

Industrielle Fertigung direkt vor Ort!



Aus der Praxis

3D gedruckt:

Druckkosten: 100 EUR
Druckzeit: 24 Stunden
Material: Onyx und Carbon
Gewicht: 189 g



Mechanisch gefertigt:

Kosten: 1.145 EUR
Lieferzeit: 4-6 Wochen
Material: Stahl
Gewicht: 3,2 kg



3D gedruckt:

Druckkosten: 550 EUR
Material: Onyx und HSHT- Endlosfaser
Gewicht: 1,86 kg



Mechanisch gefertigt:

Kosten: 2.500 EUR
Material: Aluminium
Gewicht: 8 kg



3D gedruckt:

Druckkosten: 150 EUR
Druckzeit: 12 Stunden
Material: Onyx und Endlos-Glasfaser



Mechanisch gefertigt:

Kosten: 1.200 EUR
Lieferzeit: 3-4 Wochen
Material: Stahl

Inhalt

| | |
|--|----|
| Warum Markforged?..... | 5 |
| Markforged FX20..... | 6 |
| Markforged FX10..... | 8 |
| Markforged X7 | 10 |
| Markforged Desktop-Serie | 12 |
| Markforged Metal X..... | 14 |
| Markforged PX100 | 18 |
| Druckmaterial Desktop-Serie und X7 | 20 |
| Druckmaterial Metal X. | 21 |
| Materialbeschreibungen – Precise PLA..... | 22 |
| Materialbeschreibungen – Basismaterialien..... | 23 |
| Materialspezifikationen – Fasermaterialien | 24 |
| Materialbeschreibung - Smooth TPU 95A..... | 25 |
| Materialspezifikationen – Metalle..... | 27 |
| Hinweise für die Druckvorbereitung und -nachbereitung..... | 28 |
| EIGER Software | 29 |
| Datenschutz..... | 30 |
| Eiger Subscription Pakete..... | 31 |
| Kundenstimmen..... | 33 |
| Kontakt..... | 34 |

Warum Markforged?

Mechanisch & thermisch belastbare Bauteile drucken

Verstärken Sie Ihre Bauteile mit der zusätzlichen Endlosfaser aus Carbon-, Kevlar- oder Glasfaser und erhalten Sie Bauteile mit Festigkeiten von Aluminium.

Onyx - hervorragende Oberfläche und einzigartige Material-Eigenschaften

Nein, die Bauteile sind nicht nachbearbeitet, sondern kommen direkt so aus dem Markforged 3D-Drucker. Das einzigartige, professionelle Carbon-Kurzfasermaterial für Bauteile mit und ohne Endlosfaser-Verstärkung.

Die Digital Forge

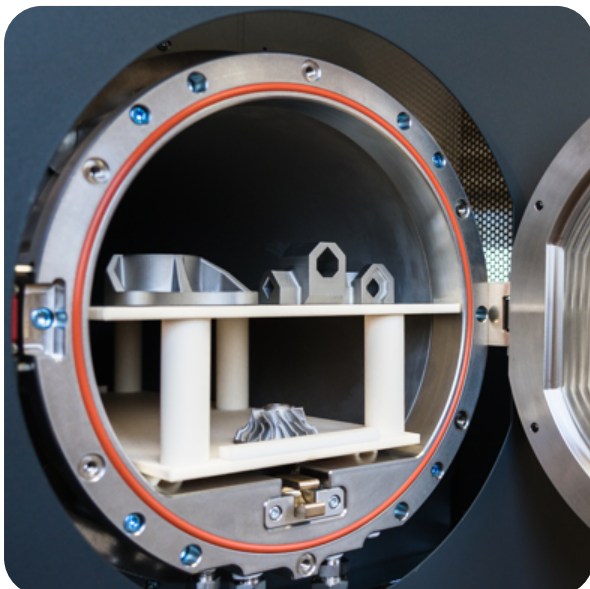
Material, Hardware und Software sind zu 100 % auf einander abgestimmt. Damit können Ingenieure das faserverstärkte Endprodukt direkt nach der Konstruktion fertigen.

Einfachste Bedienbarkeit

Die industriellen 3D-Druck sind intuitiv bedienbar. Es ist kein Einstellen von Parametern notwendig.

Ein Durchbruch im Metall-3D-Druck

ADAM (Atomic Diffusion Additive Manufacturing): Von der Konstruktion zu voll funktionsfähigen Metallteilen in weniger als 28 Stunden. Das System des Markforged Metal X ist eine komplette Metall 3D-Druck-Lösung.



Der Markforged FX20

Der FX20 ist das neueste Flaggschiff unter den 3D-Druckern von Markforged. Damit kann die Digital Forge-Plattform und die CFR-Technologie (Continuous Fiber Reinforcement) für ganz neue Teile, Herausforderungen und Branchen genutzt werden. Der FX20 wurde für die anspruchsvollsten Fertigungsindustrien entwickelt: Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie und Verteidigung. Er ist der größte, schnellste und intelligenteste 3D-Drucker von Markforged. Ob Sie Werkzeuge, Prototypen oder Produktionsteile benötigen – der FX20 setzt für die additive Fertigung, wie wir sie bisher kannten, ganz neue Maßstäbe.

Massive Bauteile, schneller

Der FX20 vereint Größe und Produktivität, um deutlich größere Teile unglaublich schnell zu fertigen. Der Bauraum ist fast 5x größer als bei anderen Markforged-Druckern. Und die völlig neu entwickelten Bewegungs- und Extrusionssysteme ermöglichen High-Speed-3D-Druck ohne Qualitätseinbußen.

Aus der Fertigung in die Luft

Der FX20 trägt die revolutionären Vorteile von The Digital Forge in neue Anwendungen und Branchen. Er wurde entwickelt, um Hochleistungswerkzeuge und Vorrichtungen genauso wie Bauteile für die Luftfahrt herzustellen. Zum ersten Mal können

CFR-Technologie verstärken – damit erhalten Sie hochfeste 3D-gedruckte Verbundwerkstoffe für noch anspruchsvollere Anwendungen.

Produktionsreife Leistung

Der FX20 ist eine präzise, sensorgesteuerte Maschine, die höchste Zuverlässigkeit bietet und einfach zu bedienen ist. Durch die vollständig integrierte Lagerung und Handhabung bleiben die Materialien beim Drucken trocken, während Sensoren das Extrusionssystem vollständig überwachen. Lineare Encoder am Portal und am Druckbett liefern ein präzises Echtzeit-Feedback über die Maschinenposition und sorgen so für hochpräzise Bauteile.



Markforged-Anwender Teile aus ULTEM™ 9085-Filament mit der

Spezifikationen für den FX20

| | | FX20 Essential* | FX20 Advanced* |
|----------------------------------|--|--|-------------------|
| Preise | Additive Fertigungsmaschine | € 299.000,- | € 306.650,- |
| | Alternativ Leasing Kosten pro Monat | € 9.620,- | € 9.855,- |
| | Vor Ort Inbetriebnahme und Schulung | € 4.900,- inkl. Reisekosten | |
| | Cloud EIGER Software inklusive | ✓ | |
| Eigen- schaften 3D-Drucker | Drucktechnologie | Fused Filament Fabrication (FFF), Continuous Filament Fabrication (CFF) | |
| | Material | Kunststoffe: ULTEM™ 9085-Filament, Onyx™, Onyx FR™, Endlosfasern: Carbonfaser | |
| | Schichtstärke | 0,125 mm; 0,25 mm; 0,05mm*** | |
| | Düsendurchmesser | FFF-Düse 0,4 mm; CFF-Düse 0,9 mm | |
| | Extrudereinheiten | 2x Kunststoff-Extruder, Faser-Extruder | |
| | Druckpause | Ja | |
| Technik & Software | Abmessungen (B x T x H) | 1325 x 900 x 1925 mm | |
| | Druckplattform | Präzisionsgeschliffenes Aluminium-Vakuumbett Automatische Nivellierung | |
| | Gewicht | 453 kg | |
| | Stromversorgung | 3-phasig, 230/400 V, 14 A | |
| | Bauraum | 525 x 400 x 400 mm** Erhitzt bis 200°C | |

* Eine Übersicht der Software Subscription Pakete finden Sie auf den Seiten 26-29.

** Beim Druck ohne Endlosfaser, mit Endlosfaser beträgt der Bauraum 500 x 400 x 400 mm.

*** Die Schichtstärke 0,05mm ist aktuell ausschließlich mit Onyx umsetzbar.

ULTEM™-Filament verstärkt mit der einzigartigen Markforged Carbon-Endlosfaser

Der FX20 ist die erste Maschine von Markforged, die ULTEM™ 9085-Filament drucken kann – ein extrem widerstandsfähiger Thermoplast mit hervorragenden Brand-, Rauch- und Toxizitätseigenschaften. In Kombination mit Endlos-Carbonfasern können damit hochfeste Composite-Bauteile für die Luft- und Raumfahrt hergestellt werden.

Die Marken ULTEM™ und 9085 werden unter Lizenz von SABIC, seinen Partnern oder Tochtergesellschaften verwendet. Dupont™ und Kevlar® sind Marken und eingetragene Marken von E. I. du Pont de Nemours and Company. Supportmaterialien für Kunststoffe und Fasermaterialien von Markforged werden nach und nach hinzugefügt, allerdings nicht für jede Kombination.

Der Markforged FX10

Industrie 3D-Drucker der 5. Generation

Der FX10 ist der weltweit erste, industrielle 3D-Drucker für Verbundwerkstoffe und Metalle. Als Resultat aus jahrelanger Forschung und technologischem Fortschritt, basierend auf dem Erfolg des Markforged X7, ist sein vorrangiges Ziel, bei jedem Druck robuste und präzise Bauteile zu fertigen.

Mit dem neuen FX10 Metal Kit eröffnen sich ganz neue Möglichkeiten – einschließlich 316L Edelstahl.

Mit seiner neuen modularen Architektur, die auf Aufrüstbarkeit ausgerichtet ist, und den am Druckkopf montierten optischen Sensoren zur Überprüfung der Maßhaltigkeit sowie zur Überwachung von Zustand und Leistung, setzt der Markforged FX10 auf fortschrittliche Technologie. Automatische Kalibrierung und Materialwechsel tragen zu einer benutzerfreundlichen Erfahrung bei, die einfach und berührungsarm ist und den Bedarf an operativer Intervention minimiert.

