Anwendungsbericht:
Nutzung von lasergesinterten Bauteilen in einem Formula Student Rennwagen

Elefant Racing e.V.

Formula Student

Elefant Racing e.V. ist ein studentisches Team, das jährlich im Rahmen des internationalen Konstruktionswettbewerbes Formula Student innerhalb eines Jahres einen Rennwagen von Grund auf konzipiert, konstruiert, gefertigt und schließlich getestet. In den Sommermonaten wird mit dem entwickelten Fahrzeug an mehreren international ausgetragenen Events teilgenommen, bei denen nicht nur die Fahrleistungen in die Wertung einfließen, sondern auch statische Disziplinen wie ein Design Pitch oder ein Business Plan.

Abbildung 1: Rendering des Rennwagens „FR20 Ragnarök“

In der Formula Student gibt es 3 Fahrzeugklassen: Verbrennerfahrzeuge, elektrisch betriebene Fahrzeuge und autonome Fahrzeuge. Elefant Racing ist seit 2011 im elektrischen Bereich aktiv und hat über die Jahre seine Fahrzeuge stets weiterentwickelt. So hat das Team seit Beginn der Entwicklung, wegen der Covid-19 Pandemie einen verlängerten Entwicklungszeitraum, der von 12 Monaten auf 24 Monate angewachsen ist. Im Herbst 2019 sind folgende Änderungen vorgenommen:

- Integration eines autonomen Systems
  - Aktuatoren
    - Elektrische Lenkung
    - Hydraulisches Notbremssystem (redundant)
    - (Beschleunigen und normales bremsen erfolgt mit den Elektromotoren)
  - Sensoren
    - Dual Antenna RTK GNSS
    - Geschwindigkeitssensor
    - Verschiedene Kamerasysteme
  - Weiteres
    - Zentrale Recheneinheit zum Verarbeiten aller Daten
- Neu simuliertes Aerodynamik Paket
- Akkukasten aus feuerfesten CFK (statt Stahl)
- Geändertes Dämpfsystem
- Integration Torque Vectoring
- Neuer Kühlmantel für die Elektromotoren
- DCDC
- Neues Akkukonzept

Die Events im Jahr 2020 sind aus oben genannten Gründen abgesagt worden. Wir hatten uns jedoch z.B. als 1. von 344. Teilnehmern bei der Formula Student Germany qualifiziert.

Für die Events 2021 haben wir uns für die Events in der Schweiz, Ungarn und Deutschland qualifiziert. Bei der Registrierung für das Event in Ungarn waren wir 1. Platz von 150 Teilnehmern. Außerdem wird dieses Event das erste Event sein, bei dem wir Driverless fahren werden.

