

## Wer Rennen fährt, muss cool bleiben

Quelle: FSG - Jonas Haertl



Kühler Kopf auch dank  
kühlem Akku: Racer des  
GreenTeam Uni Stuttgart

### Herausforderung

Design einer strömungsoptimierten, ölbeständigen und feuerfesten Verteilereinheit für das Kühlsystem eines elektrischen Rennwagens

### Lösung

Additive Fertigung aus PA 2210 FR mit einer EOS P 396

### Ergebnisse

Gestaltungsfreiheit erlaubt bestmögliche Zirkulation des Kühlmediums

Bauteildesign spart Gewicht und Platz

Flammhemmender Werkstoff erfüllt Brandschutzanforderungen (UL94V-0)

Werkstoff hält aggressivem Kühlmittel stand

Kühleigenschaften steigern Renn-Performance

# Formula Student Team Uni Stuttgart fertigt Öl-Kühlung für E-Renner additiv

Rennfahrer müssen einen kühlen Kopf behalten – ihre Boliden dürfen ebenfalls nicht überhitzen. Das trifft gleichermaßen auf Rennfahrzeuge mit Verbrennungs- wie mit Elektromotor zu. Der Unterschied: Während beim kraftstoffbefeuerten Racer der Motor temperiert werden muss, ist es beim E-Renner in erster Linie der Akkumulator. Das Formula Student Team aus Stuttgart hat diese Aufgabe im wahrsten Sinn ausgezeichnet gelöst, und zwar mit einer additiv gefertigten Öl-Kühlung und Unterstützung von EOS.

## Herausforderung

Eine Batterie – wie Akkumulatoren heute genannt werden – für ein Elektro-Auto weist durchaus divenhafte Züge auf. Sie will etwa behutsam behandelt sein. Das gilt nicht nur für mechanische, sondern auch für thermische Belastungen: Zu hohe Temperaturen mag sie ebenso wenig wie zu niedrige. Der Grund hierfür liegt im Verhalten des Elektronenflusses: Ist es zu kalt, wandern die Elektronen wegen des höheren Innenwiderstands nicht schnell genug für die maximale Leistungsabgabe. Bei zu hohen Temperaturen, etwa bei langanhaltender maximaler Leistungsabgabe oder schlicht heißen Klimabedingungen, droht die Zerstörung von Membranen bzw. eine schnellere Alterung, bis hin zum sogenannten „thermal runaway“.

Um einen optimalen Arbeitsbereich zu gewährleisten, sind entsprechende Systeme nötig; flüssigkeitsbasierte haben dabei den Vorteil, dass sie die Zellen auch anwärmen können und so die Leistungsfähigkeit hoch halten – gerade im Rennsport natürlich von zentraler Bedeutung. Öl-Kühlungen bieten in Summe sehr gute Eigenschaften für die Batterie, sind jedoch in althergebrachter Bauweise nur mit hohem Aufwand zu realisieren: Die befüllte Menge soll so niedrig wie möglich gehalten werden, um Gewicht zu sparen. Zudem verringert sich so der Platzbedarf, was nicht nur

in knapp geschnittenen Rennautos eine große Rolle spielt.

„Darüber hinaus sind die Strömungseigenschaften im System wichtig, um eine hohe Durchflussrate zu erzielen“, weiß Florian Fröhlich vom Stuttgarter Formula Student GreenTeam zu berichten. „Für eine optimale Strömungsgeschwindigkeit sind mehrere Dinge erforderlich, unter anderem das passende Design und ein möglichst geringer Oberflächenwiderstand.“ Ziel der Rennmannschaft war es, dass ein Großteil der Flüssigkeit immer an den Zellflächen zirkuliert. Öl ist außerdem recht aggressiv, so dass das gewählte Material auch eine entsprechende chemische Beständigkeit aufweisen muss, gleichzeitig aber den Leichtbau-Charakter erfüllt. Hohe Feuerfestigkeit ist im Rennsport ohnehin obligatorisch.

## Lösung

Mit dieser sportlichen Technik-Wunschliste im Gepäck machte sich der Nachwuchs-Rennstall an die Arbeit. Simulationen zur numerischen Strömungsmechanik (englisch Computational Fluid Dynamics, kurz CFD) ergaben das passende Design des Kühlsystems, das aus Flussrichtern und Zufluss-Vorrichtungen aufgebaut ist. Die Geometrie wurde dabei so optimiert, dass durch die Auslässe in kompakter Bauweise

und hoher Oberflächenqualität eine gleichmäßige Strömung entsteht. Wegen der geplanten Baugeometrie und den enthaltenen Hohlstrukturen sowie natürlich einer sehr geringen Stückzahl drängte sich die additive Fertigung geradezu auf: Die erforderlichen Fluss-Eigenschaften wären mit althergebrachten Methoden nicht reproduzierbar gewesen.

Als Material für den 3D-Druck setzte das Team auf das flammhemmende PA 2210 FR. Das aggressive Kühlmittel kann ihm nichts anhaben, so dass keine Teilchen herausgelöst werden und das System verstopfen können.

## Kurzprofil

Das GreenTeam Uni Stuttgart e. V. wurde 2009 gegründet und besteht derzeit aus ca. 65 Studierenden unterschiedlichster Studiengänge. Das GreenTeam kann auf eine erfolgreiche Vergangenheit blicken. Seit 2010 steht das Team ununterbrochen in den Top 10 der Weltrangliste der Elektro-Rennwagen.