Bildverarbeitungs-Modul und Laser-Mikrometer*

Der Markforged FX10 verfügt über zwei am Druckkopf montierte optische Sensoren. Das Laser-Mikrometer dient der Inspektion, um die Abmessungen bei der Druckvalidierung und Maschinenkalibrierung zu überprüfen. Das neue Vision-Modul erstellt detaillierte Bilder von Kalibrierungsteilen, um die Leistung des Druckers zu bestimmen und zu optimieren.



Beheizter Druckraum und Vakuumbett

Der FX10 verfügt über einen großen Bauraum, der sich auf 60 °C erhitzt, was für den Druck hochwertiger Teile bei hoher Geschwindigkeit von Vorteil ist. Das Aluminium-Vakuumbett ist ebenfalls beheizt und verfügt über Präzisionsrillen, die zur Kalibrierung vom Laser abgetastet werden.

Modernes Materiallager mit automatischem Wechsel

Innenliegende Materialschubladen bewahren vier Spulen in einzeln abgedichteten Fächern auf und unterstützen den automatischen Materialwechsel sowie das schnelle Laden der Spulen. Dadurch wird der Bedarf an manuellen Eingriffen des Benutzers minimiert.

Spezifikationen FX10

| | | FX10 Essential* | FX10 Advanced* |
|----------------------------------|---|--|-------------------|
| Preise | Additive Fertigungs- maschine inkl. 3 Jahren Subscription | € 131.000,- | € 138.650,- |
| | Alternativ Leasing Kosten pro Monat | € 4.010,- | € 4.245,- |
| | FX10 Metal Kit (zusätzliche Hardware für den Metall 3D-Druck) | € 19.990,- | |
| | Inhouse Metall 3D-Druck -Prozesskette mit LÖMI Entbinderungsstation und Sinterofen 2 | € 195.481,- (zzgl. FX10 Essential + Metal Kit) | |
| | Vor Ort Inbetriebnahme und Schulung | € 2.900,- inkl. Reisekosten | |
| | Cloud EIGER Software inklusive | ✓ | |
| Eigen- schaften 3D-Drucker | Drucktechnologie | Fused Filament Fabrication (FFF), Continuous Filament Fabrication (CFF) | |
| | Material | Kunststoffe: Onyx™ Endlosfasern: Carbonfaser* | |
| | Schichtstärke | 0,125 mm; 0,250 mm | |
| | Düsendurchmesser | FFF-Düse 0,4 mm; CFF-Düse 0,9 mm | |
| | Extrudereinheiten | Kunststoff-Extruder, Faser-Extruder | |
| | Druckpause | Ja | |
| Technik & Software | Abmessungen (B x T x H) | gesamt: 760 x 640 x 1200 mm; | |
| | Bauplatzform | Präzisionsgeschliffenes Aluminium-Vakuumbett Automatische Nivellierung | |
| | Bauraum (X, Y, Z) | 375 x 300 x 300mm** Erhitzt bis 60°C | |
| | Interface | 7" Touchscreen | |
| | Software | Cloudbasiert | |
| | Unterstütztes OS | Mac OS 10.7 Lion +, Win 10, Linux | |
| | Unterstützte Browser | Chrome 30+ | |
| | Unterstützte Dateiformate | .STL | |
| Netzwerkanschluss | WiFi, Ethernet, USB | | |

*Eine Übersicht der Software Subscription Pakete finden Sie auf den Seiten 26-29.

**Die Unterstützung für andere Markforged-Kunststoff- und Fasermaterialien wird im Laufe der Zeit hinzugefügt.

Der Markforged X7

Der 3D-Drucker für echte Funktionsteile.

Mit dem leistungsstarken Markforged X7 fertigen Sie industriegerechte und hochstabile Bauteile: Ihr effizientester Facharbeiter im Unternehmen!

Große Bauteile, hohe Auflösung

Der große Bauraum des X7 ist ideal für Anwendungen in Robotik, Automobilbau, Funktionsprototypen und Prothetik. Mit einer Schichtstärke von 0,05 mm* erhalten Ihre Bauteile eine perfekte Oberfläche und ähneln in Optik und Haptik einem Spritzgussbauteil.

Industriegerechte Bauteile direkt aus dem 3D-Drucker

Der X7 wurde speziell für den industriellen Einsatz entwickelt: Fertigungsvorrichtungen, Spannbacken, Werkzeuge und funktionale Prototypen lassen sich hochpräzise und belastbar fertigen. Damit gefertigte Bauteile übertreffen die Festigkeit von Aluminiumteilen, während die Kosten nur einen Bruchteil derselben betragen.

Zudem garantiert der X7 unvergleichliche Oberflächenqualität, Baugröße und Zuverlässigkeit.

*Onyx-Material



Turbo-Print-Modus

Beschleunigen Sie Ihre Fertigung: Drucken Sie Ihre Bauteile auf dem X7 in bis zu 2x schnellerer Druckgeschwindigkeit bei gleichbleibender Oberflächenqualität. Drucken Sie Prototypen im Turbo-Print, optimieren Sie Ihr Bauteil und drucken Sie anschließend Ihr endgültiges Bauteil mit Faserverstärkung.

Laserunterstützte Bauprozesskontrolle

Während des Druckvorgangs können ausgewählte Schichten mit einem integrierten Laser gescannt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass Maßhaltigkeit und Qualitätsanforderungen jederzeit eingehalten werden.

Spezifikationen des X7

| | | X7 Essential* | X7 Advanced* |
|----------------------------------|---|---|--|
| Preise | Additive Fertigungs- maschine inkl. 3 Jahren Subscription | € 84.880,- | € 92.530,- |
| | Alternativ Leasing Kosten pro Monat | € 2.560,- | € 2.794,- |
| | Vor Ort Inbetriebnahme und Schulung | € 600,- zzgl. € 1,00/km Fahrtkosten | |
| | Cloud EIGER Software inklusive | ✓ | |
| Eigen- schaften 3D-Drucker | Drucktechnologie | Fused Filament Fabrication (FFF), Continuous Filament Fabrication (CFF) | |
| | Material | Onyx, Onyx FR, Onyx FR-A, Onyx ESD, Nylon White/PA 6, Glasfaser, Carbonfaser, Carbonfaser FR-A, Kevlarfaser, High Temp Glasfaser, Precise PLA, S-TPU95 | |
| | Schichtstärke | 0,05 mm; 0,1 mm, 0,125 mm; 0,2 mm; 0,25 mm** | |
| | Düsendurchmesser | FFF-Düse 0,4 mm; CFF-Düse 0,9 mm | |
| | Extrudereinheiten | Kunststoff-Extruder, Faser-Extruder | |
| | Druckpause | Ja | |
| | Technik & Software | Abmessungen (B x T x H) | gesamt: 584 x 483 x 914 mm; ohne Unterschrank: 584 x 483 x 424 mm |
| Bauplatzform | | Kinematische Kopplung Erneute Positioniergenauigkeit 0,01 mm Manuelle laserunterstützte Nivellierung Ebenheit 80 µm | |
| Bauraum [X, Y, Z] | | 330 x 270 x 200 mm*** | |
| Verwindungssteifes Gehäuse | | Ja | |
| Interface | | 4" Touchscreen | |
| Software | | Cloudbasiert | |
| Unterstütztes OS | | Mac OS 10.7 Lion +, Win 10, Linux | |
| Unterstützte Browser | | Chrome 30+ | |
| Unterstützte Dateiformate | | .STL | |
| Netzwerkanschluss | WiFi, Ethernet, USB | | |

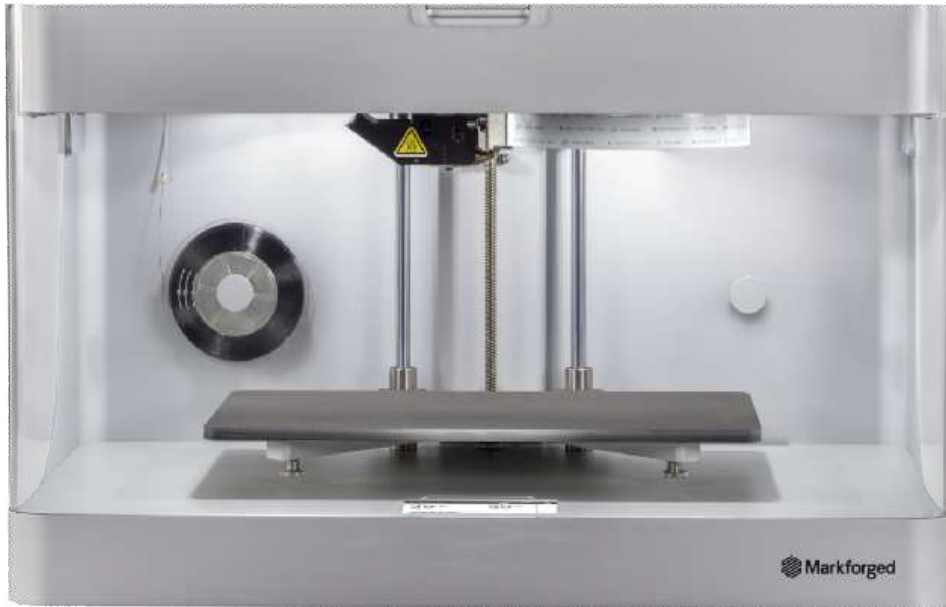
*Eine Übersicht der Software Subscription Pakete finden Sie auf den Seiten 26-29.

**Schichtstärke von 0,25 mm nur im Turbo-Print-Modus des X7 verfügbar.

***Beim Druck ohne Endlosfaser, mit Endlosfaser beträgt der Bauraum 330 x 250 x 200 mm

Desktop-Serie

Der leistungsstarke industrielle 3D-Drucker für Bauteile mit Festigkeiten von Aluminium



Die Desktop-Serie von Markforged wurde konzipiert, um jedem Designer und Konstrukteur einen Zugang zu stabilen Bauteilen aus Onyx zu ermöglichen. Jede Komponente – ob Hardware, Software oder das Material – bietet ein einzigartiges 3D-Druck-Erlebnis. Lassen auch Sie sich von der Desktop-Serie begeistern.

Bestimmen Sie das Material und die Festigkeit Ihrer Bauteile und diese einzigartigen 3D-Drucker fertigen innerhalb weniger Stunden aus Ihren CAD-Daten perfekte Funktionsteile.

Turbo-Print-Modus

Drucken Sie Ihre Bauteile nun auch auf den Desktop-Druckern*** in bis zu 2x schnellerer Druckgeschwindigkeit bei gleichbleibender Oberflächenqualität. Drucken Sie Prototypen im Turbo-Print, optimieren Sie Ihr Bauteil und drucken Sie anschließend Ihr endgültiges Bauteil mit Faserverstärkung.