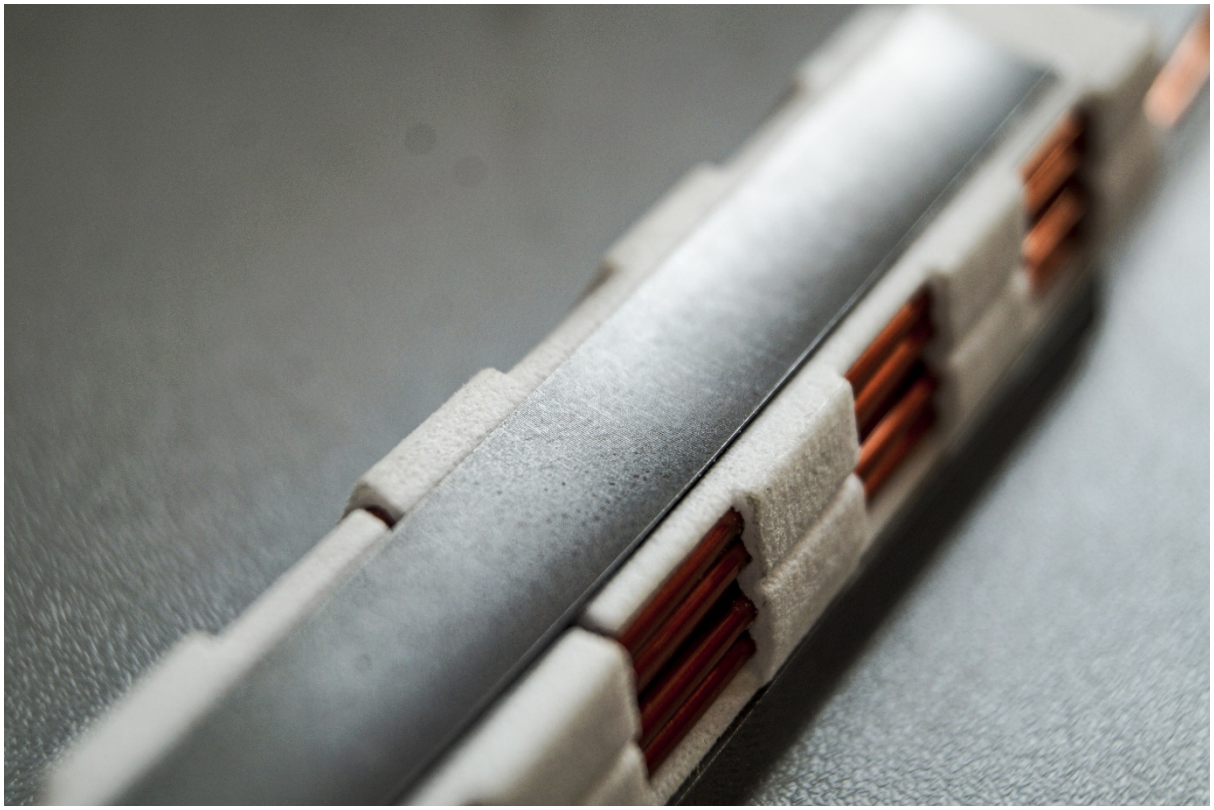
Anforderungen an die Bauteile und Auswahl des Verfahrens

Bereits in den vergangenen Jahren haben wir gesinterte Teile in unseren Autos eingesetzt, meist für mechanisch gering belastete Bauteile. Dazu zählen wir Bauteile für Luftkühlung oder Bedientafeln, sowie zur elektrischen Isolation von Komponenten. Teilweise wurden aber auch Griffe und Halterungen gedruckt, die entsprechend stabiler ausgelegt worden sind.

Bei fast jedem Bauteil ist die geometrische Freiheit für uns von Bedeutung gewesen, um Anpassungen an den Rennwagen treffen zu können – jedoch bei minimalen Stückzahlen. Diese beiden Punkte sprechen für die Entscheidung ein Verfahren der additiven Fertigung zu wählen. Spritzguss ist für uns keine Option gewesen, da sich die benötigen Formen und der damit verbundene Aufwand erst bei höheren Losgrößen lohnen würde. Das bekannte Verfahren des „Fused Model Layering“ (FML) erschien uns dabei jedoch meist unzureichend, da Lücken im Material und Verzug des Bauteils auftreten können, sowie die Bindung der einzelnen Schichten zueinander nicht immer zuverlässig ist. Deshalb sind wir zu dem Schluss gekommen uns für das „Selektive Laser-Sinter“-Verfahren (SLS) zu entscheiden. Dieses kann durch ausreichend hohe Präzision, einer Vielzahl an Pulver-Materialen und einfacher Herstellung von Teilen punkten.

Die cirp GmbH hat uns ebenfalls schon in vorherigen Saisons, wie z.B. 2016/2017, sowie 2018/2019 unterstützt und ist bereit gewesen unseren Verein erneut zu sponsoren. In der Vergangenheit konnten wir viele positive Erfahrungen mit den gefertigten Produkten sammeln, wodurch wir weiterhin an unserer Entscheidung festhalten. Um die aktuelle Zusammenarbeit zu veranschaulichen, folgt eine Übersicht über die gefertigten Bauteile.

