

# NEWSLETTER



## THEMEN:

>01

### AKTUELLES

Aktuelle Themen sowie vergangene und zukünftig auf uns zukommende Ereignisse.

>02

### NEUANKÖMMLINGE IN DER WERKSTATT

Kurze Vorstellung der Bauteile, welche im letzten Monat in der Werkstatt eintrafen.

>03

### CASE STUDY: INVERTER

Inverterkonzept für unser erstes Allradfahrzeug

## NEUES AUS DEM VEREIN

Sehr geehrte Sponsoren, Freunde und Förderer,

wir hoffen, dass Sie dieser Newsletter bei bester Gesundheit erreicht. Auch unter den jetzigen Umständen arbeiten wir natürlich weiter an der Fertigstellung unseres RT14. Im Folgenden werden wir Ihnen wieder neue Bauteile vorstellen.

Wir freuen uns auch, Ihnen mitteilen zu können, welche Deadlines der Wettbewerbe, über die Sie auch schon in der letzten Ausgabe lesen konnten, wir bereits erfolgreich gemeistert haben.

Natürlich hätten wir Sie dazu gerne in Person begrüßt, aber das Rollout des RT14 können wir dieses Jahr leider nur online durchführen. Am 11.06.2021 laden wir Sie herzlich dazu ein! Weitere Informationen dazu werden Sie in den kommenden Wochen erhalten.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen!

Ihr Racetech Racing Team

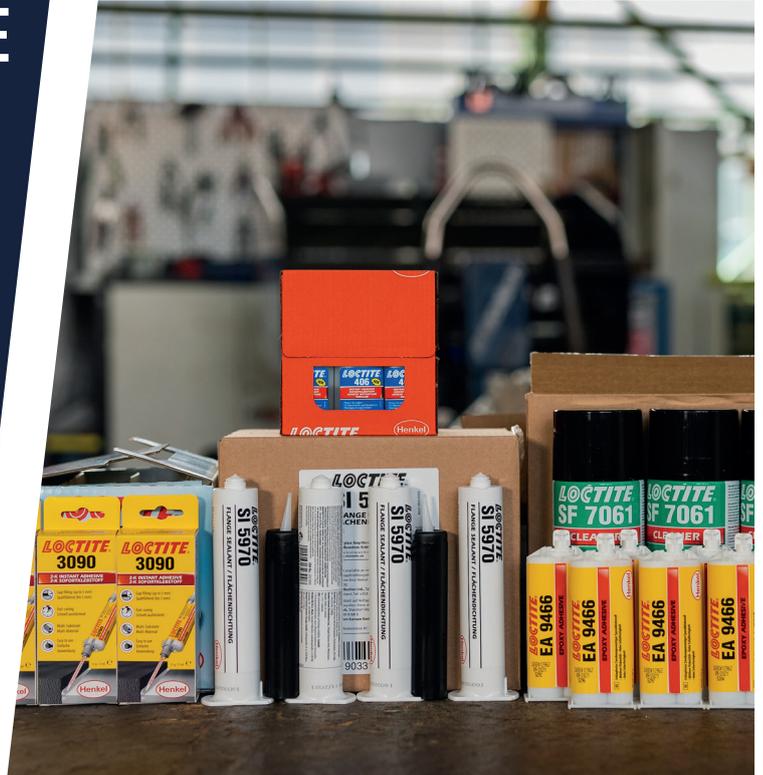
# > 01 AKTUELLES

## MEHR ALS NUR KLEBSTOFFE

Wir freuen uns sehr, auch dieses Jahr wieder von der Henkel AG & Co. KGaA mit ihren vielfältigen Produkten unterstützt zu werden.

Neben den verschiedenen Klebstoffen, wie dem Sofortklebstoff 406 und 2K-Epoxid-Strukturklebstoff EA 9466, welche in allen Modulen – sei es bei Arbeiten in der Elektronik oder bei der Fertigung des Monocoques – gebraucht werden, nutzen wir auch den Reiniger SF 7061 zur Vorbereitung von Klebestellen und die Silikondichtung SI5970.

Wir möchten uns hiermit noch einmal für die Bereitstellung Ihrer Produkte bedanken und hoffen auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit!



