

MIT SIMULATION ZUM RENNBOLIDEN

Das kroatische FSB-Rennteam entwickelt seit 2003 Rennboliden für die Formula Student. Hier mehr zum Entwicklungsprozess des Antriebsstrangs eines aktuellen elektrisch betriebenen Wettbewerbsfahrzeugs.

» VON CENGIZ YILMAZ UND DOMAGOJ MARINOVIĆ

Das FSB Racing Team ist ein Studentenprojekt, das unter dem kroatischen Studentenverband der technischen Fakultäten arbeitet. Das Team wurde 2003 an der Fakultät für Maschinenbau und Schiffsarchitektur der Universität Zagreb gegründet und hat die Aufgabe, einen Formel-1-ähnlichen einsitzigen Rennwagen zu entwerfen, zu entwickeln und herzustellen, der an den Wettbewerben der Formula Student teilnehmen soll. Heute ist es eines der größten Studentenprojekte in ganz Kroatien, an dem über 100 Studenten teilnehmen.

In den letzten 18 Jahren hat das Team 9 Rennwagen gebaut und ist durch ganz Europa gereist, um an vielen jährlichen Formula-Student-Wettbewerben teilzunehmen. Jedes Projekt stellt die Studenten dabei vor neue Herausforderungen. Es ist ein langer und mühsamer Prozess von den ersten Konzepten und Meilensteinen bis hin zur erfolgreichen Herstellung und Montage der einzelnen Komponenten und schließlich der fertigen Fahrzeuge. Dabei wird jedes Bauteil von



Mit dem 2019 vorgestellten RT06R Vulpes entwickelt das FSB-Racing-Team heute auch einen elektrisch betriebenen Rennwagen stetig weiter.

Bild: FSB-Rennteam

— DIE BERECHNUNGSWARE HAT SICH BEIM FSB-RENNTTEAM ALS ENTSCHEIDENDES WERKZEUG BEI DER GETRIEBEENTWICKLUNG ERWIESEN. —

Studenten entworfen und entwickelt und einige werden sogar selbst hergestellt.

Jedes Team-Mitglied trägt mit seinem Wissen, seiner Arbeit, seiner Zeit und seinem Engagement zum gemeinsamen Ziel des Teams bei, das darin besteht, das Projekt abzuschließen, ein Fahrzeug auf die Rennstrecke zu bringen, sich mit konkurrierenden Teams im eigenen Land, der Region und der ganzen Welt zu messen. Zudem sammeln die Studenten un-

schätzbare praktische Erfahrungen für ihre spätere Karriere.

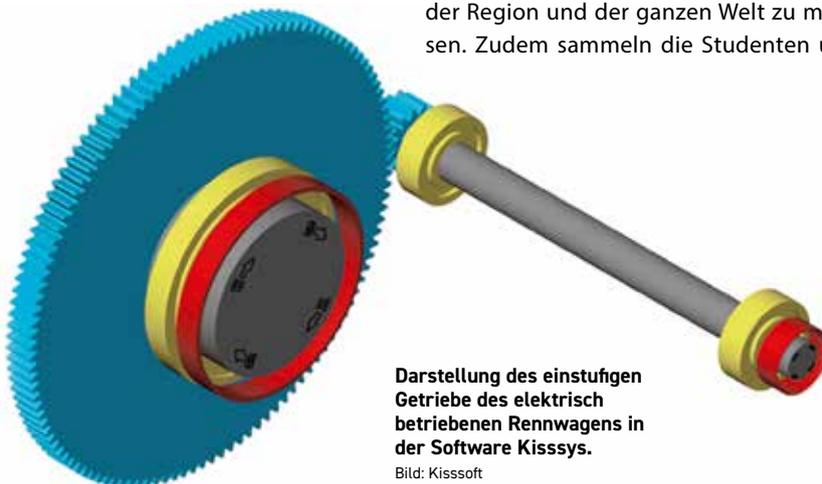
Elektromobilität und autonomes Fahren

In jüngster Zeit entwickelt das FSB-Rennteam auch elektrische Rennfahrzeuge. Die letzten Jahre waren geprägt durch das Projekt RT06 Vulpes. „Vulpes“ wurde 2019 Mal vorgestellt. Ein Redesign des Fahrzeugs auf Basis des gleichen Chassis wurde im Jahr 2021 als VulpesR präsentiert. Eines der aktuellen Projekte ist es, diesen elektrischen Rennwagen zum ersten kroatischen fahrerlosen Auto weiterzuentwickeln.

