

Bremsen leicht gemacht! Mit 3D-gedruckten Bremsattel aus Aluminium

Quelle: EOS GmbH



Der neue additiv gefertigte
Bremsattel ist 50 % leichter
und bietet dank Monoblock-
design eine höhere Belastbarkeit
wie das konventionelle Bauteil.

Herausforderung

Additive Fertigung eines rennsporttauglichen Bremsattels mit funktionaler Integration bei höchsten Anforderungen an Qualität, Sicherheit und Leistungsfähigkeit.

Lösung

Herstellung eines Alu-Werkstücks aus EOS Aluminium Al2139 AM mit integrierten Kühlkanälen auf der EOS M 290.

Ergebnisse

Leistungsstark: 500 Newton Zugfestigkeit pro Quadratmillimeter

Leicht: 50 Prozent Gewichtsersparnis

Sicher: Hohe Belastbarkeit auch unter Rennsportbedingungen

Hochwertig: Hohe Qualität des Bauteils für geringen Aufwand bei Nachbearbeitung

Individuell: Spezifisches Design für geringen vorhandenen Bauraum

Additive Fertigung für mehr Speed im Rennsport

Es klingt paradox, aber: Nur dank der Bremse können wir schnell(er) fahren. Wer sich das verinnerlicht, erkennt die Bedeutung einer leistungsstarken Verzögerungsvorrichtung für den Rennsport. Daher haben Additive Willmann und EOS mit dem Karlsruhe Institute for Technology (KIT) ein Projekt für die E-Formula Student realisiert, das Bremssättel dank additiver Fertigung leichter und für noch mehr Speed maximal belastbar macht – und das für einen sehr knappen Einbauraum.

Herausforderung

Ob Straßenverkehr oder Rennsport: Auf die Bremsanlage von Fahrzeugen wirken große Kräfte ein. Entsprechend hoch ist die Belastung. Folglich muss jedes Bauteil so ausgelegt sein, dass die erforderliche Verzögerung zu jeder Zeit und – besonders relevant für den Rennbereich – mehrmals nacheinander erbracht werden kann. Die Geschwindigkeit wird in Reibung und damit Wärme überführt. Dadurch längt sich das Pedal. Nur eine hohe Steifigkeit des Sattels sorgt auch bei harten Bremsmanövern für eine gute Dosierbarkeit der Bremskraft.

Da von der zuverlässigen Funktion Menschenleben abhängen, kommt der Bremsanlage im Fahrzeugbau besonderes Augenmerk zu. Und weil im Rennsport ergänzend noch Rundenzeiten & Co. zählen, legen die Ingenieure noch ein paar Scheite drauf, sowohl bei Belastbarkeit als auch

Leistungsfähigkeit und geringem Gewicht. Das gilt auch für die Formula Student, für die Additive Willmann gemeinsam mit dem KIT Bremssättel beisteuert. Da dieses Bauteil gemeinsam mit Bremsscheibe und Bremsbelag zu den ungefederten Massen am Fahrzeug zählt, wirken sich hier Optimierungsmaßnahmen besonders aus.

Ein weiteres Kriterium für eine gute Bremse ist deren „Baubarkeit“: Was in der Theorie funktioniert, muss sich erst einmal herstellen lassen, und zwar unter der gegebenen Präzision und damit hohen Güte: „Scharfe Kanten oder Spannungen bergen immer die Gefahr von Rissen“, erklärt Jörg Willmann, Geschäftsführer des gleichnamigen Unternehmens. „Zudem ist in einem Formula-Student-Rennwagen sehr wenig Platz vorhanden. In Kombination all dieser Anforderungen kristallisiert sich die additive Fertigung als bestmögliche