ISOLATIONSTEILE RADNABENMOTOR

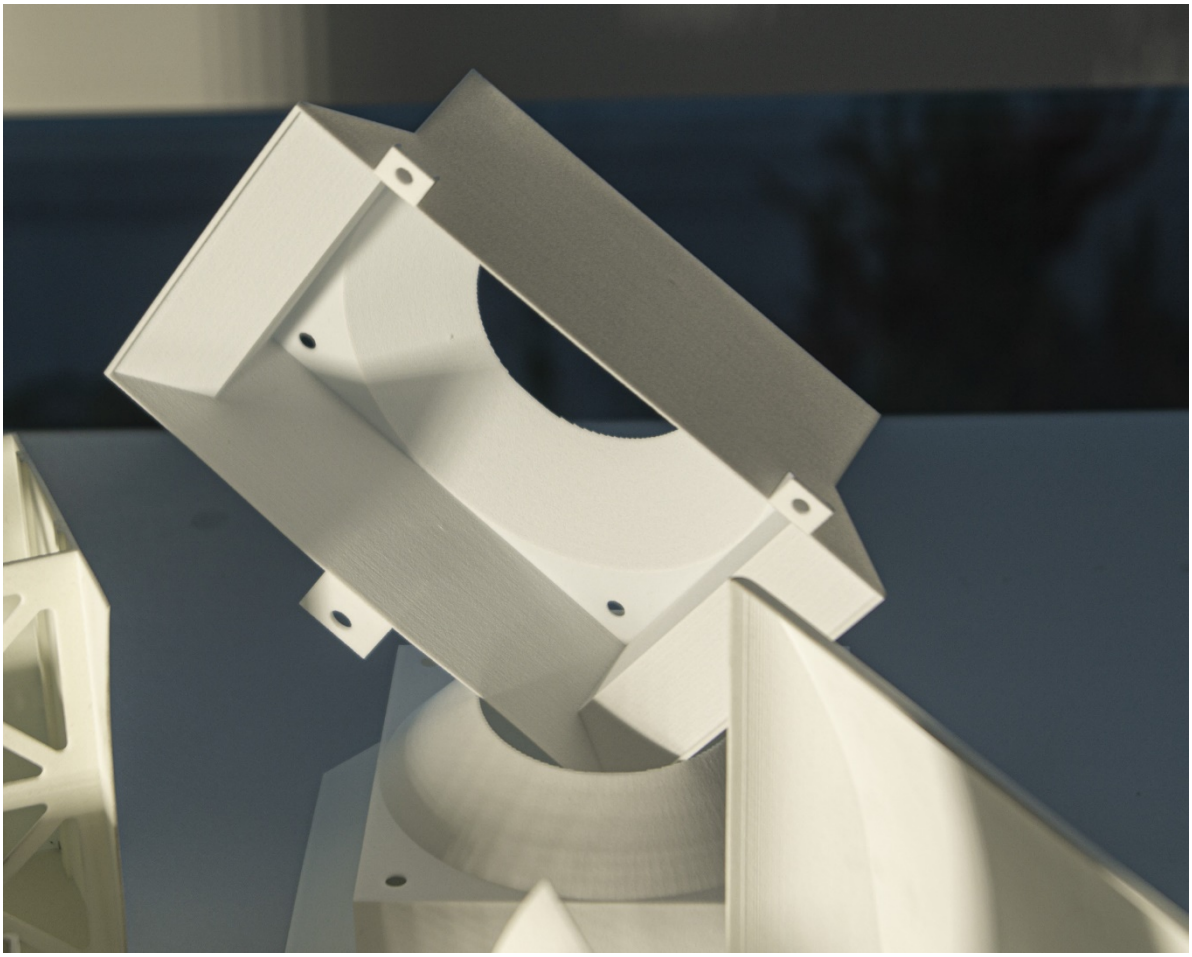


- PA-Isolationsteile zwischen Motorwicklungen und Blechpaket
- Leicht und Temperaturstabil
- Dünne Geometriefeatures fertigbar
- Elektrisch isolierend

Daten zum Motor:

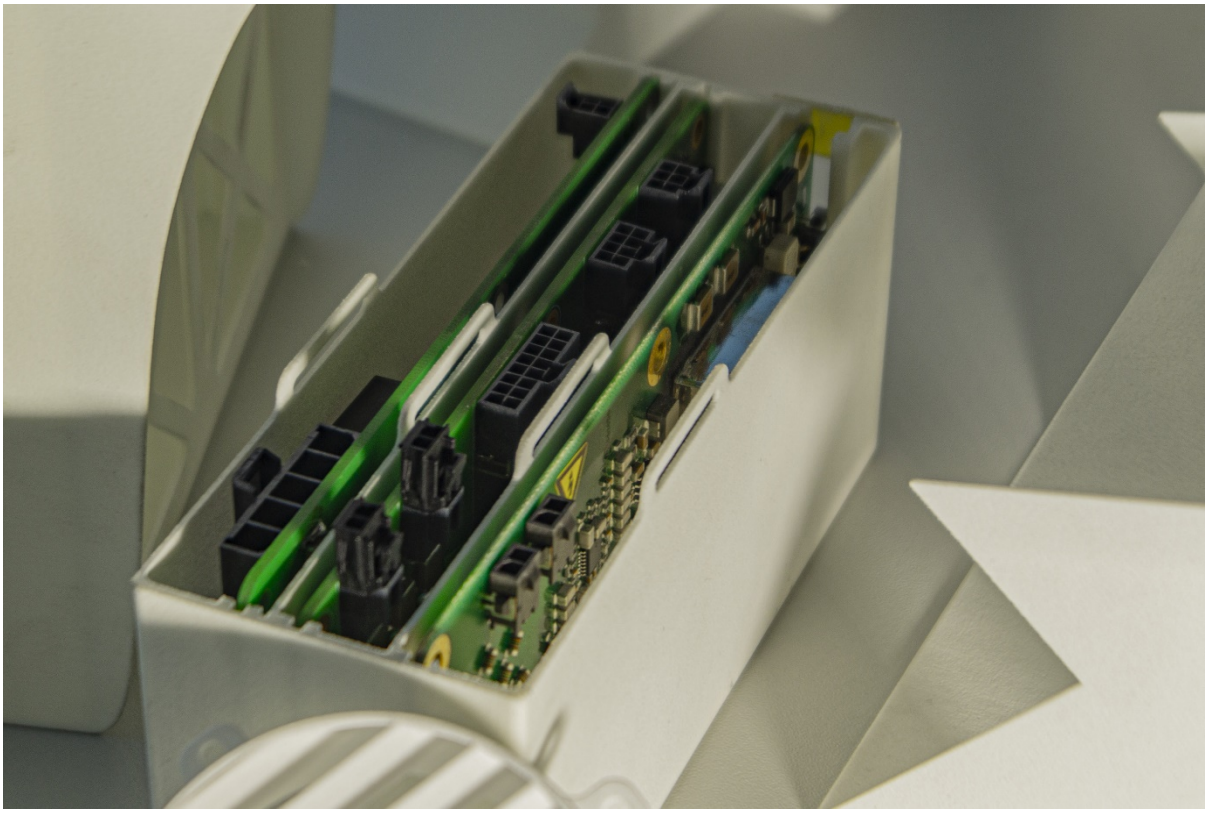
- 4 Radnabenmotoren
- Je 30 kW, 30 Nm, 18000 1/min
- Je ca. 4 kg
- Selbst entwickelt und Fertigung der zweiten Generation für FR20

LUFTLEITELEMENTE



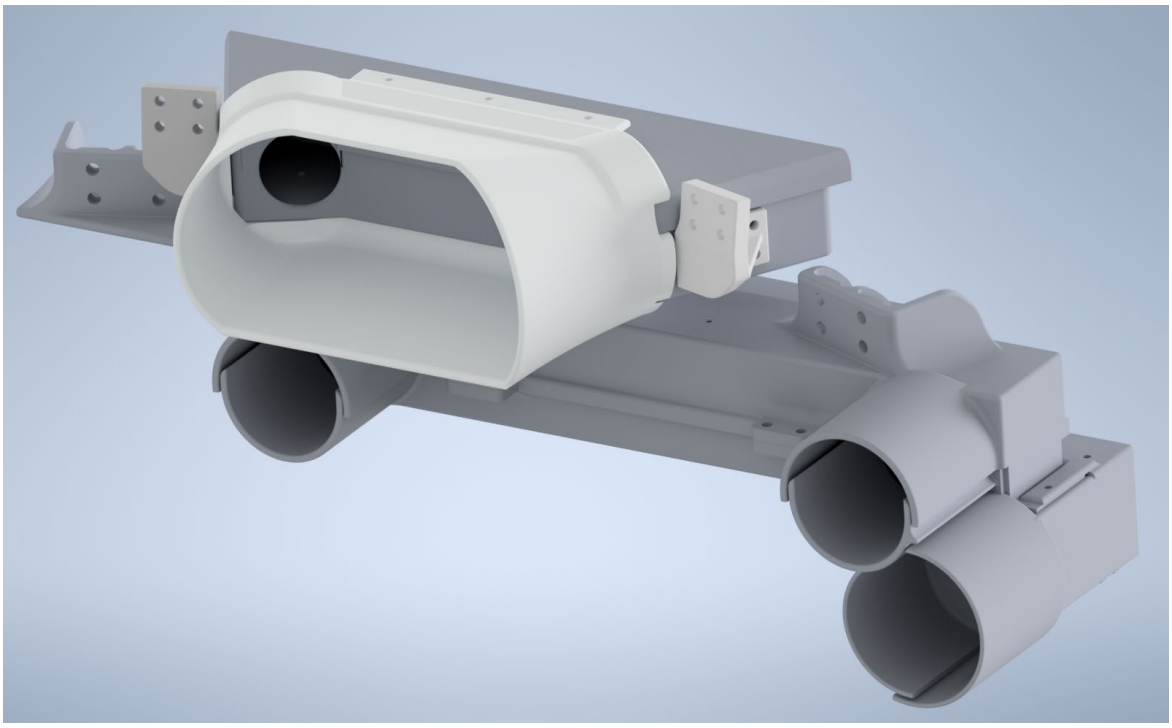
- Einsatz im HV-Akku
- Vorteile der SLS-Teile sind geringes Gewicht und eine dünne Wandstärken
- Zudem ist die Stabilität, die elektrische Isolation und die Temperaturbeständigkeit gesichert
- Nutzen: Führung von Kühlluft durch Akku inklusive Regenschutzes
- Komplexe Geometrie fertigbar und daher perfekt für den Einsatz

