

1 Schnittdarstellung des Elektromotors.

2 Kühlwasserkreislauf im Stator.

## DIREKTGEKÜHLTER ELEKTRO- MOTOR IN KUNSTSTOFFBAUWEISE FÜR TRAKTIONSANWENDUNGEN

### Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7  
76327 Pfinztal

Ansprechpartner

Robert Maertens  
Telefon +49 721 4640-304  
robert.maertens@ict.fraunhofer.de

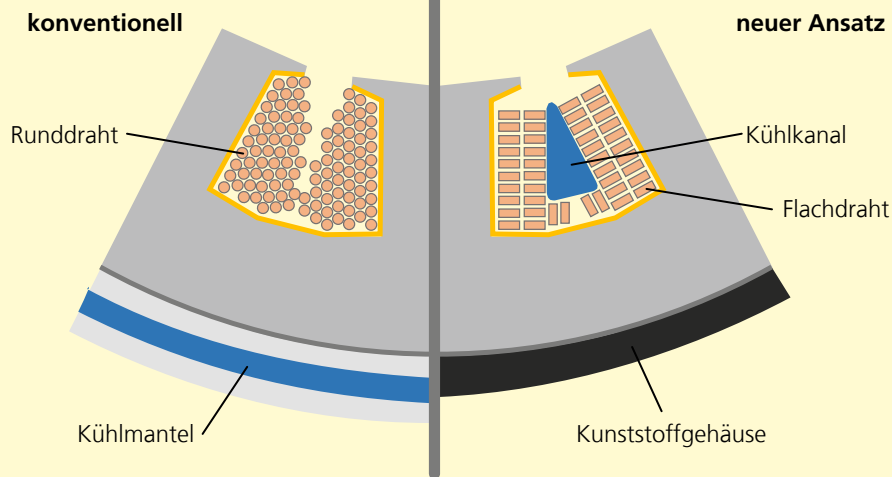
[www.ict.fraunhofer.de](http://www.ict.fraunhofer.de)

### Motivation und Zielstellung

Der elektrische Antriebsstrang gilt als zentrales Element einer nachhaltigen und umweltfreundlichen Mobilität. Zur gleichzeitigen Optimierung von Leistungsdichte, Effizienz und Kosten wird ein neuer Ansatz für eine permanentmagneterregte Synchronmaschine präsentiert, der sich durch eine Kunststoffbauweise mit direkter Kühlung von Stator und Rotor auszeichnet (1). Durch das gewählte Kühlkonzept wird die Dauerleistungsdichte des Motors gegenüber dem Stand der Technik deutlich erhöht. Zudem wird der Einsatz von Kunststoffen mit ihrer im Vergleich zu Metallen geringen Wärmeleitfähigkeit grundsätzlich ermöglicht.

### Konzept

Das Kernstück des Motors bildet ein Stator aus zwölf segmentierten Einzelzähnen, welche mit einem Flachdraht hochkant bewickelt sind. Durch die Verwendung des Flachdrahts kann im Gegensatz zum typischerweise verwendeten Runddraht bei gleichbleibendem Nutfüllfaktor ein Freiraum geschaffen werden, der zur Ausformung eines Kühlkanals genutzt wird (2,3). Somit kann die Verlustwärme direkt im Stator in unmittelbarer Nähe zum Ort ihrer Entstehung abgeführt werden. Die Verteilung des Kühlwasserstroms auf die individuellen Kühlkanäle geschieht in den Lagerschildern, in welchen sich durch den Zusammenbau ringförmige Kanäle ergeben. Durch eine Rotorkühlung mit einer feststehenden Wasserlanze in der Welle kann die Verlustwärme des Rotors ebenfalls direkt im Motor abgeführt werden.



3

Der entwickelte Funktionsdemonstrator mit seiner erwarteten Dauerleistung von 50kW ist für Traktionsanwendungen in der Elektromobilität ausgelegt. Das grundsätzliche Konzept der innenliegenden Kühlung in Kunststoffbauweise kann jedoch auch auf andere Leistungsbereiche und Anwendungsfelder übertragen werden.

### Material und Fertigungsverfahren

Die gesamten elektrischen Aktivteile der Statorbaugruppe werden im Transfer-Molding-Verfahren mit einer hoch gefüllten, wärmeleitfähigen Epoxidharz-Formmasse (Sumikon EME-A730E) umspritzt, wobei die Kuhlkanäle durch Werkzeugkerne gebildet werden. Durch die niedrige Viskosität während der Formfüllung werden Kupferwicklungen, Sensoren und elektrische Anschlüsse schonend verkapselt. Zur Gewährleistung der strukturellen Integrität des Motors wird die umspritzte Statorbaugruppe in ein spritzgegossenes Gehäuse aus einer strukturellen Phenolharz-Formmasse (Vyncolit X7700) montiert, in welchem zusätzlich die Lagerung des Rotors und die Abdichtung des Kühlkreislaufs realisiert wird.

Die ausgewählten duromeren Formmassen besitzen ein gutes mechanisches Eigenschaftsniveau auch bei hohen Temperaturen. Zudem sind sie beständig gegenüber den verwendeten Kühlmitteln und zeichnen sich durch eine hohe Maßhaltigkeit aus. Die Verarbeitung im Transfer-Molding und Spritzgießen stellt eine hohe Reproduzierbarkeit bei kurzen Zykluszeiten sicher.

### Beteiligte Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Produktbereiche Neue Antriebssysteme und Polymer Engineering
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Elektrotechnisches Institut (ETI), Hybrid-elektrische Fahrzeuge
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST), Teilinstitut Leichtbautechnologie

### Danksagung

Die Untersuchungen werden im Rahmen des Projekts »DEmiL – Direktgekühlter Elektromotor mit integrelem Leichtbaugehäuse« durch die Vector Stiftung gefördert.

3 Vergleich zwischen konventioneller Bauweise (links) und neuem Ansatz (rechts).