Autorin: Lara Windler

Uns zur Verfügung gestellte Produkte

## AUF UNSEREM WEG ZU DEN EVENTS

Wie einige unter Ihnen vielleicht wissen, müssen wir vor den eigentlichen Wettbewerben im Sommer verschiedene Dokumente zu gesetzten Fristen bei den Veranstaltern der drei Events abgeben, um teilnehmen zu können. Die folgenden Dokumentationen haben wir bereits fristgerecht eingereicht. Die sicherheitsrelevante Dokumentation SES, das Structural Equivalency Spreadsheet, in welcher wir nachweisen, dass unser Chassis alle Anforderungen des Reglements erfüllt, die dazugehörige SE3D, welche ein dreidimensionales CAD-Modell des Hauptteils der Chassisstruktur ist, sowie die SESA – eine externe Kontrolle.

Weiterhin haben wir die IAD, die Impact Attenuator Data, abgegeben. Dies ist der Nachweis des Frontcrashverhaltens. Auch haben wir unsere ESF, die Electrical Systems Form, eingereicht, in welcher wir den Aufbau unseres Elektrischen Systems vorstellen. Diese wird von den Officials genutzt um einzuschätzen, ob das Fahrzeug sicher ist.

Auch haben wir die ESFAIR eingereicht, hier konnten wir uns jedoch auf unsere bereits im letzten Jahr angefragten Zusatzitems berufen. Dies sind Bauteile, welche noch nicht in der Datenbank der Wettbewerbe vermerkt sind und welche erst mit uns zur Verfügung gestellten Daten geprüft werden müssen, bevor wir sie verwenden dürfen.

Weiterhin reichten wir bei der FSN unseren Magazine Upload und unser Design Spec Sheet zur Deadline ein. Ersteres beinhaltet eine kurze Beschreibung unseres Teams und ein CAD-Modell des RT14 mit Lackierung und Logos zur Verwendung im Eventmagazin.

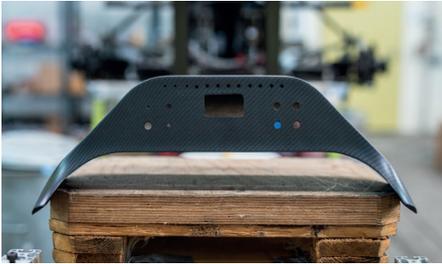
Erst vor ein paar Tagen haben wir zudem eine Zusammenfassung unseres Business Plans (BP) in Form eines 30 sekündigen Pitch Videos und einer Executive Summary im A4-Format für die erste BP-Phase bei der FSA fristgerecht abgegeben.

Autorin: Lara Windler

## > 02

# NEUANKÖMMLINGE IN DER WERKSTATT

*Unser Dank geht an alle Sponsoren, welche uns diese Bauteile ermöglichen!*



Das Dashboard eines jeden RTs ist die Schnittstelle zum Fahrzeug für den Fahrer aber auch für diejenigen, welche sich um das elektrische System kümmern. Deshalb besitzt das Dashboard LEDs mit denen man auf den ersten Blick den Zustand der wichtigsten Submodule erkennen kann. Außerdem kann man mit Hilfe des Dashboards die Regelungsparameter auf die derzeitigen Wetterbedingungen und die bevorstehende Disziplin einstellen. Im RT14 ist das Dashboard zur FCU (Front Control Unit) weiterentwickelt wurden. Dadurch ist es zusätzlich im Stande, die vordere Fahrwerkssensorik sowie die Fahrerinputs wie Lenkwinkel, Beschleunigungspedalposition und Bremsdruck zu messen. Durch diese Entwicklung sind wir in der Lage, auf eine vordere Messbox und dem damit verbundenem Gewicht zu verzichten. Außerdem ermöglicht dies vor der Fahrt alle Sensoren auf den vollen Funktionsumfang zu überprüfen.

## DASHBOARD

*Autor: Juel Kassou*

Wir bedanken uns bei der AM Metals GmbH für das additive Fertigen der Inverterinlays. Diese verstärken lokal die Anschraubpunkte der Stromschiene im Inverter und ermöglichen uns dort ein platzsparendes und leichtes Package.

*Autor: Simon Karschner*



## INVERTERINLAYS



Vielen Dank an Werkzeugbau Felgner für die schnelle Fertigung einiger komplexer Fahrwerkinlays, bei welchen dieses Jahr die Querlenkeranbindung am Monocoque direkt mit integriert sind.