Spezifikationen der Desktop-Serie

| | | Onyx Pro Essential* | Onyx Pro Advanced* | Mark Two Essential* | Mark Two Advanced* |
|----------------------------------|--|---|--|---------------------|--------------------|
| Preise | Additive Fertigungs- maschine, Selbstinbe- triebnahme & 3 Jahren Subscription | € 11.740,- | € 19.390,- | € 20.880,- | € 28.530,- |
| | Alternativ Leasing Kosten pro Monat | € 362,- | € 598,- | € 645,- | € 878,- |
| | Einfachste Inbetriebnahme mit Video-Tutorial | € 250,- | | | |
| | Cloud EIGER Software inklusive | ✓ | | | |
| Eigen- schaften 3D-Drucker | Drucktechnologie | Fused Filament Fabrication (FFF), Continuous Filament Fabrication (CFF) | | | |
| | Material | Onyx, Glasfaser, Precise PLA, S-TPU95 | Onyx, Nylon White/PA 6, Glasfaser, Carbonfaser, Kevlarfaser, High Temp Glasfaser, Pre- cise PLA, S-TPU95 | | |
| | Schichtstärke | 0,1 mm; 0,125 mm und 0,2 mm | | | |
| | Düsendurchmesser | FFF-Düse 0,4 mm; CFF-Düse 0,9 mm | | | |
| | Extrudereinheiten | Kunststoff-Extruder, Faser-Extruder | | | |
| | Druckpause | Ja | | | |
| | Technik & Software | Abmessungen (B x T x H) | 584 x 330 x 355 mm | | |
| Bauplatzform | | Kinematische Kopplung Erneute Positioniergenauigkeit 0,01 mm Manuelle Nivellierung über Fühlerlehren Ebenheit 160 µm | | | |
| Bauraum (X, Y, Z) | | 320 x 152 x 154 mm** | | | |
| Verwindungssteifes Gehäuse | | Ja | | | |
| Interface | | 4" Touchscreen | | | |
| Software | | Cloudbasiert | | | |
| Unterstütztes OS | | Mac OS 10.7 Lion +, Win 10, Linux | | | |
| Unterstützte Browser | | Chrome 30+ | | | |
| Unterstützte Dateiformate | | .STL | | | |
| Netzwerkanschluss | | WiFi, Ethernet, USB | | | |

*Eine Übersicht der Software Subscription Pakete finden Sie auf den Seiten 26-29.

**Beim Druck ohne Endlosfaser, mit Endlosfaser beträgt der Bauraum 320 x 132 x 154 mm

***Nur jeweils bei der Gen2 von Onyx Pro und Mark Two möglich

Metal X

Der Metal X beschleunigt maßgeblich Ihre Innovation und liefert über Nacht Metallbauteile. Vergessen Sie die Fertigung des 20. Jahrhunderts und erstellen Sie alles von industriellen Ersatzteilen über Spritzgussformen bis hin zu funktionierenden Prototypen.

Der Metal X basiert auf einer neuen innovativen Technologie: **Atomic Diffusion Additive Manufacturing** – oder kurz ADAM.

Das Druckmaterial besteht aus einem Metallpulver in sehr hoher Konzentration gebunden in Kunststoff. Gedruckt wird im bewährten FFF Verfahren – komplett ohne giftigen Metallstaub. Darauf folgt ein Entbindungs- und Sinterprozess und das Ergebnis ist ein mannlos gefertigtes Bauteil. Durch den Sinterprozess erfolgt eine Atomare Diffusion: Durch die Hitze verschieben sich die Atome leicht und verkleben. Dadurch erreichen die Bauteile hervorragende mechanische Eigenschaften und eine enorme Steifigkeit auch in z-Richtung.



Spezifikationen des Metal X

| | | Metal X Essential* | Metal X Advanced* |
|--------------------------|---|---|--------------------------|
| Preise | Metall 3D-Drucker mit Waschstation & Sinterofen 1 | € 202.390,- | € 210.040,- |
| | Alternativ Leasing Kosten pro Monat | € 6.215,- | € 6.450,- |
| | Metall 3D-Drucker mit Waschstation & Sinterofen 2 | € 280.750,- | € 288.400,- |
| | Alternativ Leasing Kosten pro Monat | € 8.620,- | € 8.855,- |
| | Cloud EIGER Software inklusive | ✓ | |
| Eigenschaften 3D-Drucker | Drucktechnologie | Atomic Diffusion Additive Manufacturing (ADAM) | |
| | Bauraum (X, Y, Z) | 300 x 220 x 180 mm | |
| | Abmessungen (B x T x H) | 575 x 467 x 1,120 mm, 75 kg | |
| | Leistungsaufnahme | 1-phasig, 230 V, 6 A | |
| Eigenschaften Bauteil | Maximale Bauteilgröße | 250 x 183 x 150 mm | |
| | Maximales Bauteilgewicht | 10 kg | |
| | Dichte | max. 94,5 % bis 99,7 % (Materialabhängig) | |
| | Infill | geschlossene Wabenstruktur und Vollmaterial | |
| Software | Software | Cloudbasiert | |
| | Sicherheit | Zwei Faktor Authentifizierung, Administrator Organisation | |
| Materialien | Verfügbare Materialien | 1.4542 (17-4 PH), 1.2344 (H13), 1.2363 (A2), 1.2379 (D2), 1.7744 (Inconel 625), Kupfer | |
| | Material | gebundenes Pulver | |

*Eine Übersicht der Software Subscription Pakete finden Sie auf den Seiten 26-29.



Waschstation

In der Waschstation aus dem Hause Lömi werden die Grünlinge in eine spezielle Flüssigkeit getaucht und der Wachsanteil komplett entfernt. Der verbliebene Kunststoffanteil vergast im Sinterofen.

Durch diesen Zwischenschritt werden die finalen Metallbauteile noch feiner und der Sinterofen bleibt sauber.



| | | |
|---------------------------|--------------------------|--|
| Eigenschaften | Unterstützte Materialien | Alle verfügbaren Materialien |
| | Lösemittel | Hexan (Temperaturklasse gemäß ATEX: T3) |
| | Bedienung | manuelle Befüllung der Grünlinge Lösemittel-Befüllung durch Pumpe |
| | Positioniersystem | Edelstahlablage |
| | Abmessungen (B x T x H) | 500 x 900 x 1635 mm |
| | Waschvolumen | 28,5 l |
| Sicherheit & Installation | ATEX-Schutzart | II 2 G Ex h IIA T3 Gb |
| | Umgebungsanforderungen | externe Absaugvorrichtung nicht enthalten |
| | Druckluft | benötigt |
| | Sicherheitssteuerung | Automatisches Abschalten bei Störungen |
| | Emissionen | Aufarbeiten des Lösungsmittels durch separaten Destillationsprozess |
| Physikalische Maße | Leistungsaufnahme | 3-phasig, 230/400 V, 6 A |
| | Außenmaße (B x T x H) | 700 x 1260 x 1635 mm |
| | Gewicht | 280 kg |

Sinterofen 2

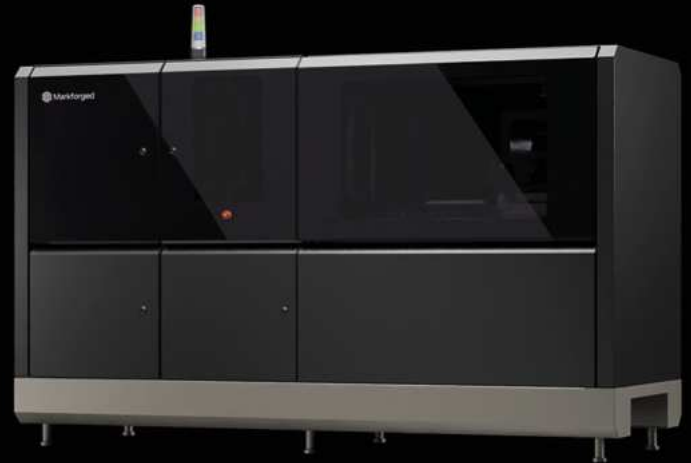
Der Markforged Sinterofen 2 ist ein leistungsstarker und preiswerter Schmelzofen. Mit einem Innenraum von 12.135 cm³ verwandelt der Sinterofen 2 braune (gewaschene) Bauteile mit Leichtigkeit in massive Metallbauteile. Diese Maschine ist perfekt geeignet für Bauteile von mittlerer Größe und für die Kleinserienfertigung.



| | | |
|---------------------------|--------------------------|--|
| Eigenschaften | Unterstützte Materialien | Alle verfügbaren Materialien |
| | Heizelement | Kanthal |
| | Höchsttemperatur | 1300°C |
| | Sinterkapazität | Rechteck mit Radius oben - 248 mm Innendurchmesser x 406 mm Länge |
| | Sintervolumen | 12.135 cm ³ |
| | Sinterfläche | 1.644 cm ² |
| | Gasarten | Argon und Argon-Wasserstoff-Mischgas |
| | Retorte | Hochreine feuerfeste Retorte (Carbon Free) |
| | Sinteroberfläche | Keramik |
| Sicherheit & Installation | Umgebungsanforderungen | externe Absaugvorrichtung nicht enthalten (100 -150 CFM) |
| | Leistungsaufnahme | 3-phasig, 230/400 V, 30 A |
| | Übertemperatur | eingebaute Schutzeinrichtung |
| Physikalische Maße | Außenmaße (B x T x H) | 1370 x 810 x 1520 mm |
| | Gewicht | 350 kg |

Markforged PX100

Additive Metallfertigung
mit höchster Präzision.



Das PX100 Binder Jetting-System erweitert die Digital Forge um eine neue Komponente: ein Produktionssystem, das Tausende komplexer Fertigteile herstellen kann. Metallteile können in hohen Stückzahlen dort produziert werden, wo sie gebraucht werden. Und Unternehmen erhalten mehr Kontrolle über ihren Produktionsprozess.

Neue Produkte, neue Märkte

Mit der Metal Binder Jetting-Technologie können sich Unternehmen zum Branchenführer entwickeln, indem sie in großer Stückzahl Teile, die vorher so nicht herstellbar waren, entwerfen, individualisieren und fertigen.

Steuern Sie Ihre Lieferkette

Die mit externen Lieferanten verbundenen Risiken und Kosten lassen sich durch das Insourcing wichtiger Produktionsabläufe beseitigen. Ersetzen Sie Abhängigkeit durch Kontrolle.

