

Fakten

Herausforderung

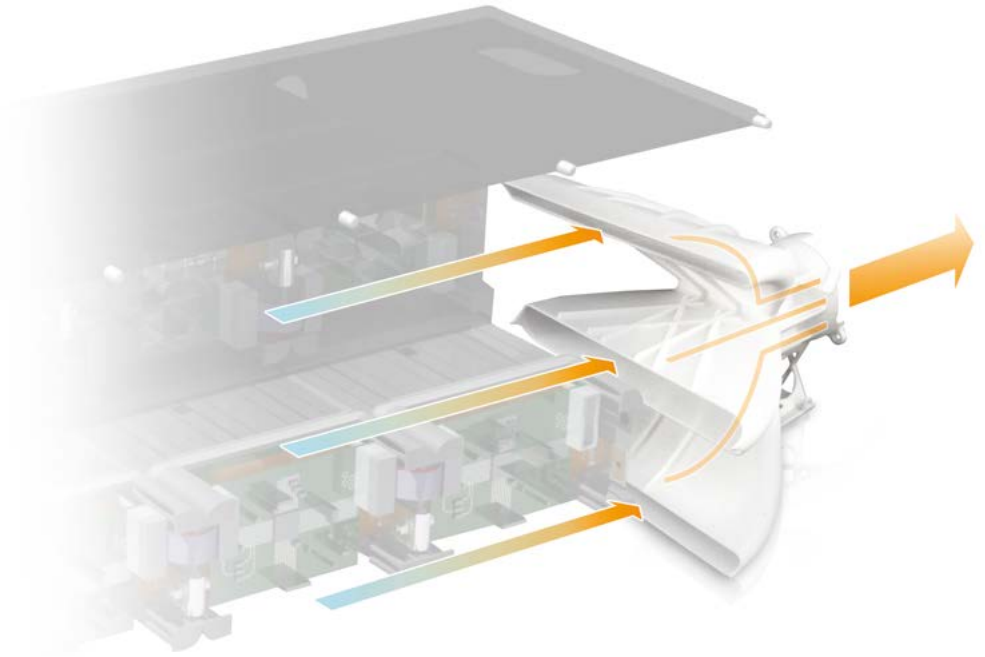
Bau einer leistungsstarken Kühleinheit für ein Formel-Elektroauto, die in den Batteriecontainer des Wagens integriert ist.

Lösung

Additive Fertigung eines Bauteils zur Kühlluftabfuhr mit der EOS P 396.

Ergebnisse

- Leicht: Reduktion des Bauteilgewichts um 80 % auf 77 g
- Funktional: Design ermöglicht schnelle Wartung sicherheitsrelevanter Teile
- Leistungsstark: weit mehr als doppelt so viel Kühlleistung im Vergleich zum Vorjahreswagen



Das komplexe und leichte Bauteil für die Kühlluftabfuhr konnte die Temperatur im Innern des Containers von 80 °C in der Spitze auf 50 °C reduzieren. Damit stieg die Kühlleistung um über 100 % (Quelle: DHBW Engineering Stuttgart).

Jede Menge Power: additiv gefertigte Kühlung
für Formula Student-Rennwagen

Studentische Rennserie besticht durch Innovation im Bereich Elektroantrieb

Kurzprofil

Die Duale Hochschule Baden-Württemberg ist Träger des Vereins DHBW Engineering Stuttgart e.V., der jedes Jahr ein neues Rennteam für die Teilnahme an der Formula Student Electric stellt.

Verschiedene Projektteams bauen dabei unter den Vorgaben der Serie für jede Saison einen Rennwagen.

Weitere Informationen

www.dhbw-engineering.de

Enzo Ferrari, Ferry Porsche, Ferruccio Lamborghini – sie alle bauten ihre Sportwagen selbst, weil sie ihr Wunschfahrzeug nicht finden konnten. Diesen Traum dürfen sich jedes Jahr auch die Teilnehmer der Formula Student erfüllen: den eigenen Renner an den Start bringen. Zeitgemäß ist dabei der Fokus auf dem Elektroantrieb: Der eSleek14 des Teams DHBW Engineering Stuttgart verfügt über zwei Elektromotoren mit je 60 PS Leistung. Der Strom für den Flitzer stammt aus Akkus, die seitlich im Fahrzeug befestigt sind. Den Bau des Luftkühlungssystems unterstützte EOS als Experte für Additive Fertigung.

