



Fakten

Herausforderung

Konstruktion und Fertigung hochkomplexer Radnaben, die mehr Kraft vom Pedal aufs Rad übertragen.

Lösung

Herstellung von innovativen und äußerst strapazierfähigen Antriebseinheiten für Radsportler mit einer EOSINT M 270.

Ergebnisse

- Rasant: optimiertes Nabendesign erhöht Antriebskraft
- Innovativ: Design bestimmt Herstellungsverfahren und nicht umgekehrt
- Wirtschaftlich: schnelle Produktentwicklung macht Zweimannunternehmen wettbewerbsfähig
- Unverwüstlich: martensitgehärteter Werkzeugstahl hält hohen Belastungen stand



Der Schweizer Mountainbiker Christoph Sauser, 2012 Weltmeister in der Disziplin Cross Country, belegte beim MTB-Marathon-Rennen „The Leadville 100“ in Leadville, Colorado/USA im August 2012 mit Kappius-Nabe den zweiten Platz. Später im Jahr wurde er – ebenfalls mit dem innovativen Nabendesign – Schweizer Meister (Quelle: Kappius Components).

Radsportler gehen auf Spritztour
dank Additiver Fertigung



Kappius Components nutzt Additive Fertigung für richtungsweisende Antriebseinheit

Kurzprofil

Kappius Components produziert und vertreibt innovative Radnaben und Fahrradzubehör. Das Unternehmen mit Sitz in Littleton, Colorado (USA), wurde von Erfinder Russell Kappius gegründet.

Harbec fertigt eng tolerierte Prototypen, Werkzeuge, Bauteile und qualitativ hochwertige Spritzgussteile. Alle Produkte sind Ausdruck von Nachhaltigkeit und sozialem Gewissen.

Weitere Informationen

www.kappiuscomponents.com
www.harbec.com

Für US-amerikanische Erfinder ist die heimische Garage seit jeher ein Symbol für das, was möglich ist: Ein Ort für Tüftler, an dem Innovationen geboren werden. So gründeten vor mehr als 100 Jahren die Gebrüder Wright ein kleines Fahrradgeschäft mit Reparaturwerkstatt, um kurz darauf die selbst-ölende Radnabe zu erfinden. Ihre anschließenden Verdienste um die Luftfahrt sind allgemein bekannt. Auch die erste Harley Davidson wurde in einem Schuppen im Hinterhof gebaut und auch die das moderne Computerzeitalter prägenden Duos William Hewlett/David Packard (HP) und Steve Jobs/Steve Wozniak (Apple) begannen in vorstädtischen Garagen.

Selbst im 21. Jahrhundert halten Garagen noch so manchen Erfinder bereit: Vor etwa vier Jahren entwickelte Russ Kappius – passionierter Mountainbiker, Gewinner von sechs Masters-Wettbewerben und Forschungsgeophysiker/Softwareentwickler – ein neuartiges Design für eine übergroße Nabe mit hochleistungsfähiger Antriebseinheit. Mit ihr wird mehr Kraft vom Pedal auf die Kette und somit aufs Rad übertragen.

Herausforderung

Zunächst probierten Russ Kappius und sein Sohn Brady – Ingenieur und professioneller Mountainbiker – Wasserstrahlschneiden und Drahterodieren aus, um ihre Radnaben schrittweise zu optimieren. Jedoch reichte entweder die Leistung des Prozesses für die Herstellung maßhaltiger und komplexer Bauteile nicht aus oder die Teile

entsprachen nicht den Spezifikationen und die Umlaufzeiten waren zu lang. Ende 2011 entdeckte das Duo dann das Direkte Metall-Laser-Sintern (DMLS). Das Schichtbauverfahren ist für die geforderten kurzen Umlaufzeiten wie geschaffen und kann das inzwischen noch komplexer gewordene Design nach genauesten Spezifikationen reproduzieren.