Direkt produzieren und Abfall vermeiden

Technische Details

Der PX100 kombiniert eine rasante Geschwindigkeit mit höchster Auflösung. Zum PX100-System gehören auch Anlagen zum Pulverhandling und Öfen, sodass eine durchgängige Produktion ermöglicht wird. Das System ist konfigurierbar und kann eine breite Palette an Materialien verarbeiten.

Außergewöhnliche Produktivität

- Druckgeschwindigkeiten von bis zu 1.000 cm³ pro Stunde
- Druckkopf mit 70.400 Düsen, die 2pL Tröpfchen bei 15,5 kHz abgeben
- Leicht austauschbares Pulvermagazin für schnellen Material- und Build-Wechsel

Höchste Präzision und Qualität

- Konstant genauer als 1µm
- 600 dpi Auflösung mit höchster Genauigkeit und Wiederholbarkeit
- Robustes Maschinen-Design reduziert Ausfälle und ungeplante Stillstände

Genau nach Bedarf fertigen

- Vollständig anpassbares, offenes System
- Bereit für zukünftige Updates, wie z.B. Inertisierungs- und Automatisierungsmodule
- Optimale Pulvernutzung: Fast 100% des überschüssigen Pulvers wird recycelt

Spezifikationen des Markforged PX100

| | | |
|---------------------------------|---|---|
| Preise | Additive Fertigungsmaschine | € 550.000,- |
| | Cloud EIGER Software inklusive | ✓ |
| Eigenschaften 3D-Drucker | Drucktechnologie | Metal binder jetting |
| | Drucksystem | Seitenweites Drucksystem mit 70.400 Druckdüsen |
| | Bauraum (X, Y, Z) | 250 × 217 × 186 mm |
| | Abmessungen (B x T x H) | 2700 x 1000 x 1700 mm, 2000 kg |
| | Leistungsaufnahme | 3.5 kW |
| | Genauigkeit | Statische Genauigkeit besser als 1µm |
| | Gas Anschluß | Gasdicht. Vorbereitet für zukünftiges Inertisierungsmodul vorbereitet |
| | Materialauftragung | Beschichtung mit einem Pulverapplikator |
| | Materialrückführung | Ja, ohne Verschlechterung |
| | Umrüstzeit zwischen den Druckvorgängen | 15-25 min |
| Materialien | Verfügbare Materialien | Ti6Al4V; 316L Edelstahl; 17-4PH Edelstahl; D2 Werkzeugstahl; H13 Werkzeugstahl; 4140 Stahl; Alloy 625; Alloy 718; Alloy 247; Kupfer |
| Konstruktionsrichtlinien | | |
| Maximale Länge | Abhängig von der Geometrie. Typischerweise < 150 mm. | |
| Minimale Länge | < 1 mm | |
| Wandstärke | Vorzugsweise > 300 µm. Minimum > 150 µm | |
| Auflösung | Maximal 35 µm in z-Richtung | |
| Löcher | ≥ 200 µm je nach Lochlänge | |



Druckmaterialien der Composite 3D-Drucker

Fertigen Sie mechanisch belastbare Bauteile dank innovativer Materialien:

Grundmaterial Nylon White (PA 6): stabiler, flexibler und lackierbarer Kunststoff

Grundmaterial Onyx (PA6 mit Carbonkurzfaser): extrem stabiler Kunststoff mit exzellenter Optik

Grundmaterial Onyx FR: extrem stabiler Kunststoff mit selbstlöschenden Eigenschaften

Grundmaterial Onyx FR-A: für die Anforderungen der Luftfahrt-, Transport- und Automobilindustrie

Grundmaterial Onyx ESD Onyx ESD ist eine statisch ableitende, sichere Variante von Onyx

Carbonfaser höchstes Festigkeits-Gewichts-Verhältnis

Carbonfaser FR-A für die Luftfahrt-, Transport- und Automobilindustrie

Kevlarfaser höchste Stoßfestigkeit

Glasfaser bestes Festigkeits-Kosten-Verhältnis

Hoch-Temperatur Glasfaser ideal für Automobilindustrie, Luftfahrt und andere Industrien, wo Materialien mit hoher Wärmeformbeständigkeit benötigt werden

VEGA ist ein mit Carbonfasern gefülltes PEKK Filament und wurde für die additive Fertigung von Luft- und Raumfahrtkomponenten auf dem FX20 entwickelt.



Preise Materialien

| Produkt | Menge | Preis |
|------------------------------|----------------------------|-----------|
| Nylon White/PA6 FFF Filament | 800 cm ³ Rolle | € 200,- |
| Precise PLA | 600 cm ³ Rolle | € 60,- |
| Smooth TPU 95A | 800 m ³ Roll | € 190,- |
| Onyx FFF Filament | 800 cm ³ Rolle | € 215,- |
| Onyx FFF Filament | 3200 cm ³ Rolle | € 800,- |
| Onyx FR FFF Filament | 800 cm ³ Rolle | € 260,- |
| Onyx FR-A FFF Filament | 800 cm ³ Rolle | € 290,- |
| Onyx ESD FFF Filament | 800 cm ³ Rolle | € 260,- |
| Ultem™ 9085 Filament | 3200 cm ³ Rolle | € 1.540,- |
| VEGA | 3200 cm ³ Rolle | € 3.200,- |

| Endlofasern | Preis / 50 cm ³ Rolle | Preis / 150 cm ³ Rolle |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Carbon CFF Filament | € 180,- | € 500,- |
| Carbon FR-A CFF Filament | € 210,- | € 550,- |
| Kevlar CFF Filament | € 130,- | € 330,- |
| Glasfaser CFF Filament | € 110,- | € 260,- |
| High Temp Glasfaser CFF Filament | € 130,- | € 330,- |

Preise Materialien Metal X und FX10 Metal

1.4542 (17-4 PH) Edelstahl

17-4 PH Edelstahl eignet sich hervorragend für die Nachbearbeitung im CNC-Fräsen und -Drehen und ist bis 800°C korrosionsbeständig. Er wird z.B. auch für die Antriebsrolle für das Fasersystem am X7 eingesetzt.



1.2379 (D2) Werkzeugstahl

Der hohe Kohlenstoff- und Chromgehalt von D2-Werkzeugstahl bietet eine große Härte und Abriebfestigkeit (nicht so hart wie A2). D2 wird oft für Schneidwerkzeuge verwendet.

1.2344 (H13) Werkzeugstahl

Werkzeugstahl H13 ist luftgehärtet und besitzt eine ausgezeichnete Schlagzähigkeit. Man nutzt ihn für Stanzungen, Matrizen und Umformwerkzeuge. Der hohe Gehalt an Carbon und Chrom von 1.2344 garantiert eine enorme Härte und Abriebfestigkeit. H13 Werkzeugstahl wird häufig für Zerspanungswerkzeuge verwendet.

1.2363 (A2) Werkzeugstahl

Werkzeugstahl A2 ist ein vielseitig einsetzbarer, lufthärtender Werkzeugstahl, der häufig als „universeller“ Kaltarbeitsstahl angesehen wird. Er bietet eine Kombination aus guter Verschleißfestigkeit und Zähigkeit. Im geglähten Zustand relativ leicht zu bearbeiten, hat er eine hohe Druckfestigkeit und gute Dimensionsstabilität beim Härten. Er wird für eine Vielzahl von Werkzeugen, für Umform- und Schneidegeräte bis hin zu Verschleißteilen verwendet.

1.7744 IN Legierung (Inconel 625)

Inconel kombiniert Festigkeit mit enormer Hitzebeständigkeit. Dadurch eignet sie sich hervorragend für Hitzeschutz- und Hochdruckanwendungen. Diese Nickellegierung wird üblicherweise in Triebwerken und medizintechnischen Anwendungen eingesetzt. Sie ist außerdem chemisch resistent und schwer zerspanbar.

Kupfer

99,8 % reines Kupfer von Markforged besitzt eine ausgezeichnete thermische und elektrische Leitfähigkeit.

Preise Materialien

| Produkt | Menge | Preis | MetalX | FX10 Metal |
|----------------------------|---------------------|---------|--------|------------|
| 1.4542 (17-4) Edelstahl | 400 cm ³ | € 260,- | ✓ | ✓ |
| 1.2344 (H13) Werkzeugstahl | 400 cm ³ | € 520,- | ✓ | ✓ |
| 1.2363 (A2) Werkzeugstahl | 200 cm ³ | € 260,- | ✓ | ✗ |
| 1.2379 (D2) Werkzeugstahl | 400 cm ³ | € 520,- | ✓ | ✗ |
| 1.4435 316L Edelstahl | 400 cm ³ | € 320,- | ✗ | ✓ |
| 1.7744 (625) Inconel | 200 cm ³ | € 399,- | ✓ | ✗ |
| Kupfer | 200 cm ³ | € 330,- | ✓ | ✗ |
| Keramik Support Material | 200 cm ³ | € 130,- | ✓ | ✓ |

Materialbeschreibungen – Precise PLA

PLA (Polymilchsäure) ist eine kosteneffiziente Option für das nicht-funktionale Prototyping. Markforged Precise PLA ist ideal für Design-Iterationen, Passformprüfungen, Konzeptmodelle und rein visuelle Teile, die mechanisch nicht anspruchsvoll sind.

Hinweis: Die Endlosfasern sind nicht mit Markforged Precise PLA kompatibel.

| | Test (ASTM) | P-PLA |
|----------------------------------|-------------------|-------|
| Tensile Modulus (GPa) | D638 | 2.3 |
| Tensile Stress at Yield (MPa) | D638 | 31 |
| Tensile Stress at Break (MPa) | D638 | 18 |
| Tensile Strain at Break (%) | D638 | 27 |
| Flexural Strength (MPa) | D790 ¹ | 43 |
| Flexural Modulus (GPa) | D790 ¹ | 2.3 |
| Heat Deflection Temperature (oC) | D648 B | 52 |
| Izod Impact - notched (J/m) | D256-10 A | 62 |
| Density (g/cm ³) | - | 1.3 |



Precise PLA ist in acht verschiedenen Farben erhältlich und ermöglicht farbkodierte Prototypen, Werkzeughalter und Sperrzonen zu erstellen.

¹Gemessen nach einer Methode ähnlich der ASTM D790. Die Teile brechen nicht vor Ende der Biegeprüfung.

Abmessungen und Aufbau der Probekörper:

- Zugfestigkeit: ASTM D638 Typ I-Balken
- Biegung: 3-Punkt-Biegung, 4,5 Zoll (L) x 0,4 Zoll (B) x 0,12 Zoll (H)
- Wärmedurchbiegungstemperatur bei 0,45 MPa, 66 psi (ASTM D648-07 Methode B)

Prüflinge:

Alle Daten wurden von einer akkreditierten Prüfeinrichtung einer dritten Partei zur Verfügung gestellt. Sie stellen typische Werte dar.