Herausforderung

Die Antriebseinheit eines Fahrzeugs mit Elektromotor ist eine komplexe Konstruktion. Zwar ist der eigentliche Antriebsstrang einfacher gestrickt als bei konventionellen Verbrennern, diesem Vorteil stehen jedoch die aufwändiger zu integrierenden Energiespeicher gegenüber. Beim eSleek14 bestehen diese aus Lithium-Polymer-Zellen. Die 24 Module haben eine Gesamtkapazität von 6,7 kWh. Dieses Kraftpaket ist in einem Batteriegehäuse aus glasfaserverstärktem

Kunststoff in Sandwichbauweise untergebracht. Ein eigenes Batteriemanagementsystem (BMS) steuert das Laden und Entladen der einzelnen Akkus.

Aufgrund der Zellchemie sind die verwendeten Lithium-Ionen-Akkus grundsätzlich entflammbar. Der physikalische Schutz der in Packs zusammengelegten Zellen muss darum ebenso gewährleistet sein wie eine zuverlässige Belüftung des Systems. Denn neben Beschädigung kann auch

Überhitzen zu Brandentwicklung führen. In Verbindung mit dem BMS gilt es daher die Wärmeentwicklung unter Kontrolle zu halten. Gleichzeitig garantiert die optimierte Wärmeabfuhr damit auch eine möglichst hohe Leistung der Energieversorgung und damit der Energiebereitstellung für den E-Antrieb.

Ein weiterer, stets präsenter Aspekt bei der Entwicklung: ein niedriges Gewicht der einzelnen Bauteile. Folglich muss die Batterieeinheit so klein und dicht wie möglich gepackt sein, um volle Power bei wenig Platzverbrauch zu garantieren; andererseits muss eine definierte Reichweite sichergestellt sein – die sprichwörtliche Quadratur des Kreises. Vor dieser Herausforderung standen auch die Konstrukteure des eSleek14. Ihre Entwicklung musste überdies den Craschanforderungen der Formel-Serie entsprechen.



Schnell und zuverlässig: Der Rennwagen mit additiv gefertigter Luftführung in der Batterie erzielte bei Formula Student-Wettbewerben in Deutschland und Spanien beste Platzierungen (Quelle: Formula Student Germany).

Lösung

Die Konstruktion des gesamten Batteriesystems erfolgte demnach

so, dass mechanischer und elektrischer Schutz sowie optimale Kühlung gewährleistet sind. Drei durchgehende Kanäle stellen die Be- und Entlüftung des Stromspeichers durch den ein- und ausströmenden Fahrtwind sicher. Die Kühlluft tritt dabei von vorn ein, verteilt sich über drei Kanäle entlang der Zellen, wird mit einem Krümmer auf einen Kanal zusammengeführt und von einem Radiallüfter nach hinten oben ausgeblasen – ein technisches Meisterwerk der Konstrukteure.

Solche Bauelemente sind jedoch nicht von der Stange erhältlich. Additive Fertigungsverfahren bieten sich daher in diesem Umfeld besonders an, wie David Köhler bestätigt, der als Konstrukteur der Batterie für den 2013er/2014er Wagen auch das Kühlkonzept des Hochvolt-Speichers verantwortete: „Wir haben uns dazu entschlossen, die Kühlluftabfuhr additiv herzustellen und hatten dank der EOS-Technologie völlige Designfreiheit. Das Spritzgussverfahren lohnt sich bei derart geringen Stückzahlen nicht, und wir hätten zudem Änderungen an der Konstruktion durchführen müssen.“ Um die Vorteile der Additiven Fertigung bestmöglich einzusetzen, hat EOS die Teams wie in den Jahren zuvor auch für die Saison 2013/2014 geschult.

