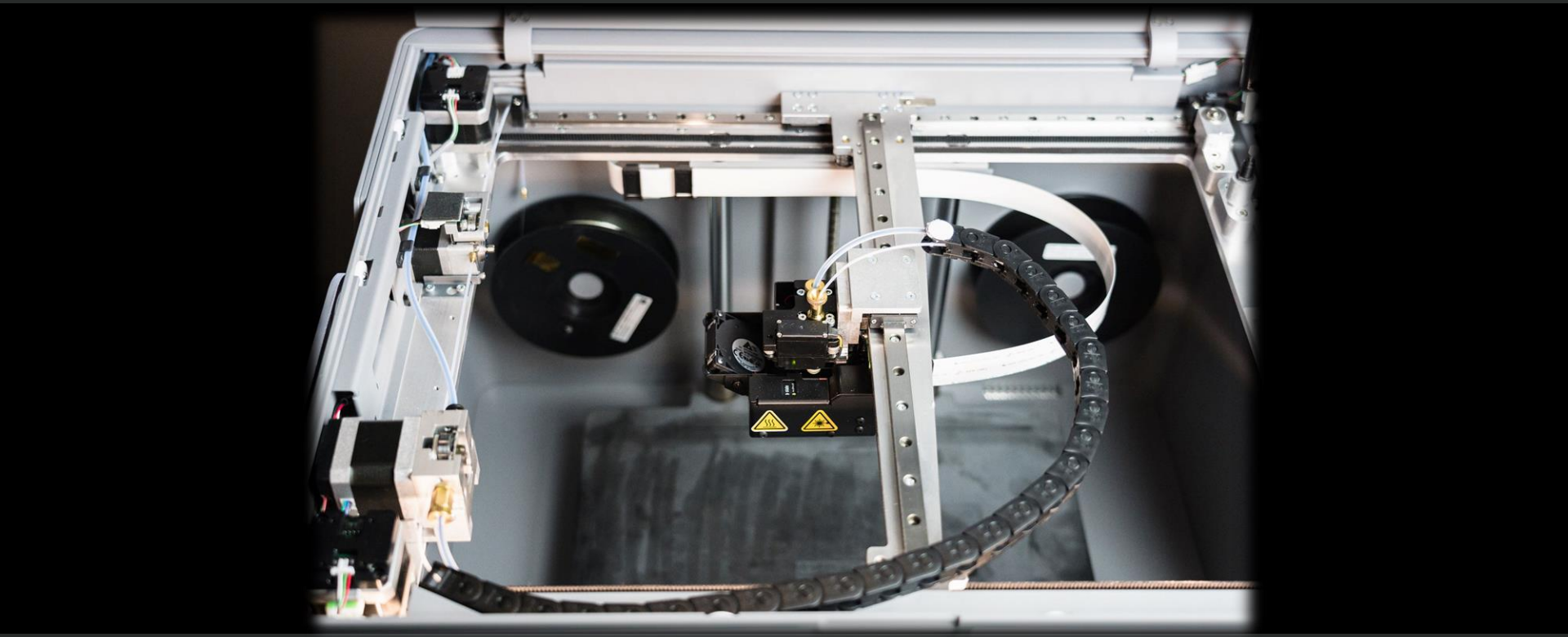





Markforged

Mark3D
Print Stronger

# Hochwertigste Mechanik





Markforged Mark3D Print Stronger

# Toleranzen

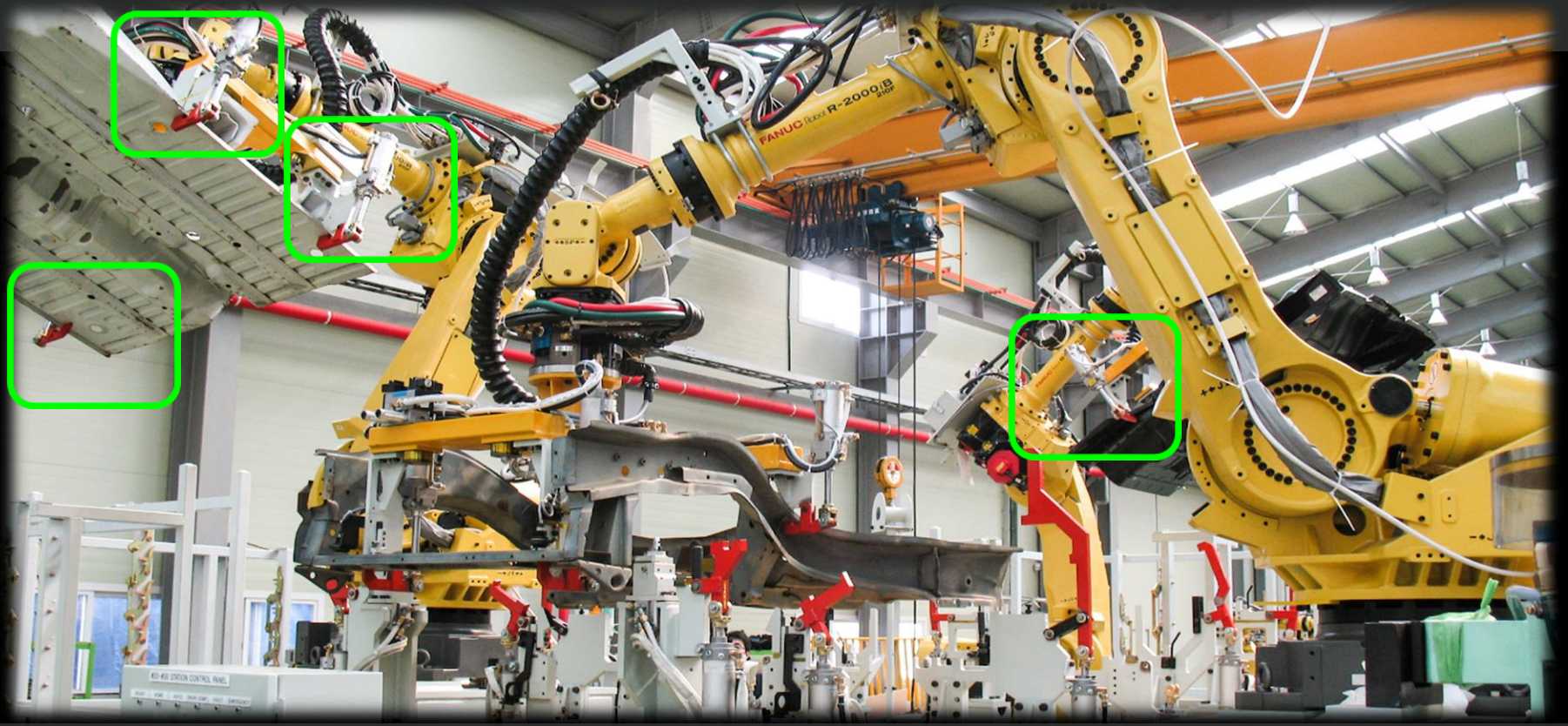
… sind immer Geometrieabhängig

| Bauteil | | | |
|---|---|---|---|
| 20 mm | 10 mm | 12 mm | 170 mm |
| gemessen | | | |
| 19,99 | 9,94 | 11,96 | 170,08 |
| 20 | 10,02 | 11,92 | 170,04 |
| 19,97 | 10,02 | 11,96 | 169,95 |
| 19,95 | 9,96 | 11,98 | 169,98 |
| 19,92 | 10,01 | 11,98 | 169,98 |
| 19,91 | 10,02 | 12 | 169,92 |
| 19,97 | 9,99 | 11,97 | 169,95 |
| 19,96 | 10,07 | 11,89 | 169,95 |
| 19,97 | 10,03 | 11,93 | 169,95 |
| 19,97 | 9,97 | 11,97 | 169,93 |
| 20,03 | 10,08 | 11,97 | 169,94 |
| 19,96 | 10,06 | 11,96 | 169,96 |
| 19,9 | 9,96 | 11,99 | 169,98 |