Markforged-Prüfplaketten sind einzigartig gestaltet, um die Testleistung zu maximieren. Kunststoff-Test Plaketten sind mit einem solid Infill gedruckt. Wenn Sie mehr über spezifische Testbedingungen erfahren oder Testteile für interne Tests anfordern wollen, wenden Sie sich bitte an Mark3D. Alle Kunden Teile sollten gemäß den spezifischen Anforderungen des Kunden getestet werden.

Die Leistung von Bauteilen und Materialien variiert je nach Layout, Bauteildesign, spezifischen Belastungsbedingungen, Testbedingungen, Fertigungsbedingungen und dergleichen. Diese repräsentativen Daten wurden mit Standardmethoden getestet, gemessen oder berechnet und können sich ohne Vorankündigung ändern.

Markforged übernimmt keinerlei ausdrückliche oder stillschweigende Garantien, und ist nicht beschränkt auf Garantien der Marktgängigkeit, der Eignung für einen bestimmten Zweck oder der Patentverletzungen; und übernimmt keine Haftung im Zusammenhang mit der Nutzung dieser Informationen.

Die hier aufgeführten Daten sollten nicht zur Festlegung von Konstruktions-, Qualitätskontroll- oder Spezifikationsgrenzen verwendet werden.

Die Daten dienen nicht als Ersatz für Ihre eigenen Tests zur Bestimmung der Eignung für Ihre spezielle Anwendung. Nichts in diesem Blatt ist als eine Lizenz zur Nutzung oder eine Empfehlung zur Verletzung von Rechten an geistigem Eigentum anzusehen.



Materialbeschreibungen – Basismaterialien

Druckmethoden

Kunststoffmatrix

Bei dem als Fused Filament Fabrication (FFF) bezeichneten Verfahren erhitzt der Drucker das thermoplastische Filament bis nahe an den Schmelzpunkt und extrudiert es durch eine Düse, wodurch Schicht für Schicht eine Kunststoffmatrix aufgebaut wird. Markforged druckt alle Thermoplaste mit dieser Methode.

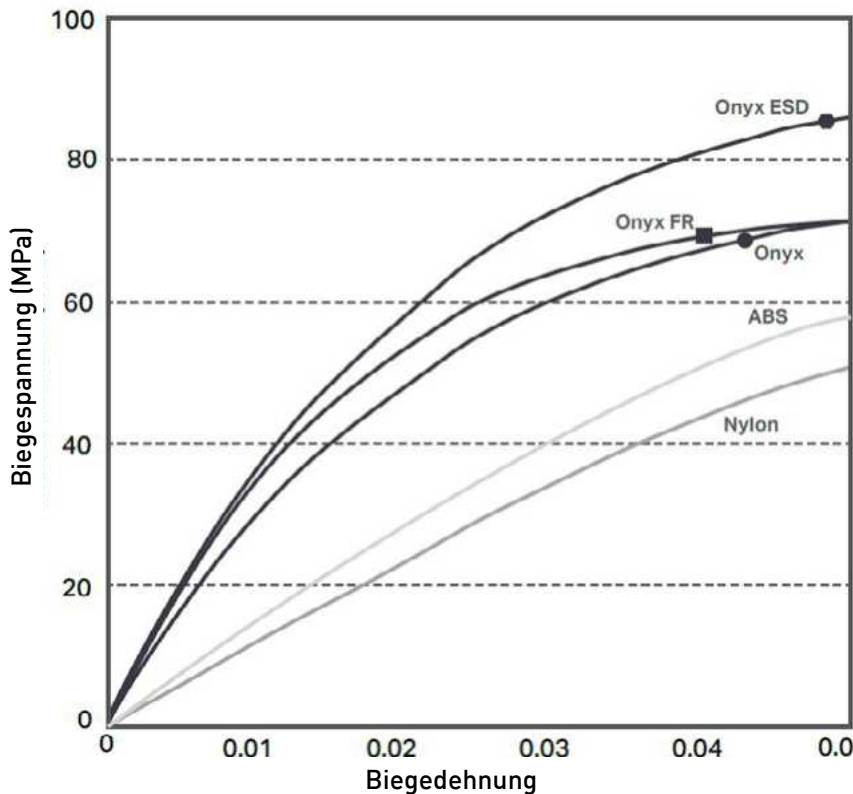
Onyx Nylon

Faserverstärkung

Continuous Filament Fabrication (CFF) ist eine von Markforged entwickelte, spezielle Technologie, mit der gedruckte Teile durch Fasern verstärkt werden. Mithilfe einer proprietären Technologie platziert Markforged langfaserige Endlosfasern in einer thermoplastischen Matrix. Benutzer können die Menge, Ausrichtung und Art der verstärkenden Fasern in den einzelnen Schichten steuern.

Glasfaser Carbonfaser
Kevlar® HSH Glasfaser

Kunststoffe im Vergleich



Onyx

Thermoplast für anspruchsvolle technische Zwecke

Mit Onyx können biege- feste, starke und exakte Teile hergestellt werden. Onyx ist bereits 1,4 mal stärker und steifer als ABS und kann mit Endlosfasern jeder Art verstärkt werden. Onyx setzt neue Maßstäbe für Oberflächengüte, chemische Beständigkeit und Hitzebeständigkeit.

Biegefestigkeit 71 MPa

Biegemodul 3,0 GPa

Onyx FR

Thermoplast mit selbstlöschenden Eigenschaften

Onyx FR erreicht beim UL94-Entflammbarkeitstest die Einstufung V-0 und besitzt ähnliche mechanische Eigenschaften wie Onyx. Es ist am besten für Anwendungen geeignet, bei denen ein geringes Gewicht, eine hohe Festigkeit und selbstlöschende Eigenschaften erwünscht sind.

Biegefestigkeit 71 MPa

Biegemodul 3,6 GPa

Onyx ESD

Thermoplast mit statisch ableitenden Eigenschaften

Onyx ESD ist eine statisch ableitende, sichere Variante von Onyx, die strenge ESD-Sicherheitsanforderungen erfüllt und gleichzeitig eine ausgezeichnete Festigkeit, Steifigkeit und Oberflächengüte bietet. Es eignet sich am besten für Anwendungen, die ESD-sichere Materialien erfordern.

Biegefestigkeit 83 MPa

Biegemodul 3,7 GPa

Nylon White

Kunststoff

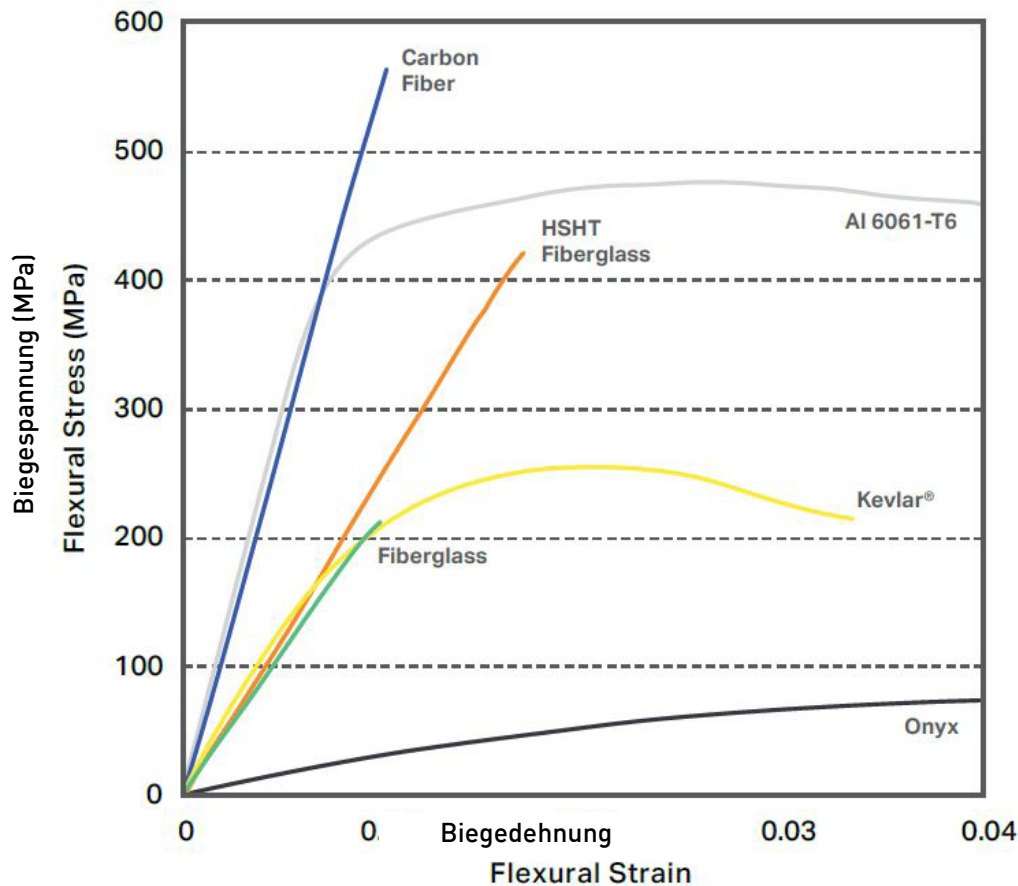
Widerstandsfähiger, flexibler Thermoplast

Nylonteile sind flexibel, schlagfest und können mit jeder Endlosfaser von Markforged verstärkt werden. Das Material eignet sich am besten in Anwendungen, die mehr Flexibilität oder geringe Reibung erfordern. Darüber hinaus ist Nylon White lackierbar.

Biegefestigkeit 50 MPa

Biegemodul 1,4 GPa

Fasermaterialien im Vergleich



Glasfaser Faser

Verstärkte Faserkraft

Als Endlosfaser für den Einstieg empfehlen wir Glasfasern. Sie bieten eine hohe Festigkeit zu einem erschwinglichen Preis. Glasfasern besitzen die 2,5-fache Festigkeit und die 8-fache Steifigkeit von Onyx und ermöglichen die Herstellung robuster Werkzeuge.

Biegefestigkeit 200 MPa

Biegemodul 22 GPa

Layerhöhe 0,1 mm

HSHT Glasfaser Faser

Stärke bei hohen Temperaturen

HSHT (High Strength High Temperature)-Glasfasern bieten die Festigkeit von Aluminium und hohe Hitzetoleranz. Sie weisen die 5-fache Festigkeit und 7-fache Steifigkeit von Onyx auf und werden bevorzugt für Teile verwendet, die hohen Betriebstemperaturen ausgesetzt sind.