Lösung

Die Besonderheit der leichten und strapazierfähigen Nabe ist die handgefertigte glatte Karbonfaserhülle und die darin befindliche Antriebseinheit. Die Einheit besteht aus drei Komponenten: einem äußeren Antriebsring, einem Innenring mit 60 Zähnen und acht Sperrklinken, die paarweise in die Zähne des Innenrings greifen. Die Sperrklinken dienen dazu, die Vorwärtsbewegung zuzulassen, das Rückwärtsdrehen aber zu vermeiden.

Innovativ sind die Übergröße – doppelter Standarddurchmesser – und die viel höhere Anzahl an Eingriffspunkten. Während Standardantriebe über 18 bis 36 Eingriffspunkte verfügen, sind es bei der Nabe von Kappius Components 240. So kann das Pedal alle anderthalb Grad greifen und dem Radfahrer einen



Die leichte, doch strapazierfähige Hinterradnabe von Kappius Components besitzt ein wegweisendes überdimensioniertes Design. Ihr Karbonfasergehäuse enthält eine Antriebseinheit bestehend aus innerem Sperrklinkenring, verzahntem Antriebsring und Sperrklinken. Die Bauteile werden durch Direktes Metall-Laser-Sintern (DMLS) aus extrem haltbarem Werkzeugstahl gefertigt (Quelle: Kappius Components).

zusätzlichen Viertel- oder Halbpedaltritt bieten. Beim Pedalieren wird mehr Antriebskraft erzeugt, was für Radrennen und hochtechnisches Fahren fantastisch ist. „Unsere Antriebseinheit ist also eine bahnbrechende Erfindung“, erklärt Kappius. Da Russ Kappius das DMLS-Verfahren einsetzte, konnte er die Sperrklinken neu gestalten und den unteren Bereich zylindrisch um 1 mm erweitern. Dadurch ist die Nabe beim Eingriff besser positioniert. Das Additive Fertigungsverfahren lässt die Einzelteile, entsprechend dem digitalen 3D-Modell, Schicht für Schicht in einem Bett aus Metallpulver „heranwachsen“. Ein fokussierter Laserstrahl verfestigt dazu den pulverförmigen Werkstoff, indem er die Konturen sowie die Innenfläche des Bauteilquerschnitts belichtet.

Nachdem eine Schicht fertiggestellt wurde, senkt sich das Pulverbett um wenige Mikrometer ab und der Prozess beginnt erneut. Nach Abschluss des Bauvorgangs werden die Teile aus dem System entnommen und auf einer CNC-Fräse die für die Fertigung benötigten Stützstrukturen sowie zusätzliche 20 Tausendstel des Materials von der Teilerückseite entfernt, damit das Teil eine glatte Oberfläche erhält. Anschließend werden die Bauteile in einem Brennofen auf einen Wert von 52 HRC gehärtet.

Die Herstellung und Nachbearbeitung realisiert der DMLS-Anbieter Harbec aus Ontario, New York, USA. Die Endmontage führt das Vater-Sohn-Team in der heimischen Werkstatt aus.

Ergebnisse

Zwei Jahre lang haben Russ und Brady Kappius additiv gefertigte Modelle ihrer Radnabe erprobt und schrittweise optimiert. Bereits beim ersten Feldversuch mit der neuen Nabeneinheit gewann Russ Kappius ein Rennen. „Wir hatten es geschafft, das Konzept in nur einem Monat in fahrradtaugliche Bauteile umzusetzen“, schwärmt der Sportler. „Ich bewegte mich schneller als jemals zuvor!“

Die Naben wurden etlichen Konstruktionsänderungen unterzogen. Nach dem Umstieg auf die Additive Fertigung hat die Verbesserungsrate deutlich zugenommen. „DMLS hat uns die Freiheit gegeben, Verbesserungen an allen Elementen im System vorzunehmen“, erzählt Russ Kappius begeistert. Zudem hat das Verfahren dem Zweimannbetrieb Ausgangsbedingungen geboten, von denen sonst nur die großen Anbieter der Fahrradbranche profitieren können. „Als Start-up-Unternehmen haben wir rasch erkannt, dass wir neue Teile nach Designänderungen schnell an unsere