Weitere Informationen  
[www.greenteam-stuttgart.de](http://www.greenteam-stuttgart.de)

Außerdem ist es nicht leitfähig und erfüllt die geforderten Ansprüche hinsichtlich Nichtentflammbarkeit. Der eigentliche Herstellungsvorgang fand auf einer EOS P 396 statt, einem System zur Herstellung hochwertiger Kunststoffteile. Vor der Produktion hatte das Team noch einige Tests durchgeführt, ehe dann die CAD-Daten übermittelt worden waren. Der Produktionsvorgang war, wie bei der additiven Fertigung üblich, innerhalb kürzester Zeit erledigt. „Die Fertigung lief absolut reibungslos und das Material hielt, was es versprach. Wir konnten unsere Lösung wie geplant in ein belastbares und funktionierendes echtes Bauteil überführen, und das innerhalb kürzester Zeit“, erläutert Florian Fröhlich vom GreenTeam. „Die Möglichkeit, quasi eine passende Struktur um den idealen Strömungskanal herum zu entwickeln, ist für einen Motorsportler einfach perfekt. Und ich weiß schon jetzt, dass ich diese Erfahrungen in mein Berufsleben tragen werde, wo immer es geht. Denn die Ergebnisse überzeugen einfach.“

## Ergebnisse

Dass die Resultate passen, belegen auch entsprechende Zahlen. Wie oben angesprochen, werden die Batterien zur Stromversorgung des Rennautos sehr heiß, wenn dauerhaft viel Leistung abgerufen wird. Mit dem optimierten Kühlsystem kann das GreenTeam nun die möglichen 80 kW Maximalleistung das ganze Rennen über zu jeder Zeit abrufen. Darüber hinaus kann die

„Die additive Fertigung empfinde ich als revolutionäre Möglichkeit, Ideen in die Realität zu überführen. Für einen Ingenieur ist es wie ein Traum: Von der optimalen Struktur her zu denken und bei deren Bau keine Kompromisse bei der Formgebung eingehen zu müssen... Wir werden noch etwas brauchen, bis wir die unglaublichen Möglichkeiten des 3D-Drucks in allen Facetten optimal in die Industrie bringen können. Ich bin stolz, dazu ein wenig beizutragen.“

Florian Fröhlich, GreenTeam Uni Stuttgart e. V.

Lösung zu Rennbeginn das Batteriepaket auch auf bis zu 45 Grad Celsius vorwärmen, so dass diese Power ab der ersten Runde zur Verfügung steht. Auf diese Weise entsteht für die Rennmannschaft ein signifikanter Performance-Vorteil. Außerdem zählen für Top-Leistungen auf dem Rundkurs jedes Gramm Gewicht sowie im Wagen jeder Kubikzentimeter Platz. Und auch davon konnten einige eingespart werden, denn das Gesamtsystem ohne Pumpe, Schläuche und Öl bringt nur schmale 225 Gramm auf die Waage; eine zusätzliche feuerfeste Imprägnierung ist dabei bereits enthalten. Darüber hinaus ließ sich nur so der knappe Raum in der Energie-Einheit ideal ausnutzen, um das verwendete Kühlmedium Öl in der idealen Menge

einfüllen zu können – so ist ein dauerhaftes Ölbad gewährleistet. „Wir konnten unser Kühlsystem reibungslos einbauen. Der flammhemmende Werkstoff erfüllt die Brandschutzanforderungen nach UL94V-0. Mit den Ergebnissen sind wir sehr zufrieden. Das System funktioniert so, wie wir uns das vorgestellt haben. Die additive Fertigung ist aus unserer Sicht die einzige Technologie, mit der unser Bauteil zu produzieren war“, fasst Florian Fröhlich vom GreenTeam zusammen. Das zahlt sich auch auf die Rennergebnisse aus: Seit 2010 steht das Team ununterbrochen in den Top 10 der Weltrangliste der Elektrowagen. Mit dem Innovationshunger der Studierenden und überzeugenden Technologien wird das so bleiben.



Ein komplexes Batteriesystem erfordert eine leistungsstarke Wärmeabfuhr – kein Problem dank additiver Fertigung (Quelle: GreenTeam Uni Stuttgart)

#### Hauptsitz

EOS GmbH  
Electro Optical Systems  
Robert-Stirling-Ring 1  
D-82152 Krailling bei München  
Deutschland  
Tel.: +49 89 893 36-0  
info@eos.info

[www.eos.info](http://www.eos.info)

**in** EOS

 EOSGmbH

 EOS.global

 EOSGmbH

#ShapingFuture

#### Niederlassungen

EOS China & Taiwan  
Tel.: +86 21 602 307 00

EOS Frankreich  
Tel.: +33 437 497 676

EOS Indien  
Tel.: +91 443 964 8000

EOS Italien  
Tel.: +39 023 340 1659

EOS Japan  
Tel.: +81 45 670 0250

EOS Korea  
Tel.: +82 2 6330 5800

EOS Nordische Länder & Baltikum  
Tel.: +46 31 760 4640

EOS Nordamerika  
Tel.: +1 877 388 7916

EOS Singapur  
Tel.: +65 6430 0463

EOS Vereinigtes Königreich  
Tel.: +44 1926 675 110

Stand 01/2020. Technische Änderungen vorbehalten. EOS ist nach ISO 9001 zertifiziert.  
EOS® ist ein eingetragenes Warenzeichen der EOS GmbH in einigen Ländern.  
Weitere Informationen unter [www.eos.info/trademarks](http://www.eos.info/trademarks).