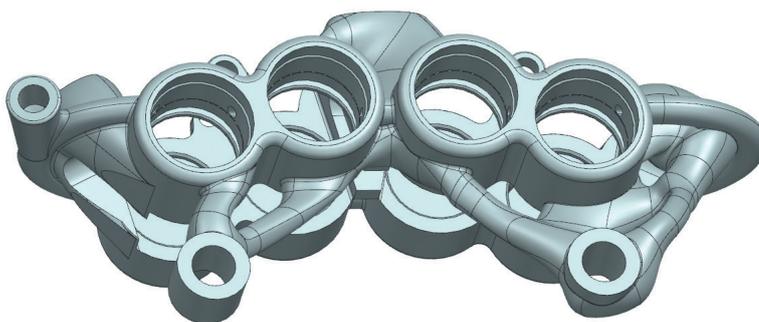
Kurzprofil

Additive Willmann unterstützt Unternehmen dabei, die Additive Fertigung optimal in ihr Geschäftsmodell zu integrieren und gleichzeitig 3D-Innovationen einzuleiten.

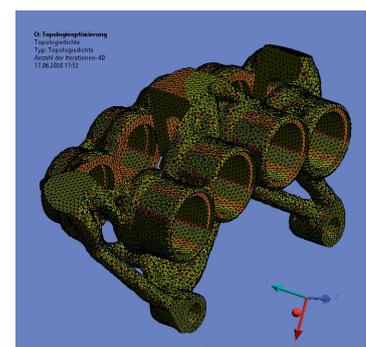
Weitere Informationen
www.additive-willmann.de



Größenvergleich des Bremssattels mit Euromünze.



Der additiv zu fertigende Renn-Bremssattel im virtuellen Look.



Topologieoptimierung

Produktionsmethode heraus, vereint sie doch große Freiheit bei Konstruktion bzw. Design und Funktionalität mit hoher Qualität – und das über eine ganze Bandbreite belastbarer und doch leichter Materialien.

Lösung

Ebenfalls eine direkte logische Ableitung aus den gewünschten Spezifikationen des späteren Produkts war die Wahl von Aluminium als Werkstoff. Hier hat man sich für das EOS Aluminium Al2139 AM entschieden, auch weil dieses im Vergleich mit der Aluminiumlegierung Scalmalloy einfacher zu qualifizieren, zu validieren und kostengünstiger ist. Zudem weist es eine höhere Festigkeit bei Temperaturen von über 100 Grad Celsius auf.

Seit geraumer Zeit gibt es diverse Optionen, metallbasierte Bauteile additiv zu produzieren. Alu ist überdies ein im Automotive-Umfeld bestens bewährtes Material, vereint es doch die Leichtbau-Anforderungen sehr gut mit den Ansprüchen hinsichtlich thermischer und mechanischer Belastbarkeit – bei gleichzeitig niedrigen Kosten. Darüber hinaus ist auch bei einem sehr auf Platzersparnis konstruierten Bauteil dessen abschließende Veredelung im Sinne der Qualitätsmaximierung gut durchführbar. Mit der Wahl von Herstellungsverfahren und Material waren zentrale Lösungsbausteine für die Fertigung der Bremssättel erfüllt, so dass die Konstruktion und eigentliche Herstellung im Rahmen eines sehr sauber gestalteten sowie robusten Prozesses folgen konnten: Schicht für Schicht hat dabei der Laser der verwendeten EOS M 290 das Aluminiumpulver EOS Al2139 AM ausgehärtet. Die integrierten Kühlkanäle ließen sich – einem der zentralen Vorteile des 3D-Drucks – im Hinblick auf bestmögliche Wirksamkeit direkt funktional integrieren. Dabei konnte Willmann auch auf ein zentrales Merkmal der EOS-Technologie vertrauen: die hohe Qualität des Systems und der in ihm produzierten Bauteile.

Nach der eigentlichen Produktion

führte Additive Willmann noch eine präzise Nachbearbeitung durch, um so für das nötige perfekte Finish des additiv gefertigten Bremssattels zu sorgen. Den Anfang bildete dabei eine Wärmebehandlung, um die gewünschten Eigenschaften des Werkstoffes möglichst optimal für eine Verwendung im Rennsport zu machen. Schlusspunkt war ein Hirtisierungs®- und Zerspanungsvorgang, der sämtliche Grate und weitere überschüssige Materialreste schonend entfernt hat.