Biegefestigkeit 420 MPa

Biegemodul 21 GPa

Layerhöhe 0,1 mm

Carbonfaser Faser

So stark wie Aluminium, bei halbem Gewicht

Carbonfasern weisen das höchste Festigkeits-/Gewichtsverhältnis unter unseren Verstärkungsfasern auf. Im Vergleich mit Onyx kann durch Verstärkung mit Carbonfasern die 6-fache Festigkeit und 18-fache Steifigkeit erzielt werden. Diese Art der Faserverstärkung wird vielfach bei Teilen angewendet, die maschinell bearbeitete Aluminiumteile ersetzen.

Biegefestigkeit 540 MPa

Biegemodul 51 GPa

Layerhöhe 0,125 mm

Kevlarfaser® Faser

Leicht, langlebig und stark

Kevlarfaser® bietet ausgezeichnete Haltbarkeit und ist daher optimal für Teile geeignet, die wiederholten und plötzlichen Belastungen ausgesetzt sind. Kevlar ist ebenso steif wie Glasfaser, aber sehr viel leichter formbar und eignet sich am besten für Robotergreifwerkzeuge („End of Arm Tooling“).

Biegefestigkeit 240 MPa

Biegemodul 26 GPa

Layerhöhe 0,1 mm

Materialbeschreibungen – Smooth TPU 95A

Smooth TPU (Thermoplastic Polyurethane) ist ein elastomeres Material, das sich ideal für Funktionsteile eignet, die Dehnung und Flexibilität erfordern. Sie können Antriebsriemen drucken, Stoßstangen, Schutzabdeckungen, Dichtungen und vieles mehr mit einer glatten Oberfläche und hoher Zuverlässigkeit drucken. Markforged S-TPU ist in den Farben Schwarz und Weiß erhältlich.

| | Test (ASTM) | S-TPU Result |
|--------------------------------------|--------------------|--------------|
| Shore Hardness (Shore A) | D2240-15 (Type A) | 95 |
| Shore Hardness (Shore D) | D2240-15 (Type D) | 53 |
| Tensile Modulus at 2% Strain (MPa) | D412-16 | 98 |
| Tensile Modulus at 100% Strain (MPa) | D412-16 | 13 |
| Tensile Stress at Break (MPa) | D412-16 | 26 |
| Tensile Strain at Break (%) | D412-16 | 550 |
| Flexural Modulus (MPa) | D790 | 90 |
| Density (g/cm ³) | D792-20 (Method A) | 1.2 |



Probekörper:

Alle Daten wurden von einer akkreditierten dritten Prüfeinrichtung zur Verfügung gestellt. Sie stellen typische Werte dar. Markforged-Prüfplaketten sind einzigartig gestaltet, um die Testleistung zu maximieren. Kunststoff-Prüfplaketten werden mit einem solid Infill gedruckt. Um mehr über spezifische Testbedingungen zu erfahren oder Testteile für interne Tests anzufordern, wenden Sie sich bitte an Mark3d. Alle Kundenteile sollten gemäß den Kundenspezifikationen getestet werden.

Die Leistung des Teils und des Materials variiert je nach Layout, Teiledesign, spezifischen Belastungsbedingungen, Testbedingungen, Herstellungsbedingungen und dergleichen. Diese repräsentativen Daten wurden mit Standardmethoden getestet, gemessen oder berechnet und können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Markforged übernimmt keinerlei ausdrückliche oder stillschweigende Garantien, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Garantien der Marktgängigkeit, der Eignung für einen bestimmten Zweck oder eine Garantie gegen Patentverletzungen und übernimmt keine Haftung im Zusammenhang mit der Nutzung dieser Informationen. Die hier aufgeführten Daten sollten nicht zur Festlegung von Konstruktions-, Qualitätskontroll- oder Spezifikationsgrenzen verwendet werden und sind nicht als Ersatz für Ihre eigenen Tests zur Bestimmung der Eignung für Ihre spezielle Anwendung gedacht. Keine der Angaben in diesem Blatt ist als Lizenz für die Nutzung oder als Empfehlung zur Verletzung von Rechten an geistigem Eigentum anzusehen.

Materialspezifikationen – Verbundmaterialien

| Kunststoffmatrix | Norm (ASTM) | Onyx | Onyx FR | Onyx FR-A | Onyx ESD | Nylon White | Abmaße und Aufbau der Kunststofftestproben: <ul style="list-style-type: none"> • Zugprüfkörper: Profile nach ASTM D638, Typ IV • Biegeprüfkörper: 3-Punkt-Biegeversuch, 4,5 Zoll (L) x 0,12 Zoll (H) x 0,4 Zoll (B) • Wärmeformbeständigkeit bei 0,45 MPa, 66 psi (ASTM D648, Methode B) <p>Alle Maschinen von Markforged sind zum Drucken von Onyx geeignet. Nylon ist ein spezielles Material, das nur auf Mark Two und X7 gedruckt werden kann. Markforged Teile werden primär aus der Kunststoffmatrix gebildet. Anwender können in jedem Layer eine Faserverstärkung hinzufügen, um die Materialeigenschaften zu verbessern.</p> <p>¹Mit einer der ASTM D790 ähnlichen Methode gemessen. Teile aus purem Thermoplastik brechen erst am Ende des Biegeversuchs.</p> |
|-----------------------------|-------------------|------|---------|-----------|----------------------------------|-------------|--|
| Zugmodul (GPa) | D638 | 2,4 | 3,0 | 3,0 | 4,2 | 1,7 | |
| Streckspannung (MPa) | D638 | 40 | 41 | 40 | 52 | 51 | |
| Bruchspannung (MPa) | D638 | 37 | 40 | - | 50 | 36 | |
| Bruchdehnung (%) | D638 | 25 | 18 | 18 | 25 | 150 | |
| Biegefestigkeit (MPa) | D790 ¹ | 71 | 71 | 71 | 83 | 50 | |
| Biegemodul (GPa) | D790 ¹ | 3,0 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 1,4 | |
| Wärmeformbeständigkeit (°C) | D648 B | 145 | 145 | 145 | 138 | 41 | |
| Brandverhalten | UL94 | - | V-0 | V-0 | - | - | |
| Kerbschlagzähigkeit (J/m) | D256-10 A | 330 | - | - | 44 | 110 | |
| Oberflächenwiderstand (Ω) | ANSI/ESD STM11.11 | - | - | - | 10 ⁵ -10 ⁷ | - | |
| Dichte (g/cm ³) | - | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | |

| Faserverstärkung | Norm (ASTM) | Carbonfaser | Carbonfaser FR-A | Kevlar-faser® | Glasfaser | HSHT Glasfaser |
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------------|---------------|-----------|----------------|
| Zugfestigkeit (MPa) | D3039 | 800 | 760 | 610 | 590 | 600 |
| Zugmodul (GPa) | D3039 | 60 | 57 | 27 | 21 | 21 |
| Zug-Bruchdehnung (%) | D3039 | 1,5 | 1,6 | 2,7 | 3,8 | 3,9 |
| Biegefestigkeit (MPa) | D790 ¹ | 540 | 540 | 240 | 200 | 420 |
| Biegemodul (GPa) | D790 ¹ | 51 | 50 | 26 | 22 | 21 |
| Biege-Bruchdehnung (%) | D790 ¹ | 1,2 | 1,6 | 2,1 | 1,1 | 2,2 |
| Druckfestigkeit (MPa) | D6641 | 320 | - | 97 | 140 | 192 |
| Druckmodul (GPa) | D6641 | 54 | - | 28 | 21 | 21 |
| Druck-Bruchdehnung (%) | D6641 | 0,7 | - | 1,5 | - | - |
| Wärmeformbeständigkeit (°C) | D648 B | 105 | 105 | 105 | 105 | 150 |
| Kerbschlagzähigkeit (J/m) | D256-10 A | 960 | 810 | 2000 | 2600 | 3100 |
| Dichte (g/cm ³) | - | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,5 |

Abmessungen und Konstruktion der Testproben bei Faserverbundwerkstoffen:

In diesen Daten verwendete Testplatten sind unidirektional faserverstärkt (0° Lagen)

- Zugprüfkörper:
 - mit Carbon: 9,8 Zoll (L) x 0,5 Zoll (H) x 0,048 Zoll (B),
 - mit GF und Kevlar®: 9,8 Zoll (L) x 0,5 Zoll (H) x 0,08 Zoll (B)
 - Druckprüfkörper:
 - mit Carbon: 5,5 Zoll (L) x 0,5 Zoll (H) x 0,085 Zoll (B),
 - mit GF und Kevlar®: 5,5 Zoll (L) x 0,5 Zoll (H) x 0,12 Zoll (B)
 - Biegeprüfkörper (3-Punkt-Biegen):
 - mit allen Verbundwerkstoffen: 4,5 Zoll (L) x 0,12 Zoll (H) x 0,4 Zoll (B)
 - Formbeständigkeitstemperatur bei 0,45 MPa, 66 psi (ASTM D648-07 Methode B)
- Zug, Druck, Verformung bei Bruch und Hitze

Die Beständigkeitstemperaturdaten wurden von einer akkreditierten Drittanbieter-Prüfstelle bereitgestellt. Die Biegedaten wurden von Markforged, Inc. bereitgestellt. Die obigen Spezifikationen wurden erfüllt oder übertroffen.

Die Testplatten von Markforged wurden speziell entwickelt, um die Testleistung zu maximieren. Die Fasertestplatten sind vollständig mit unidirektionalen Fasern gefüllt und wurden ohne Wände gedruckt. Die Plastiktestplatten werden mit voller Füllung gedruckt. Wenden Sie sich an einen Vertreter von Markforged, um mehr über bestimmte Testbedingungen zu erfahren oder um Testteile für interne Tests anzufordern. Die Teile- und Materialleistung variiert je nach Faserlayout, Bauteildesign, spezifischen Lastbedingungen, Testbedingungen, Baubedingungen und dergleichen. Diese repräsentativen Daten wurden mit Standardmethoden getestet, gemessen oder

berechnet und können ohne Vorankündigung geändert werden. Markforged erteilt keine ausdrücklichen oder stillschweigenden Garantien. Damit ausgeschlossen werden unter anderem jegliche Gewährleistung der Marktgängigkeit und der Eignung für einen bestimmten Zweck oder irgendwelche Gewährleistungen für die Nichtverletzung von Patenten. Außerdem übernimmt Markforged keine Haftung im Zusammenhang mit der Verwendung dieser Informationen. Die hier aufgeführten Daten sollten nicht zur Festlegung von Design-, Qualitätskontroll- oder Spezifikationsgrenzen verwendet werden und dienen nicht als Ersatz für Tests durch den Benutzer bezüglich der Eignung für spezielle Anwendungszwecke. Nichts in diesem Datenblatt ist als eine Lizenz für den Betrieb unter Verletzung eines geistigen Eigentumsrechts oder zum Verstoß gegen die Rechte Dritter auszulegen.

