Entwicklung einer anorganischen Vergussmasse für elektrische Maschinen und Leistungselektronik (AVEL)

gefördert vom

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Abschlussbericht
Teil 1: Kurzbericht

zum Teilvorhaben:

Integrierte Leistungselektronik und eingebettete System-kühlung mit einer anorganischen Vergussmasse

Fachhochschule Kiel
University of Applied Sciences

Zuwendungsempfänger: Fachhochschule Kiel **Förderkennzeichen:** 03ETE038F

Vorhabenbezeichnung: Entwicklung einer anorganischen Vergussmasse für elektrische Maschinen und Leistungselektronik (AVEL)

Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2021 bis 31.03.2025

Projektleiter: Prof. Ulf Schümann
Fachhochschule Kiel
Tel: +49431 210 4196
Fax: +49431 210 64196
Email: ulf.schuemann@fh-kiel.de
Grenzstraße 5
24149 Kiel

1. Projektrahmen

1.1 Zum Gesamtprojekt und den Abschlussberichten der Teilprojekte

Leitziel des Vorhabens (Akronym: AVEL) ist die Erforschung von neuen anorganischen Vergussmassen zum Einsatz in elektrischen Antriebssystemen für elektrische Fahrzeugantriebe. Im Rahmen des Projektes soll der Verguss der leistungselektronischen Baugruppen und der Wicklungen elektrischer Maschinen von Antriebssystemen untersucht werden.

Das Vorhaben zielt vornehmlich auf die Innovation von Antriebsystemen von Elektrofahrzeugen, bei denen ein besonders großer Vorteil erwartet wird. Durch die Beteiligung des Partners Siemens ist eine Quervernetzung zur Anwendung bei Industriemotoren möglich. Einerseits kann dadurch eine breitere Anwendung der neuartigen Vergussmassen und -techniken vorbereitet werden, und andererseits lässt eine gegenseitige Befruchtung aus verschiedenen Anwendungsbereichen einen größeren Innovationshub erhoffen.

An dem Verbundprojektes waren nachfolgend aufgeführten beteiligten Firmen und Institute beteiligt:

Volkswagen AG, Siemens AG, Danfoss Silicon Power, Heraeus, Viscom, Hübers, Fraunhofer IMWS, Fachhochschule Kiel: Institut für Mechatronik und Institut für Elektrische Energietechnik.

Die Lösung erforderte eine enge Zusammenarbeit der Partner und einen hohen gegenseitigen Bedarf an den Ergebnissen der Teilprojekte der Partner aufgrund der starken systemischen Relevanz. Für einen kompletten Projektüberblick sei auf die Abschlussberichte der Partner verwiesen. Die Aufgaben der Partner und die Zusammenarbeit sind der folgenden Grafik dargestellt:

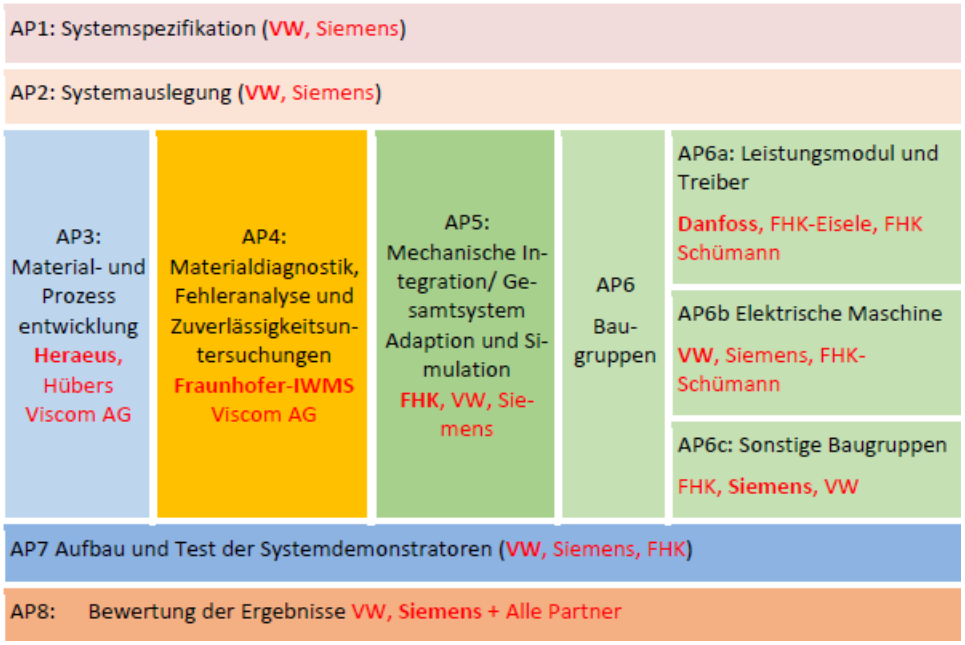

Abbildung 1.1: Hauptarbeitspakte und Verantwortlichkeiten im Projekt

Die Fachhochschule Kiel war maßgeblich für die folgenden Arbeitspakte verantwortlich: AP4: Materialdiagnostik, Fehleranalyse und Zuverlässigkeitsuntersuchungen, AP5: Mechanische Integration Gesamtsystem, Adaption und Simulation, AP6: Baugruppen, AP7 Aufbau und Test der System-Demonstratoren.