Ergebnisse

Das Ergebnis überzeugt! Und das nicht nur auf dem Labortisch, sondern auch beim Betrieb auf der Strecke. Die Zugfestigkeit erreicht bei Arbeitsdrücken von 80 bar vorne und 60 bar an der Hinterachse mit rund 500 Newton pro Quadratmillimeter einen Wert, mit dem volle Rennstrecken kein Problem sind. Dabei hilft jedes gesparte Gramm überdies, das Gewicht der gerade für die Querdynamik besonders wichtigen ungefederten Masse zu reduzieren. Unter dem Strich steht eine Reduktion des Gewichts von etwa 50 Prozent im Vergleich zu einer Zukauf-Lösung.

„Beim Rennsport ist die richtige Balance zwischen Gewicht, Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit im Sinne einer Technologieoptimierung besonders wichtig“, erklärt Jörg Willmann. „Wir haben gemeinsam mit dem KIT und mit EOS den richtigen Weg gefunden. Die Zugfestigkeit ist exzellent, die Dichte im Material ist sehr hoch, trotz des geringen Gewichts. Erwähnenswert ist zudem sicherlich die schnelle

und einfache Wärmebehandlung, dank derer der Gesamtprozess erfreulich schlank bleiben konnte.“

Der neue additive Bremssattel wusste also beim Aufwand zu überzeugen – und beim Ergebnis? Auch hier zeigt sich Jörg Willmann begeistert: „Das Bauteil passt perfekt in den kleinen Platz innerhalb der Felge. Trotz des komplexen Designs gab es kaum scharfe Kanten, die überhaupt zu entfernen waren. Und wo nötig, ist das nach einem kurzen, sehr erfolgreichen Lernprozess schnell und ordentlich möglich gewesen. Auf diese Weise konnten wir Spannungen und damit die Gefahr der Rissbildung vermeiden. Und wir dürfen ja nicht vergessen: Wir waren in der Lage, in sehr kurzer Zeit ein sehr leistungsfähiges Bauteil in Kleinserie zu günstigen Kosten herzustellen. Additive Manufacturing ist da einfach unschlagbar.“

Fazit

Für Additive Willmann hat sich das Projekt daher in mehrfacher Hinsicht gelohnt – denn es konnte nicht nur der eigentliche Auftrag erfolgreich durchgeführt, sondern auch die Tür für weitere Leichtbauanwendungen im Automotive-Umfeld weit aufgestoßen werden. Die additive Fertigung hochfester, leichter Aluminiumbauteile geht sogar über die Branche hinaus: Die Luftfahrtbranche zum Beispiel hat Jörg Willmann bereits fest im Blick. Für noch mehr Speed.

„Wir bei Additive Willmann möchten unseren Kunden durch den Aluminiumwerkstoff EOS Aluminium Al2139 AM neue Möglichkeiten und Mehrwerte bieten, um ihre anspruchsvollen Leichtbauanwendungen gemeinsam mit uns zu verwirklichen – vom Design bis hin zum überzeugenden Finish bei der Nachbearbeitung.“

Jörg Willmann, Geschäftsführer Additive Willmann

Headquarters

EOS GmbH
Electro Optical Systems
Robert-Stirling-Ring 1
D-82152 Krailling/Munich
Germany
Phone +49 89 893 36-0
info@eos.info

www.eos.info

in EOS

 EOS3DPrinting

 EOS3DPrinting

#responsiblemanufacturing

#futureisadditive

Further Offices

EOS France
Phone +33 437 497 676

EOS Greater China
Phone +86 21 602 307 00

EOS India
Phone +91 443 964 8000

EOS Italy
Phone +39 023 340 1659

EOS Japan
Phone +81 45 670 0250

EOS Korea
Phone +82 2 6330 5800

EOS Nordic Et Baltic
Phone +46 31 760 4640

EOS North America
Phone +1 877 388 7916

EOS Singapore
Phone +65 6430 0463

EOS UK
Phone +44 1926 675 110

Stand 07/2023. Technische Änderungen vorbehalten. EOS ist nach ISO 9001 zertifiziert.
EOS® ist ein eingetragenes Warenzeichen der EOS GmbH Electro Optical Systems in
einigen Ländern. Weitere Informationen unter www.eos.info/trademarks.