Materialspezifikationen – Metalle

| | Norm | 17-4 | 17-4 (WB ¹) | H13 | H13 (WB ²) | Kupfer |
|------------------------------------|------------|------|-------------------------|--------|------------------------|------------------|
| Zugfestigkeit (MPa) | ASTM E8 | 1050 | 1250 | 1420 | 1500 | 193 ⁵ |
| Zugmodul (GPa) | ASTM E8 | 140 | 170 | - | - | - |
| Steckspannung (MPa) | ASTM E8 | 800 | 1100 | 800 | 1250 | 26 ⁵ |
| Bruchdehnung (%) | ASTM E8 | 5 | 6 | 5 | 5 | 45 ⁵ |
| Stauchgrenze (MPa) | ASTM E9 | - | - | - | - | - |
| Druckmodul (GPa) | ASTM E9 | - | - | - | - | - |
| Härte (HRC)* | ASTM E18 | 30 | 36 | 40 | 45 | - |
| relative Dichte (%) | ASTM B923 | ≥ 96 | ≥ 96 | ≥ 94,5 | ≥ 94,5 | 98 ⁶ |
| elektrische Leitfähigkeit (% IACS) | ASTM E1004 | - | - | - | - | 84 ⁷ |
| thermische Leitfähigkeit (W/mK) | ASTM E1461 | - | - | - | - | 350 ⁸ |

| | Norm | A2 | A2 (WB ³) | D2 | D2 (WB ⁴) | Inconel 625 |
|------------------------------------|------------|--------|-----------------------|-----|-----------------------|-------------------|
| Zugfestigkeit (MPa) | ASTM E8 | - | - | - | - | 765 |
| Zugmodul (GPa) | ASTM E8 | - | - | - | - | - |
| Steckspannung (MPa) | ASTM E8 | - | - | - | - | 334 |
| Bruchdehnung (%) | ASTM E8 | - | - | - | - | 42 |
| Stauchgrenze (MPa) | ASTM E9 | 850 | - | 830 | 1690 | - |
| Druckmodul (GPa) | ASTM E9 | 180 | 180 | 170 | 187 | - |
| Härte (HRC)* | ASTM E18 | 52 | 58 | 54 | 60 | 7 |
| relative Dichte (%) | ASTM B923 | ≥ 94,5 | ≥ 94,5 | 97 | 97 | 96,5 ⁹ |
| elektrische Leitfähigkeit (% IACS) | ASTM E1004 | - | - | - | - | - |
| thermische Leitfähigkeit (W/mK) | ASTM E1461 | - | - | - | - | - |

* Die Härte wurde an einer D25 x 10 mm Probe gemessen, die mit 100% Füllung gedruckt wurde.

1 Der 17-4 Werkzeugstahl wurde nach der H900 Spezifikation wärmebehandelt.

2 Der wärmebehandelte H13-Werkzeugstahl wurde auf 1010°C erhitzt und zweimal bei 600°C angelassen.

3 Der wärmebehandelte A2-Werkzeugstahl wurde auf 970°C erhitzt und einmal 30 Minuten lang bei 200°C angelassen.

4 Der wärmebehandelte D2-Werkzeugstahl wurde auf 970°C erhitzt und einmal 30 Minuten lang bei 200°C angelassen.

5. Zugstäbe haben Untergrößen und werden mit den Standardkupfereinstellungen geschnitten, außer dass Raft ausgeschaltet ist. Kupfer wird standardmäßig zu massiven Teilen verarbeitet.

6. Die angegebene Dichte von Kupfer basiert auf einem theoretischen Wert von 8,96 g/cm³.

7. Die elektrische Leitfähigkeit wird bei der Auswertung mit Wirbelstromgeräten normalerweise als Prozentsatz der Leitfähigkeit des International Annealed Copper Standard (% IACS) ausgedrückt. Die Leitfähigkeit des Standards aus geglühtem Kupfer ist definiert als 0,58 × 108 S/m (100 % IACS) bei 20°C.

8. Thermisches Diffusionsvermögen gemessen nach ASTM E1461. Die Diffusivität wurde in Leitfähigkeit umgewandelt unter Verwendung von: Wärmeleitfähigkeit = Temperaturleitfähigkeit * Dichte * Spezifische Wärme.

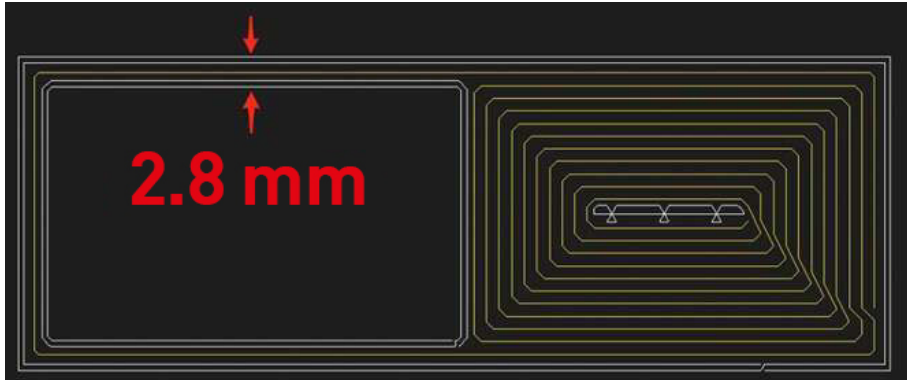
Angenommen wurde die spezifische Wärme von Kupfer = 0,385 J/g-K gemäß „Handbook of Chemistry and Physics 72nd Edition“.

9. Die angegebene Dichte von Inconel 625 basiert auf einem theoretischen Wert von 8,44 g/cm³.

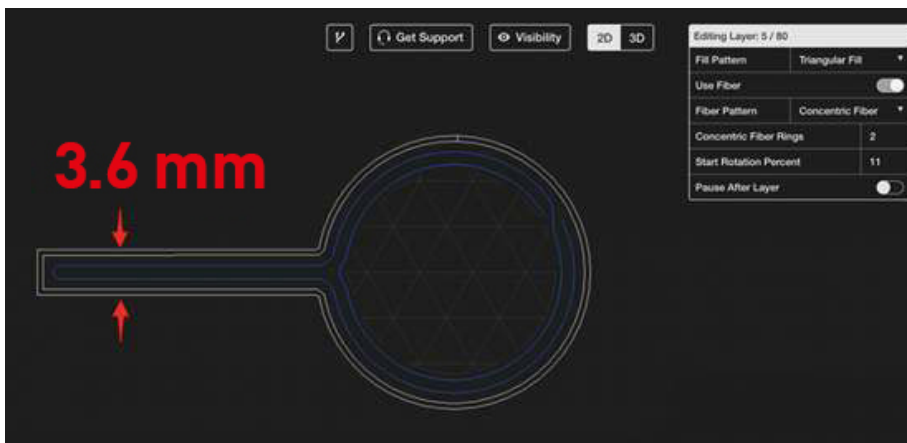
Die Daten für die Markforged Materialien stellen typische Werte im gesinterten Zustand dar. Markforged Muster wurden als vollständig dichte Teile mit 100% Füllung gedruckt. Die Härteangaben wurden im Haus getestet, alle anderen Daten wurden von externen Quellen geprüft und bestätigt.

Diese repräsentativen Daten wurden mit Standardmethoden getestet, gemessen oder berechnet und können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Markforged gibt keine Garantien jeglicher Art, weder ausdrücklich noch stillschweigend, einschließlich, aber nicht beschränkt auf die Garantien der Marktgängigkeit, der Eignung für einen bestimmten Zweck oder der Garantie gegen Patentverletzung; und übernimmt keine Haftung im Zusammenhang mit der Verwendung dieser Informationen. Die hier aufgeführten Daten sollten nicht verwendet werden, um Design-, Qualitätskontroll- oder Spezifikationsgrenzen festzulegen, und sind nicht als Ersatz für Ihre eigenen Tests zur Bestimmung der Eignung für Ihre spezielle Anwendung gedacht. Nichts in diesem Blatt ist als Lizenz zum Betrieb unter oder als Empfehlung zur Verletzung von geistigen Eigentumsrechten auszulegen.

Hinweise für die Druckvorbereitung und -nachbereitung



2,8 mm Wandstärke sind notwendig, um einen Ring mit Markforged Endlosfaser in ein Bauteil zu drucken. 3,6 mm Wandstärke sind notwendig, um Überstände mit Markforged Endlosfasern zu drucken.



Nachbearbeitung von Bauteilen

Sämtliche Bauteile lassen sich einfach mit Krylon Fusion oder Rustoleum für Kunststoffe veredeln.

Lackieren: Nylon White PA6 / Onyx absorbiert Farbe. Deshalb die Bauteile vorher grundieren.

Schleifen: Nassschleifen mit W/220 Schleifpapier

Kleben: Loctite 401 für starre Verbindungen und Loctite 4861 für flexible Verbindungen

Tauchen: Rit Liquid Tauchfarben

Weitere Informationen sowie Konstruktionshilfen für die Additive Fertigung finden Sie auf unserer Website und auf unserem Blog:

- www.mark3d.com
- www.mark3d.com/de/ratgeber/
- www.mark3d.com/de/blog

EIGER Software: **Leistungsfähig. Flexibel. Sicher.**

Mit den Hochfestigkeits- und den Verbundfaserdruckern von Markforged liefern wir die innovative, smarte und mit allen unseren Druckern kompatible Software EIGER*.

Leistungsstark

Die Stärke der Markforged Drucker liegt in der Festigkeit des Bauteils und der präzisen Oberflächenbeschaffenheit. Mit der EIGER Software lässt sich die Teilstabilität mit der einzigartigen Continuous Fiber Reinforcement („Kontinuierliche Faserverstärkung“) kinderleicht erhöhen. Darüber hinaus bietet EIGER die Möglichkeit, mit nur einem Programm auf alle Drucker und Druckaufträge zuzugreifen und diese so organisiert zu managen.

Mit nur einem Klick die 10-fache Festigkeit erreichen

EIGER fügt Ihrem Bauteil ausgewählte Faserverstärkung hinzu. Dafür reicht das Auswählen der Option „Faser verwenden“. Sie behalten den vollen Zugriff auf den Vorgang und können an gewünschten Stellen eingreifen und manuelle Anpassungen vornehmen.