Markforged Mark3D Print Stronger

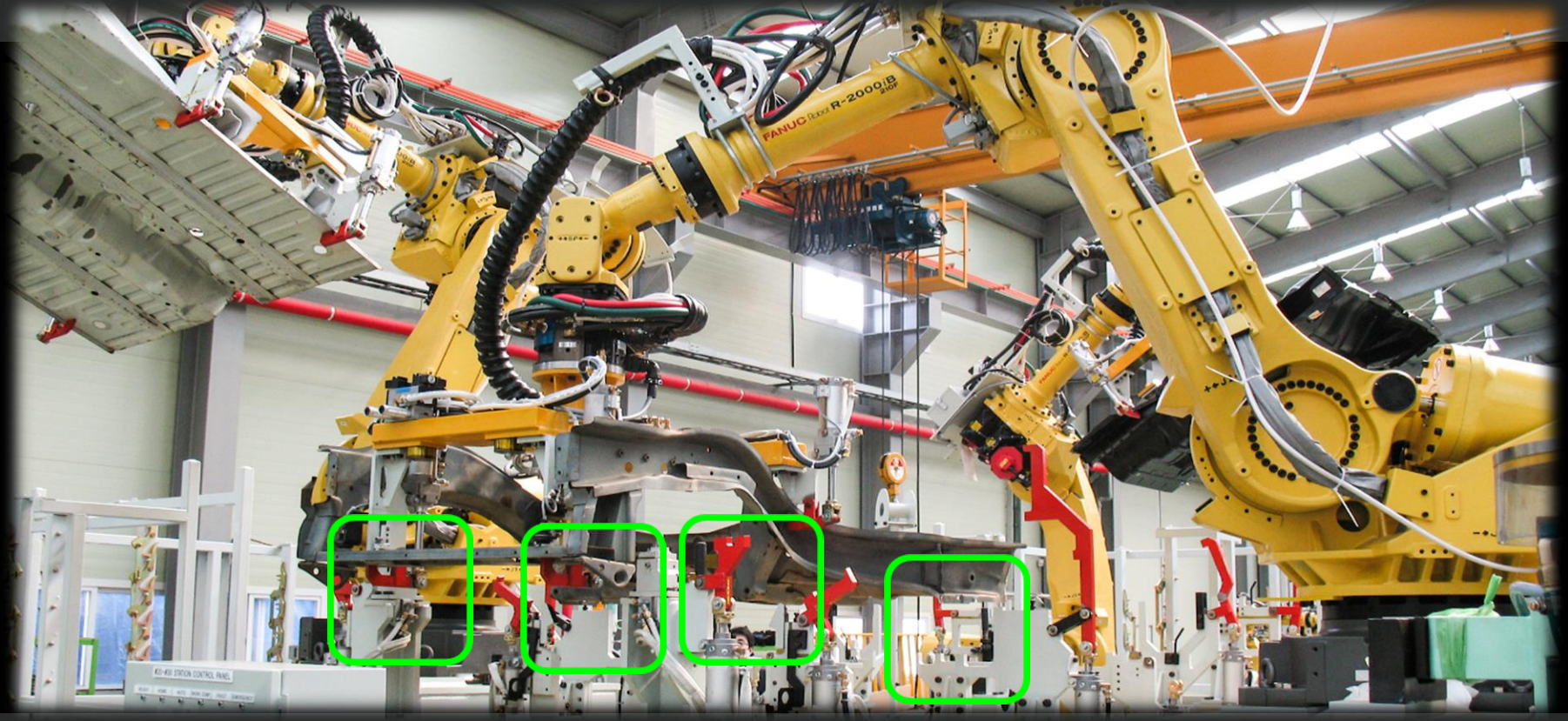
# Sehen Sie Möglichkeiten für den 3D-Druck?