Bei der Entwicklung des Batteriecontainers ließen sich nicht nur die Kühlkanäle zwischen den einzelnen Modulen realisieren, sondern auch eine Kühlluftabfuhr, die die Luft am Ende des Containers optimal nach außen leitet. Um die strengen intern gesetzten Ziele für das Gewicht zu erreichen, wählte die Mannschaft das leichte Feinpolyamid PA 2200 als Material. Der Werkstoff zeichnet sich durch hohe Steifigkeit und gute Wärmeleitfähigkeit aus – perfekte Eigenschaften für den Renneinsatz.

Ergebnisse

Die Luftführung wurde mit der EOS P 396 produziert, indem ein Laserstrahl den pulverförmigen Werkstoff Schicht für Schicht zum fertigen Bauteil verschmolz. Intensive Komponenten- und Gesamttests am Fahrzeug hatten gezeigt, dass die Konstruktion alle Vorgaben für die Sicherheit erfüllt. Der erfolgreiche Einsatz im Auto folgte. Das Gewicht überzeugte ebenfalls: Nur 77 g wiegt das Bauteil für die Kühlluftabfuhr. Welche Rolle jedes Gramm spielt, zeigt folgendes Beispiel: Die lediglich 180 kg Gesamtgewicht des eSleek14 bedeuten ein Leistungsgewicht von nur 1,5 kg/PS – bei einem Porsche 911 GT2 in der Straßenversion musste zum Vergleich jedes PS 3 kg bewegen.

Das Team hat die Kühlleistung deutlich über 100 % gesteigert. Insgesamt sank die Temperatur im Innern des Batteriecontainers so von 80 °C in der Spitze auf 50 °C. Die Verteilung ist darüber hinaus wesentlich gleichmäßiger. Dass bei der Wärmeabfuhr nichts anbrennt, zeigten auch die Ergebnisse des Rennteams am Hockenheimring: Nach einem Schock – Disqualifikation im Beschleunigungstest wegen zu hoher (!) Leistung – spielte das Team im Ausdauer- und Effizienzwettbewerb seine Stärken aus und erreichte jeweils einen starken 4. Platz. Im Gesamtergebnis reichte es trotz Disqualifikation noch für Rang 7. Dass der Wagen nicht nur schnell, sondern auch zuverlässig und effizient ist, zeigte ein weiteres Rennen in Barcelona. „Wir haben mit der vertretenen Weltspitze mitgehalten: Nach Barcelona und Hockenheim waren wir in den Top Ten der Weltrangliste“, fasst Köhler stolz zusammen.

Beachtenswert sind außerdem die langfristigen Ergebnisse, die in den kommenden Jahren erkennbar werden: Als Ausbildungs-Rennserie für junge Ingenieure hat die Formula Student einen unschätzbaren Wert. „Wir legen heute den Grundstein für die Innovationen von morgen“, ist sich auch Nikolai Zaepernick sicher, der als Leiter

Strategie und Business Development bei EOS tätig ist. „Wir haben uns bewusst dazu entschlossen, beim Bau der Kühleinheit mitzuwirken: Diese Art der Anwendung hat das größte Potenzial, auch in straßen zugelassenen Elektroautos eingesetzt zu werden.“

„Das Fachwissen und die Technologie von EOS haben sehr dabei geholfen, unseren elektrisch angetriebenen Rennwagen eSleek14 auf die Rennstrecke zu bringen und damit gute Zeiten zu fahren. Die Vorteile der Additiven Fertigung überzeugen: Das Gewicht ist gering, die Umsetzung der Ideen ist schnell und zudem bei geringsten Stückzahlen möglich. Aufgrund der verfügbaren Materialien kommt auch die Sicherheit nicht zu kurz. Dank der Instruktionen von EOS konnten wir das Maximum aus dem Verfahren herausholen – und uns damit auf der Piste beweisen.“

David Köhler, stellvertretender Leiter der Batterieentwicklung des Rennteams 2013/2014

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 Greater China
Tel.: +86 21 602307 00

EOS India
Tel.: +91 44 39 64 80 00

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

EOS Korea
Tel.: +82 2 6330 5800

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

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

EOS Singapore
Tel.: +65 6430 0463

EOS UK
Tel.: +44 1926 67 51 10

www.eos.info • info@eos.info

Think the impossible. You can get it.