Kunden bringen müssen“, erinnert sich Russ Kappius. „Um wettbewerbsfähig zu bleiben, mussten wir also die Produkteinführungszeit verkürzen.“

Für eine typische Bestellung von zehn Antriebseinheiten sind zwei Bauvorgänge auf einer EOSINT M 270 nötig. Die Fertigungssoftware unterstützt eine platzsparende Anordnung der Bauteile im Bauvolumen und minimiert die Chargengröße auf zehn Außenringe, zehn Innenringe und 80 Sperrklinken (je acht für jeden Antrieb) sowie einige Zubehörteile. Die Bauzeit beträgt etwa 25 Std. pro Platte bzw. 50 Std. für zehn Einheiten. Der Produktionsausstoß des jungen Unternehmens nimmt rasant zu: 2012 wurden fast 100 Naben verkauft; für 2014 werden Stückzahlen im Bereich von 500 angestrebt. Die Radnabe wird an innovationsbegeisterte Radfahrer auf der ganzen Welt versandt. Als Material wählte Kappius martensitgehärtenden Werkzeugstahl (maraging steel), denn die Strapazierfähigkeit der Einzelteile ist für diese Anwendung von höchster Bedeutung. Das wärmebehandelbare Metall zeichnet sich durch exzellente Härte- und Festigkeitseigenschaften aus. Russ Kappius ist mit den Ergebnissen zufrieden. „Der Werkzeugstahl ist bärenstark“, freut er sich. „Bisher ist nicht eine Nabe ausgefallen. Selbst die

größten Hersteller können das nicht behaupten.“

Abschließend fasst der Erfinder der neuen Radnabe die Vorteile des DMLS zusammen: „Der wichtigste Pluspunkt ist die gestalterische Freiheit. An zweiter Stelle steht die Materialfestigkeit gefolgt von der Umlaufzeit.“ Und dann wäre da noch das Erlebnis als Radfahrer. „Unsere Kunden lieben die Nabe“, berichtet Russ Kappius. „Sie sind schneller und haben noch mehr Spaß an der Bewegung.“

„Als Software-Ingenieur bin ich in der Lage, überall und jederzeit Änderungen vorzunehmen, um den Code zu optimieren. DMLS bietet mir eine ähnlich große Flexibilität. Kleinste Designänderungen kann ich leicht umsetzen und unverzüglich auf dem Rad testen. Das ist Technik, wie man sie sich wünscht.“

„Direktes Metall-Laser-Sintern hat uns die Freiheit gegeben, Verbesserungen an allen Elementen im System vorzunehmen. Unsere Antriebseinheit ist also eine bahnbrechende Erfindung.“

Russ Kappius,
Erfinder und Gründer von
Kappius Components

EOS GmbH
Electro Optical Systems
Hauptniederlassung
Robert-Stirling-Ring 1
D-82152 Krailling bei München
Tel.: +49 89 893 36-0
Fax: +49 89 893 36-285

EOS Niederlassungen

EOS France
Tel.: +33 437 49 76 76

EOS India
Tel.: +91 44 28 15 87 94

EOS Italy
Tel.: +39 02 33 40 16 59

EOS Korea
Tel.: +82 32 552 82 31

EOS Nordic & Baltic
Tel.: +46 31 760 46 40

EOS of North America
Tel.: +1 248 306 01 43

EOS Singapore
Tel.: +65 6430 05 50

EOS Greater China
Tel.: +86 21 602307 00

EOS UK
Tel.: +44 1926 62 31 07

www.eos.info • info@eos.info

Think the impossible. You can get it.