# Robotergreifer




Markforged
Mark3D
Print Stronger

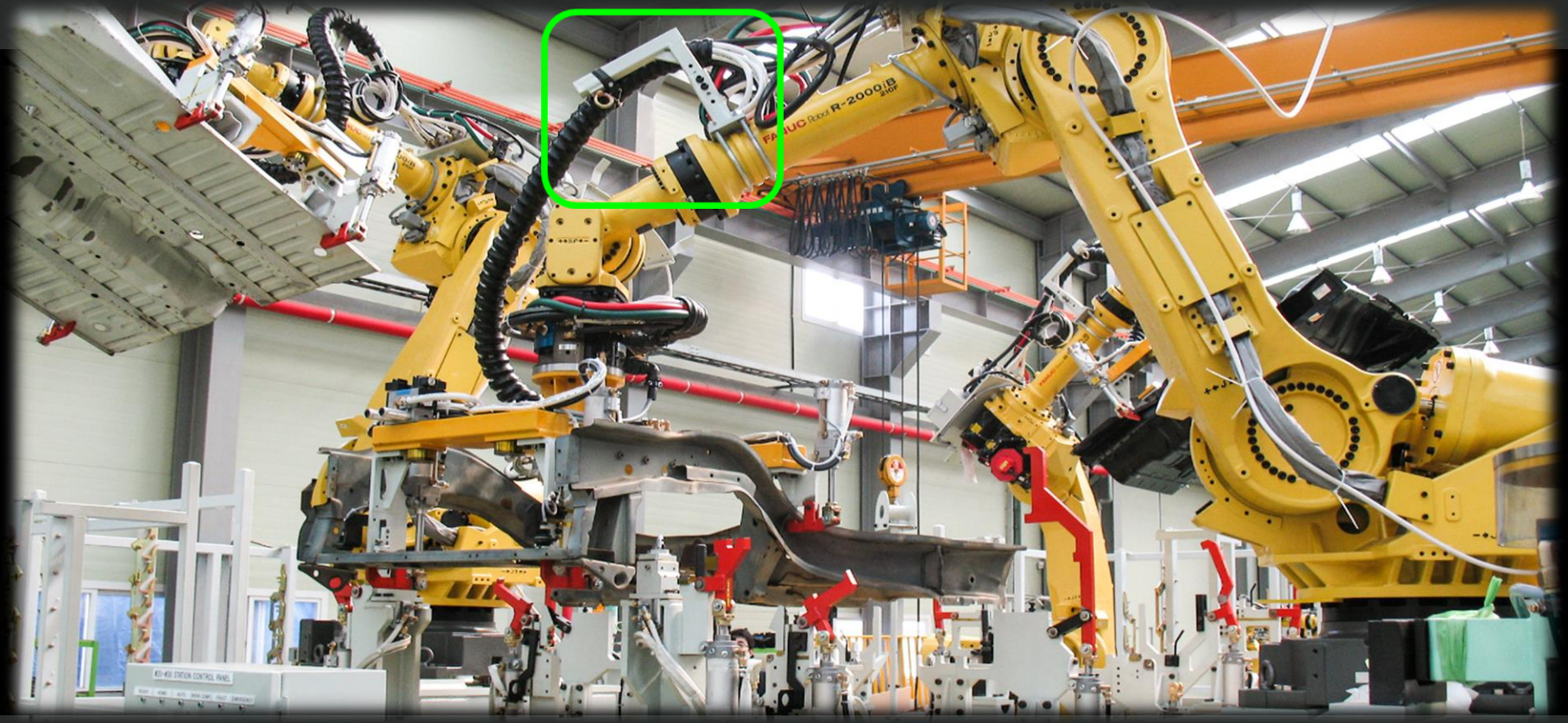
# Spannvorrichtungen




Markforged

Mark3D
Print Stronger

# Kabelführungssysteme



# Serienfertigung?

Markforged Printfarm

- 32 Maschinen
- Bis zu 15.000 Teile im Monat
- Gewöhnlich 1 Bediener

# Metall 3D Druck

Wollen wir das?

Oder das?

Oder brauchen wir das?

# Der Metal X

Bauraum 300 mm x 220 mm x 180 mm

Materialien

1.4542 1.4305 1.2344 1.2363 2.4856 TI-6AL-4V

Markforged Mark3D Print Stronger

# ADAM

**Atomic Diffusion Additive Manufacturing – der neue Weg um Metallteile zu fertigen!**

Konstruieren Drucken Waschen Sintern Fertig

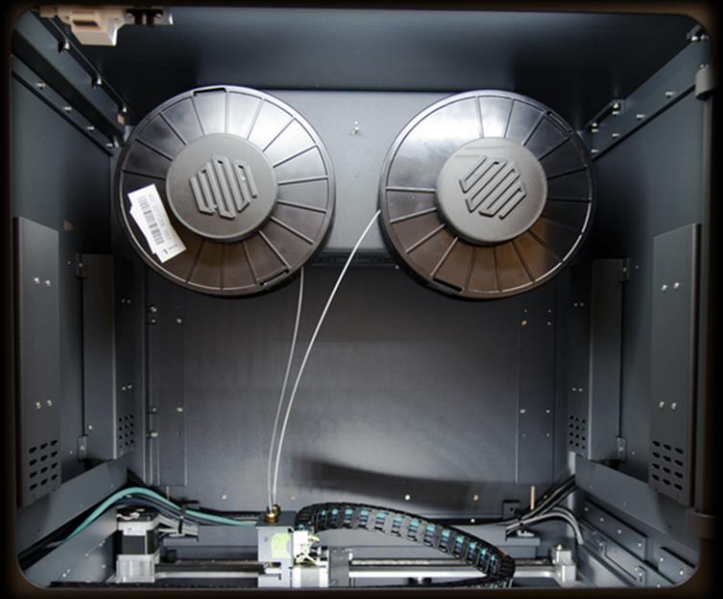


Markforged Mark3D Print Stronger

# Einfachster Materialwechsel!

1 kg Spulen (200 $cm^3$)