GEHÄUSE



- Einsatz ebenso im Akku, da die Temperaturbeständigkeit enorm wichtig ist

KAMERAGEHÄUSE



- Komplexe Geometrien zur optimalen Anpassung an die Kameras und Objektive
- Optimal da eine leichte und kompakte Bauweise erreichbar ist
- Kameragehäuse für vier Kameras
  - zwei Nahkameras (oben)
  - eine 3-D Stereo Kamera (mitte)
  - eine Fernkamera (unten)
- Nutzen:
  - Regenschutz und Verbindung der Kameras zueinander
  - Halterung der Kameras zur Befestigung am Auto (Mainhoop)
  - Entscheidenes Bauteil zur Sicherung der Streckenerkennung, damit das autonome Fahren während des Wettkampfes möglich ist

Zusammenarbeit mit der cirp GmbH

Die Kommunikation mit unserem Sponsor hat über das gesamte Projekt hinweg unkompliziert stattgefunden. Die Einigung auf bestimmte Bauteile, die wir von unserem großzügigen Sponsor erhalten haben, ist reibungslos verlaufen. Die Bauteile sind spätestens zwei Wochen nach Produktionsbeginn bei uns angeliefert worden.

Wir haben unsere Bauteile in mehreren Etappen fertigen lassen, da wir diese zu unterschiedlichen Zeitpunkten in unserem Projekt benötigt haben und konnten somit ohne Verzögerungen an unserem Fahrzeug weiterarbeiten. Diese Agilität hat es uns zudem erlaubt auch nach dem eigentlichen Konstruktionsprozess noch Verbesserungen bzw. Anpassungen an den entsprechenden Bauteilen vorzunehmen. Diese Freiheit ist für uns als agiles Team ebenfalls von größerer Bedeutung gewesen und wir haben davon auch reichlich profitiert.

Zusammenfassung

Im Nachhinein sind wir mit unserer Entscheidung für das Fertigungsverfahren und für die cirp GmbH sehr zufrieden. Die Bauteile sind nach unseren Vorstellungen gefertigt worden und haben die von uns gestellten Anforderungen vollkommen erfüllt. Dies liegt einerseits an den bereits gesammelten Erfahrungen mit gesinterten Bauteilen aus vorherigen Saisons und an dem SLS Verfahren.

Wir konnten den Rennwagen durch die angefertigten Bauteile noch weiter anpassen und Punkte bei der Luftkühlung, dem Lenkrad und anderen Komponenten verbessern. Wir hoffen auf eine erfolgreiche Saison und eine weiterhin erfolgreiche Zusammenarbeit mit der cirp GmbH. Das ganze Team bedankt sich selbstverständlich für die Zeit und Mühe der engagierten Mitarbeiter der cirp GmbH.

Team Elefant Racing mit dem „FR19 Loki“