Ständige Verbesserung

Cloudbasiert stellt EIGER immer die neueste Version zur Verfügung. Sobald ein neues Update bereitgestellt wurde, wird dieses bei der nächsten Anmeldung in EIGER angezeigt. Große Dateien können problemlos im Hintergrund verarbeitet werden, während Sie in anderen Programmen uneingeschränkt weiterarbeiten können.

Alle Drucker von einem Ort aus steuern

Mit EIGER können Sie problemlos auf alle Drucker und Druckdaten aus Ihrer Organisation zugreifen. Ob Sie einen oder hundert Drucker im Einsatz haben, das vernetzte System sammelt alle Daten übersichtlich an einem Ort.



Jeder Drucker von Markforged kann über Ethernet oder WiFi angeschlossen werden. Entfernungen spielen also keine Rolle. Per E-Mail erhalten Sie wichtige Statusmeldungen und werden zum Beispiel rechtzeitig auf niedrige Materialbestände und abgeschlossene Druckaufträge hingewiesen.

Benutzerfreundlich

Um stabilste Teile zu drucken, benötigen Sie keine spezielle Ausbildung. Laden und Slicen Sie Ihre STL-Datei einfach in EIGER für ein hochfestes Bauteil.

Daten gehen nie verloren

In EIGER können Projekte angelegt werden. Darin ordnen Sie Ihre Druckdateien, finden sie schnell wieder und können sie wiederverwenden oder überarbeiten. Da alles in der Cloud gespeichert ist, bleiben Ihre Dateien auch bei einem Rechnerabsturz erhalten. Über die Versionshistorie können auch versehentlich überschriebene Dateien wiederhergestellt werden.

Intuitive Benutzeroberfläche

Unsere Software regelt alle Temperatur-, Geschwindigkeits- und Überwachungseinstellungen, um die Druckperformance zu optimieren und dem Benutzer möglichst viel Arbeit abzunehmen.

Zusammenarbeit

EIGER funktioniert organisationsbasiert. Jedes Teammitglied kann Zugriff auf das Programm bekommen. So können Dateien auch über Entfernungen hinweg mit Kollegen geteilt, besprochen, bearbeitet und verbessert werden.

*Die hier beschriebenen Leistungen beziehen sich auf die Eiger Cloud-Software.

Datenschutz

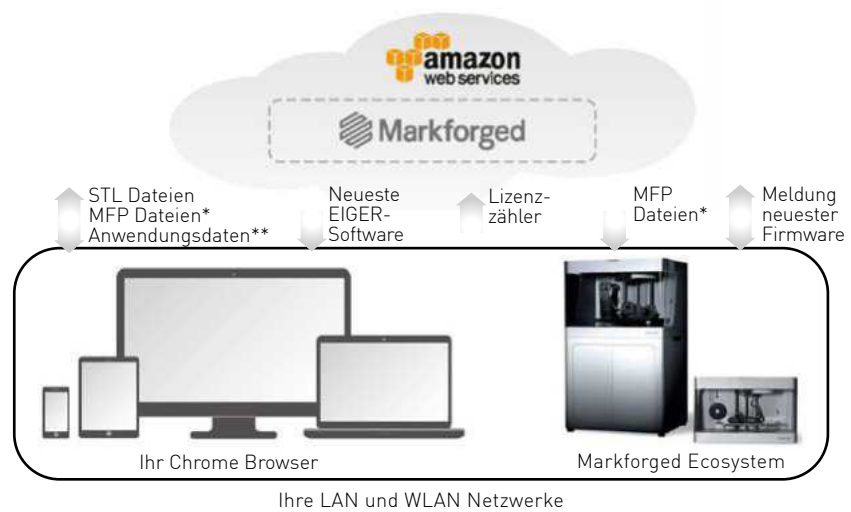
Markforged nimmt die Sicherheit und Privatsphäre Ihrer Daten sehr ernst.



ISO 27001 – Sicherheits Zertifizierung

- Markforged ist der einzige zertifizierte Hersteller im additiven Bereich.
- Die Zertifizierung wurde durch eine externe Prüfstelle ausgestellt.
- Ihre Daten sind in der EIGER -Software sicher!

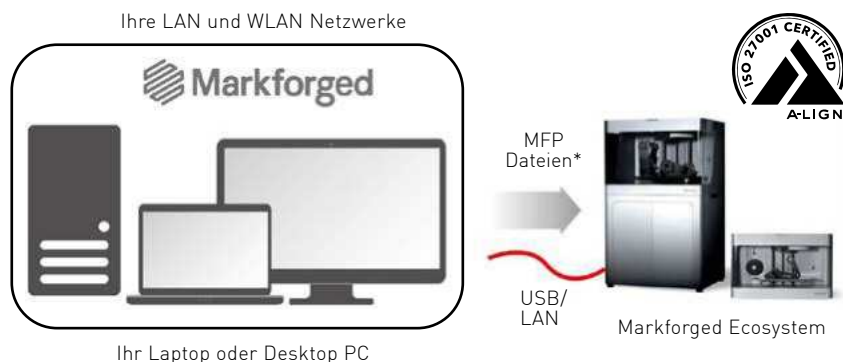
Cloud EIGER Software



Nur Nutzer Ihrer Organisation können auf Ihre Daten zugreifen. Wir treffen die besten Sicherheitsvorkehrungen, einschließlich SSL/TLS-Verschlüsselung jeglicher Kommunikation mit unseren Servern, externen Backups der Nutzerdaten und den Sicherheitsangeboten der Amazon Web Services (AWS), welche die Daten für uns bewahrt.

Jegliche Kommunikation mit Markforged ist verschlüsselt.

Optional: Offline EIGER Software



Offline EIGER Software ist eine vollständig eigenständige Version unserer Eiger-Software, die von Kunden erworben werden kann, welche keine Cloud Lösung nutzen können. Keine Informationen – weder Benutzer- noch Teiledaten – werden jemals aufgelistet oder online gespeichert. Diese Software arbeitet mit voller Kapazität ohne Cloud- oder Internet-Zugang. Druckdateien werden auf ihrem lokalen Rechner oder auf freigegebenen Laufwerken gespeichert.

* MFP Dateien (Markforged Print) sind die unbearbeiteten Ausgabedaten der EIGER Software, welche die Markforged Drucker zum Drucken des Bauteils verwenden.

** Anwendungsdaten beinhalten Accountinformationen für den Lizenzserver, Ordnerstrukturen, Drucker-einstellungen und genutzte Materialmengen/Druckvolumina.

EIGER Software Subscription Pakete:

Leistungsfähig. Flexibel. Sicher.

Essential

Software

- Arbeitsablauf + Voreinstellungen
- Anwender Management
- API Zugang
- SAML SSO
- Benutzerspezifische TLS Zertifikate
- Kundenstatistiken
- Fertigungshistorie

Weiterbildung

- Markforged University

Support

- Ersatz- und Verschleißteile
- Technischer Support
- Zugang zu Support-Webseiten

Advanced

Software

- Alle Essential Vorteile
- Digitales Lager
- Cloud Drucker Management
- Automatische Druckvorbereitung
- Angepasster Support
- Individuelle Faserverlegung
- Online Updates
- 1 Jahr nach Kauf
 - Arbeitsablauf + Voreinst.
 - Anwender Management
- Arbeitsablauf + Voreinstellungen
- Anwender Management
- API Zugang
- SAML SSO
- Benutzerspezifische TLS Zertifikate
- Kundenstatistiken
- Fertigungshistorie
- EIGER Simulation
- Part inspection (Blacksmith)
- Datenexport (Digimat)

Weiterbildung

- Markforged University

Support

- Zugang zu Support-Webseiten
- Ersatz- und Verschleißteile
- Technischer Support
- Jährliche Maschinenkalibrierung für alle Industriedrucker
- Zugang zu Support-Webseiten



Wir fertigen nur noch was unmittelbar benötigt wird. Unser Lager befindet sich jetzt auf der Rolle!

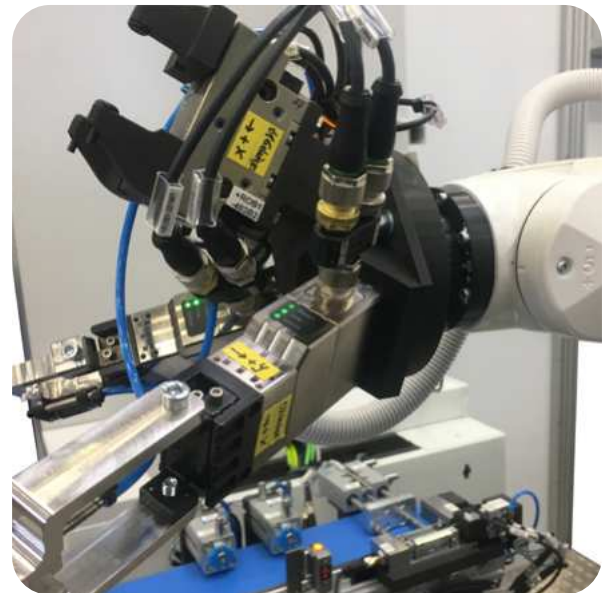
Chris Tettalowsky, BMF Vertriebs GmbH

Der 3D-Druck spart Ressourcen und schafft Kapazitäten in der konventionellen Fertigung.

Ronny Bernstein, BMF Vertriebs GmbH

Mit dem Markforged 3D-Drucker haben wir eine prozesssichere, zuverlässige und innovative Fertigungsmaschine – ohne zusätzliche Personalkosten!

Michael Müller, erler GmbH



Durch die Additive Fertigung hat man nahezu keine Einschränkungen in der geometrischen Komplexität eines Bauteils. Dies ist von Vorteil, um Bauteile leichter zu machen und für seinen Anwendungszweck zu optimieren.

Marco Bauer, BAM GmbH



Wir freuen uns auf Sie!

Mark3D GmbH

Rodenbacher Straße 15
35708 Haiger

Telefon **07361 63396-00**

E-Mail **markforged@mark3d.de**

Internet **www.mark3d.de**

Mark3D UK Limited

The Innovation Centre, 1 Devon Way
Longbridge, Birmingham, B31 2TS

© 2023 MarkForged, Inc. & Mark3D GmbH

Alle genannten Preise sind unverbindlich und gelten zzgl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer.
Alle vorangegangenen Angaben entziehen sich unserer Haftung. Für verbindliche Leistungszusagen ist ausschließlich die Original-Dokumentation des Herstellers Markforged Inc. relevant.