1.2 Aufgabenstellung und Projektziele

Die betrachtete Antriebseinheit besteht aus einer permanenterregten elektrischen Antriebsmaschine mit einem in das Lagerschild integrierten Wechselrichter auf Basis von SiC-Halbleitern. Das Gesamtsystem der elektrischen Antriebseinheit wird für die Untersuchungen in die in Abbildung 1.2 dargestellten Baugruppen unterteilt. Diese werden einzeln daraufhin untersucht, ob ein Verguss mit dem neuen Material zu einer besseren thermischen Performance führen kann. Für die als relevant identifizierten Baugruppen werden Prüfkörper definiert und in Zusammenarbeit mit der Materialentwicklung iterativ optimiert.

Durch den Einsatz einer neuen Vergussmasse mit hoher Wärmeleitfähigkeit lassen sich neue thermische Pfade erschließen, wodurch eine weitere Leistungsdichteerhöhung ermöglicht wird.

Bei all diesen Innovationen soll die Produzierbarkeit, Industrialisierbarkeit und Zuverlässigkeit der Antriebseinheit im Fokus stehen. Durch den Aufbau von Teilsystemdemonstratoren sowie eines Gesamtsystemdemonstrators soll gezeigt werden, dass die Materialvorteile vom anorganischen Vergussmaterial systemisch in der Anwendung in einer neuen Generation von Antriebseinheiten nutzbar gemacht werden können.

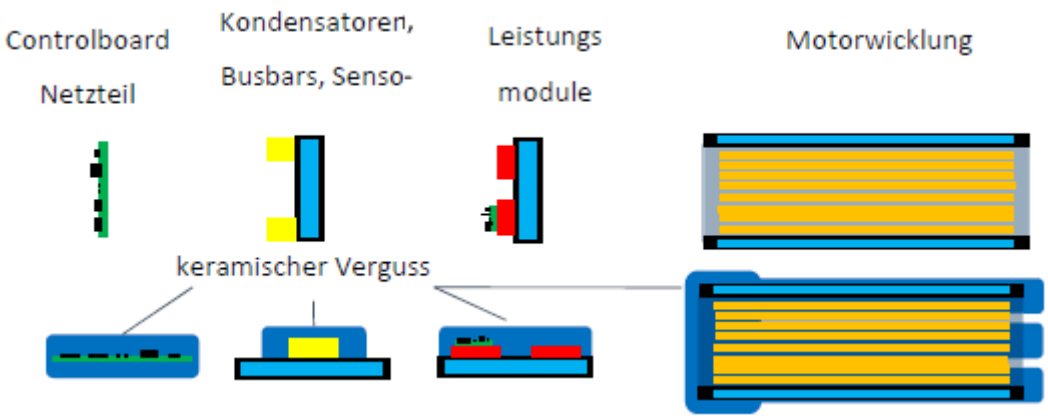

Abbildung 1.2: Untersuchte Teilsysteme

Folgende Schwerpunkt-Themen für die FH-Kiel wurden als technologische Herausforderungen für die der Forschungsaktivitäten identifiziert:

Weiterentwicklung des Leistungsmodulvergusses

- Simulativer Vergleich von anorganischem Verguss und Silikon-Weichverguss
- Verfahrensoptimierung des anorganischen Vergusses
- Thermisch-mechanische Untersuchungen vergossener Prüflinge
- Durchführung thermischer Messungen an Prüflingen

Verguss der Motorwicklungen und einzelner Systemkomponenten

- Verbesserung der Wärmeabfuhr für höhere Leistungsdichte durch das Erschließen neuer Wärmepfade
- Prüfen der Anwendung als Materialersatz und Befestigungselement
- Identifikation der für den Verguss infrage kommenden Komponenten
- Verständnis und Designrichtlinien für eine material- und verfahrenskonforme Systemauslegung und -konstruktion
- Bewertung der Vor- und Nachteile des Vergusses verschiedener Systembestandteile bzgl. technischer qualitativer und kommerzieller Aspekte