*Autor: Simon Karschner*

## FAHRWERKINLAYS

In den letzten Wochen sind auch die restlichen Monocoqueinlays bei uns eingetroffen, welche lokal das Sandwich des Monocoques verstärken. Vielen Dank an Arcut für die schnelle Fertigung.

*Autor: Simon Karschner*



## MONOCOQUEINLAYS



# 03

## CASE STUDY: INVERTER

Geht es um den Antrieb von Elektroautos, denkt man automatisch an hocheffiziente Elektromotoren. Und an Batterien, die gleichzeitig den Spagat zwischen hoher Kapazität, niedrigem Gewicht und Kosten schaffen. Doch selbst die kompaktesten Motoren und leistungsfähigsten Batterien wären nicht in der Lage, ein Elektroauto anzutreiben – ihnen fehlt das Gehirn, die Steuerung des Systems.

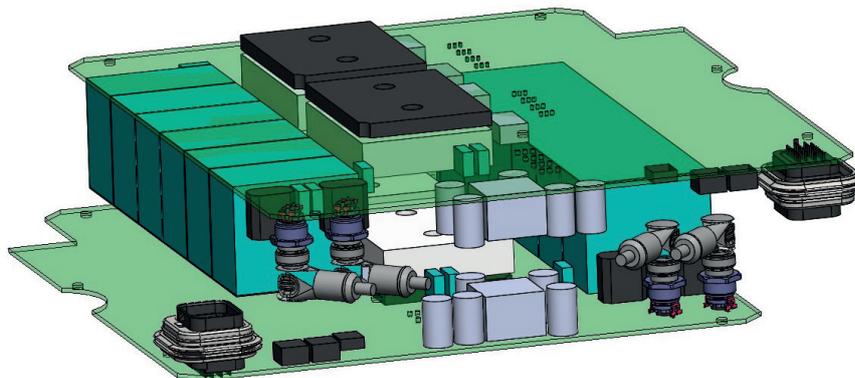
Diese Aufgabe übernimmt sowohl bei einem normalen Elektroauto als auch einem elektrischen Rennwagen die Leistungselektronik. Durch die „Übersetzung“ der von der Fahrzeugregelung berechneten und angeforderten Parameter wie Drehmoment und Drehzahl in einen bestimmten Strom- und Spannungswert, werden die Motoren je nach Fahr-situation angesteuert. Dabei gibt es aber noch eine Hürde zu überwinden: während die Batterie Gleichstrom zur Verfügung stellt, benötigen die hocheffizienten Motoren in der Regel dreiphasigen Wechselstrom zum Betrieb. Da die Umwandlung von Gleich- zu Wechselstrom ebenfalls durch die Leistungselektronik erledigt wird, spricht man auch vom Wechselrichter bzw. Umrichter und Inverter. Die Wandlung des Stroms von Gleichstrom in Wechselstrom (und natürlich auch andersherum, wenn das Fahrzeug Bremsenergie zurückgewinnt) basiert auf Halbleiterelementen, sogenannten IGBTs, die mit hohen Frequenzen schalten.

Die höchsten Frequenzen und damit bestmögliche Ansteuerung der Motoren kann aber nur erreicht werden, wenn sich die Schaltelemente in ihrem optimalen Temperaturbereich bewegen, wobei 175 °C die Obergrenze darstellt. Trotz des hohen Wirkungsgrads von 96% entstehen Wärmeverluste von bis zu 3,2kW, die möglichst effizient abgeführt werden müssen, um ein Überhitzen der Schaltelemente zu verhindern. Zum Vergleich: das entspricht in etwa der Antriebsleistung eines Motorrollers. Eine effiziente Kühlung ist daher essenziell für eine gute Leistung auf der Strecke. Neben den hohen funktionalen Anforderungen sind weitere Randbedingungen gegeben. Der Inverter soll möglichst klein und leicht sein, gute Erreichbarkeit bieten, einen möglichst tiefen Schwerpunkt besitzen, schwingungsarm gelagert sein, keine EMV-Unverträglichkeiten aufweisen (Störung durch elektrische und elektromagnetische Felder) und wasserdicht sein.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist die einfachste Lösung, einen Inverter zu kaufen. Korrekterweise benötigt für ein Allrad-Fahrzeug man aber nicht nur einen Inverter, sondern vier, also für jeden Motor einen. Die üblicherweise in der Industrie verwendeten Geräte sind allerdings zu groß und schwer für den Einsatz in unserem Rennwagen, und können meist maximal zwei Motoren betreiben (Doppelinverter). Für einen Vierfach-Inverter wäre es also am zweckdienlichsten, die komplette Komponente selbst zu entwickeln, was aufgrund der kurzen Entwicklungszeiten und begrenzten Kapazitäten nicht zu realisieren war. Stattdessen setzten wir auf eine Lösung, mit der wir bereits in der Vergangenheit gute Erfahrungen hatten: Die Integration zugekaufter Inverter-Elektronik in eine eigenentwickelte Hardware.