Den Antriebsstrang auslegen

Die Hauptaufgabe des Teilteams „Antriebsstrang“ ist die Entwicklung eines mechanischen Getriebes für das Fahrzeug. Das Getriebe wurde in einem iterativen Verbesserungsprozess entworfen, um den effizientesten Weg zur Übertragung des Drehmoments von den Motoren zu den Rädern zu finden. Auf einen Prozess zur Konzeptauswahl folgten Berechnung, Dimensionierung, Detaillierung, Optimierung und schließlich die Beschaffung von Standardteilen, die Herstellung von Nicht-Standardteilen sowie die Montage und Prüfung.

In der Konzeptfindung des Antriebsstrangs haben die Studenten verschiedene Konzepte und Zeichnungen er-



Darstellung des einstufigen Getriebe des elektrisch betriebenen Rennwagens in der Software Kisssoft.

Bild: Kisssoft

NEWS LETTER

öffnen

AUGEN



Rendering des
einstufigen Getriebes.

Bild: FSB-Rennteam



Explosionsdarstellung
des Getriebes.

Bild: FSB-Rennteam

stellt, wobei Sie das System in funktionale Strukturen zerlegt haben. Die ersten Berechnungen und die grobe Dimensionierung der Kraftübertragungselemente wurden mit Python-Code und Excel-Tools durchgeführt. Für die weitergehende Dimensionierung wurde jedoch eine spezifische Berechnungssoftware benötigt.

Unterstützung durch Simulations-Software

Für diese Feindimensionierungen des Antriebstrangs und die Kontrollberechnungen nutzte das FSB-Rennteam ein Programmpaket des Unternehmens Kisssoft. Es liefert Berechnungsprogramme, die sich durch ihren modularen Aufbau die Entwicklung von Industrie- und Fahrzeuggetrieben ebenso unterstützt, wie die Herstellung von Lagern und Verzahnungen. Die Anwender kommen aus der Feinwerktechnik, der Kunststoffindustrie, dem Turbogetriebebau, der Windkraftindustrie, dem Schiffbau und vielen weiteren Sparten. Beim FSB-Rennteam umfassen unter Verwendung der verfügbaren Werkstoffe und Schmierstoffe die Berechnungen Auswertungen der Festigkeit mit Lastkollektiven und vielen weiteren Faktoren den Antriebsstrang betreffend.

Nach der ersten Dimensionierung wurde das System in mehreren Iterationen feindimensioniert. Dabei haben sich die Berechnungswerkzeuge von Kisssoft bei der Auslegung von Zahnradern, Wellen und Lagern als sehr nützlich erwiesen. Die ersten Berechnungen dienten dazu, die Realisierbarkeit des Getriebekonzepts zu beweisen. In weiteren Berechnungsschleifen haben die Studenten die Übertragungseigenschaften der Zahneingriffe innerhalb

des Antriebsstrangs zusätzlich optimiert. In der letzten Iteration wurden die Auslegungen in Kontrollrechnungen bestätigt. Es folgten interne Berichte, die den Ablauf der Berechnung detailliert beschreiben und die Berechnungsergebnisse darstellen. Diese Ergebnisse dienen gleichzeitig auch der Validierung der FEM-Berechnungen.

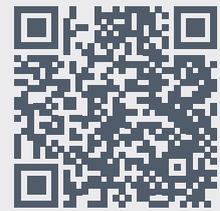
Eine weitere Anwendung der eingesetzten Berechnungssoftware ist die Vorhersage der Effizienz und der thermischen Eigenschaften von Getrieben. Aber auch bei der Herstellung, ist das Tool eine große Hilfe. Dabei kann es die Daten für die technische Dokumentation liefern und CAD-Geometrien generieren, welche für die CNC-Bearbeitung und für strukturelle Simulationen verwendet werden können.

Fazit

Die Kisssoft-Software hat sich beim FSB-Rennteam als entscheidendes Werkzeug bei der Getriebeentwicklung erwiesen. Von der Konzeptbewertung und Dimensionierung bis hin zu den Kontrollberechnungen und der Fertigung. Der detaillierte Berechnungsprozess ermöglichte es den Studenten, die angestrebten Lastzyklen und die erforderliche Lebensdauer der Getriebebauteile zu erreichen. « JBI

M.Sc. Cengiz Yilmaz ist Produktmanager bei der Kisssoft AG, Schweiz.

Domagoj Marinović ist Head of Drivetrain beim FSB Racing Team der Universität Zagreb, Kroatien.



Sichern Sie sich jetzt
Ihren wöchentlichen kostenfreien
Redaktionsbrief!

[www.digital-engineering-magazin.de/
newsletter](http://www.digital-engineering-magazin.de/newsletter)

DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

**WIN
VERLAG**