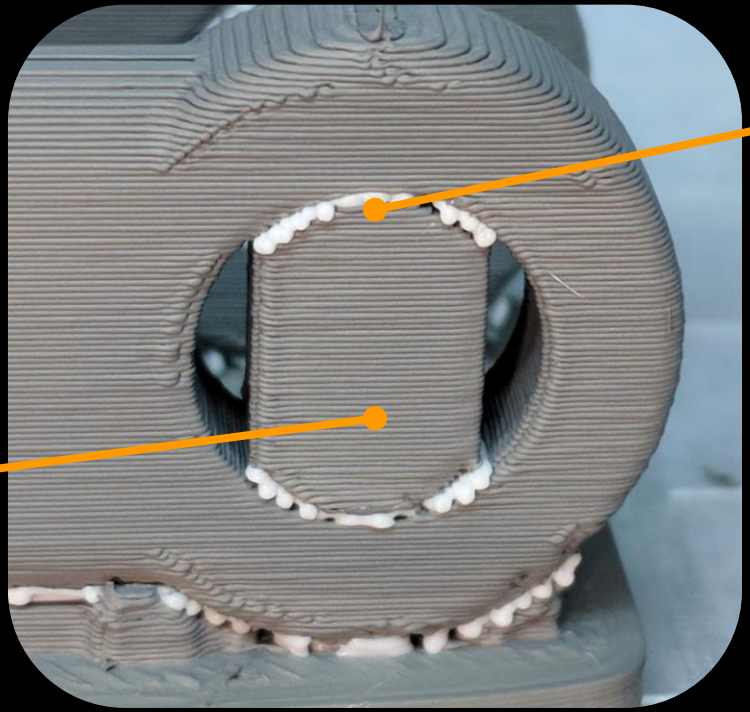
Materialwechsel in wenigen Minuten





Markforged Mark3D Print Stronger

# Metal X



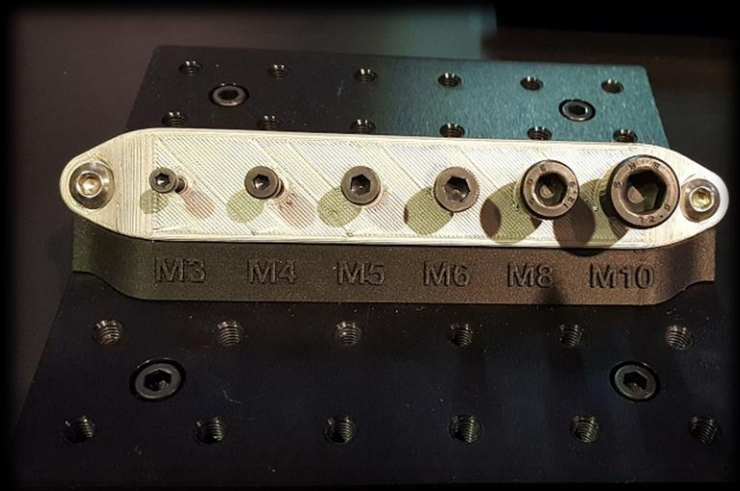
Keramik als Trennschicht

Stützstruktur zwecks Schwindungsausgleich aus gleichem Material

Markforged Mark3D Print Stronger

# Metal X

Bis zu Gewinde M3!






Markforged

Mark3D
Print Stronger

# Metal X

- Durch Optimierung Stützmaterial-Frei fertigen!
- Bisher 4 Bauteile – jetzt EIN Bauteil!
- <u>Einsparung:</u>
  - Zeit: x 20
  - Kosten: x 12



Markforged Mark3D Print Stronger

# Metal X

Nach dem Sintern
nachbearbeitet

Grünling nass
geschliffen

Nach dem Sintern
Geschliffen und poliert

Nach dem Sintern
CNC bearbeitet

Markforged Mark3D Print Stronger

# Wann fangen Sie an?

# Nicht der EINE, große Kürbis …

–

# … sondern die VIELEN, kleinen Erbsen

# The future is NOW!

# Just DO it!



Markforged Mark3D Print Stronger

# Herzlichen Dank