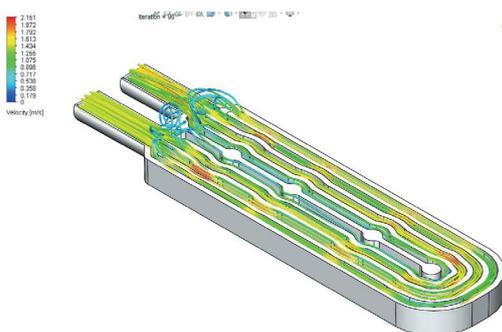
# > 03 CASE STUDY: INVERTER

Dafür wurden zwei Doppelinverter der Fa. Lenze Schmidhauser beschafft und intensiv untersucht. Da das hierzu erhaltene CAD-Modell nur das Gehäuse und die HV-Anschlüsse beinhaltet, wurden die elektronischen Komponenten bei der Demontage genau vermessen und auf dieser Basis ein eigenes Modell der Platinen erstellt. Anschließend konnten unterschiedliche Anordnungen der Komponenten analysiert und verglichen werden. Als bester Kompromiss stellte sich dabei die Anordnung heraus, bei der die Platinen übereinander angeordnet und ineinander verschachtelt werden. So kann die Höhe des Gehäuses und damit der komplette Bauraum minimiert werden. Gleichzeitig liegen die thermisch kritischsten Bauteile, die IGBT-Module, direkt übereinander. Durch diese Anordnung wird die Wärme in einem sehr konzentrierten Bereich des Inverters erzeugt, wodurch das Design der Kühlstruktur vereinfacht wird.

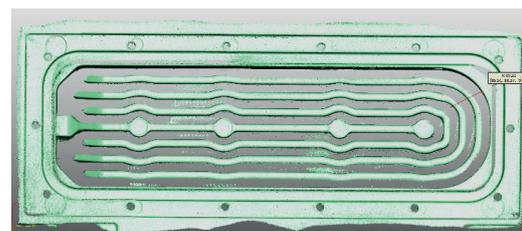


Anordnung der Inverter-Elektronik, IGBT-Module in weiß)

Das technische Highlight und gleichzeitig größte Herausforderung war die Konstruktion und Simulation der Kühlstruktur und ihre Anbindung an das Gehäuse. Als Startpunkt wurde die Original-Kühlstruktur des Lenze-Schmidhauser-Inverters mithilfe eines optischen Scanners aufgenommen und im CAD reproduziert (Reverse Engineering). Durch CFD-Simulationen anhand der Original-Kühlstruktur konnten wichtige Vergleichsparameter wie Druckverlust, Strömungsgeschwindigkeiten und Wärmeverteilung berechnet werden und als Auslegungskriterien für die eigene Kühlstruktur gewonnen werden.



CFD-Simulation der Inverterkühlung

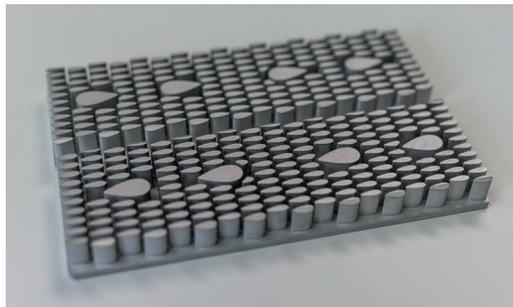


Scan Kühlstruktur

## CASE STUDY: INVERTER

Als beste Lösung stellten sich dabei tropfenförmige Pins heraus, die regelmäßig angeordnet eine gleichmäßige Durchströmung der Struktur erlauben sowie eine turbulente Strömung mit hohem Wärmeübergang und gleichzeitig nur geringem Strömungswiderstand erzeugen.

Da die Form dieser Tropfenprofile an enge Toleranzen und glatte Oberflächen gebunden ist, wurden die Kühlplatten per CNC-Fräse hergestellt und anschließend in das Gehäuse verschweißt und überfräst.



*Gefräste Kühlplatte*

Das Gehäuse selbst wurde im Feinguss in der Aluminium-Legierung AlSiMg0,6 bei einem unserer Hauptsponsoren, der ACTech GmbH, gefertigt. Durch das dünnwandige Design mit Wandstärken um die 2,5 mm ergaben sich nicht nur gießtechnische Herausforderungen, sondern mussten auch bei der Nachbearbeitung entsprechende Aufmaße vergeben werden, um etwaigen Verzug an kritischen Stellen ausgleichen zu können.

Eine weitere Herausforderung stellte die Anordnung der HV-Anschlüsse dar. Durch das kompakte Design mussten mehrteilige Stromschienen mit engen Toleranzen konstruiert und gefertigt werden, die die Verteilung und Weiterleitung des Stroms im Inverter gewährleisten. Wo ausreichend Platz war, wurden aus Gewichtsgründen Stromschienen aus Aluminium verwendet, während in beengten Bereichen Kupfer aufgrund seiner besseren Leitfähigkeit verwendet wurde. Durch die kompakte Anordnung der Komponenten stellte uns auch die Kontaktierung der Stromschienen zu HV-Kabeln vor neue Herausforderungen, die mithilfe der Additiven Fertigung gelöst werden konnten.

Durch die Kombination hochtemperaturfester Kunststoffteile (Fertigung im Selektiven Lasersintern) mit formschlüssigen Aluminiumteilen (Fertigung mittels Selektivem Laserschmelzen) konnte eine gleichzeitig montagefreundliche und reglementkonforme Lösung gefunden werden.

## > 03 CASE STUDY: INVERTER

Neben diversen Schirmungsblechen werden auch Deckel und Wartungsluken benötigt, die aus Magnesium (Legierung AZ31) ausgeführt sind. Es kombiniert die Anforderung von mechanischer Beständigkeit, elektrischer Leitfähigkeit und geringem Gewicht ideal und findet so eine weitere Anwendung im RT14.

Durch die Kombination klassischer und moderner Fertigungsverfahren, sowie einen bedarfsgerechten Materialmix konnte ein Inverter entwickelt werden, der eine Gesamtmasse von lediglich 6 kg erreicht, was einer Gesamtgewichtsersparnis von etwa 8 kg im Vergleich zu zwei Doppelinvertern mit Standardgehäuse entspricht. Der kompakte Bauraum für unseren „Quattro“-Inverter entspricht dabei genau dem, den ein einziger Standardinverter in Anspruch nehmen würde.

Obwohl schon die Konstruktion und Berechnung der über 100 Bauteile eine große Herausforderung war, muss an dieser Stelle auf die Bedeutung unserer Sponsoren hingewiesen werden.

Möglich war dies nur durch die Unterstützung unserer Sponsoren, die uns mit Rat und Tat bei der Realisierung des Projekts zur Seite standen. Für das Vertrauen in unser Team und die Fertigung unserer etwas unkonventionellen Komponenten möchten wir uns herzlich bedanken und hoffen, Ihnen auch in Zukunft noch das ein oder andere technische Schmankerl präsentieren zu dürfen.



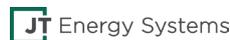
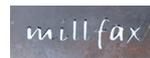
*Rendering des Inverters ohne Deckel*

VIELEN DANK FÜR IHRE UNTERSTÜTZUNG!

# UNSERE FÖRDERER



AM METALS



# VIelen DANK FÜR IHRE UNTERSTÜTZUNG!



# RACETECH RACING TEAM



*L. Windler*

TEAMLEITERIN - CEO

LARA WINDLER



SCHATZMEISTERIN - CFO

CLARISSA WERNER

*C. Werner*



## >>> KONTAKT:

### ADRESSE

TU Bergakademie Freiberg e.V.  
Bernhard-von-Cotta-Straße 4  
09599 Freiberg

### KONTAKTDATEN

info@racetech.tu-freiberg.de  
www.racetech-racingteam.de  
Tel.: 03731 39 3962

### ERREICHBAR AUCH IM HOME-OFFICE

Erreichen Sie uns unter:  
Tel.: 03731 / 77 53 550