

GFK-Verkleidungen für ein E-Kart-Antrieb

Projekt im Fach Leichtbauwerkstoffe – Masterstudiengang Maschinenbau Konstruktionstechnik

Die Projektaufgabe In der Übung Leichtbauwerkstoffe haben die Studenten des Masterstudienganges Maschinenbau Konstruktionstechnik in einer kleinen Projektaufgabe die Gelegenheit, sich mit den fertigungstechnischen und konstruktiven Eigenschaften von Faserverbundkunststoffen vertraut zu machen. Im WS 2024/25 war die Aufgabenstellung, für das E-Kart des Labors für Elektrotechnik eine Verkleidung des Antriebsstranges zu entwerfen und zu fertigen. Die Verkleidungen des Antriebsstranges sollten aus glasfaserverstärkten Kunststoff (GFK) hergestellt werden und einzelne rotierende und bewegte Teile wie Zahnräder und Riemen und die hintere Antriebswelle abschirmen, um den sicheren Betrieb des E-Karts zu gewährleisten. In diesem Leichtbauprojekt waren neben der Konstruktion der Verkleidungen auch Fertigungs- und Werkzeugkonzepte zu erarbeiten.

Fünf Gruppen haben sich dieser Aufgabe gestellt und mit unterschiedlichen Ansätzen Lösungen erzielt.



Abb 1: E-Kart des Labors für Elektrotechnik (links) und Antriebsstrang mit Motor, Zahnriementrieb und Antriebswelle (rechts)

Lösungsansätze Während des Projektes wurden von den fünf Gruppen unterschiedliche Ansätze im Design sowie im Werkzeug- und Fertigungskonzept verfolgt. Die Designansätze reichten von einfachen Schalenkonstruktionen mit zylindrischer und ebener Geometrie (Abb. 5) bis zu Konstruktionen mit integrierten Rippen (Abb. 6). Die Faserverbundbauweise bietet im Allgemeinen große Freiheiten in der Formgebung. Aber auch hier ist die Fertigung zu beachten. Das Design in Abb. 2 und 3 wurde nach den ersten Erfahrungen vereinfacht und überflüssige Radien entfernt (Abb. 7 links). Somit konnte das Glasfasergewebe besser gelegt und die Bauteilqualität verbessert werden.

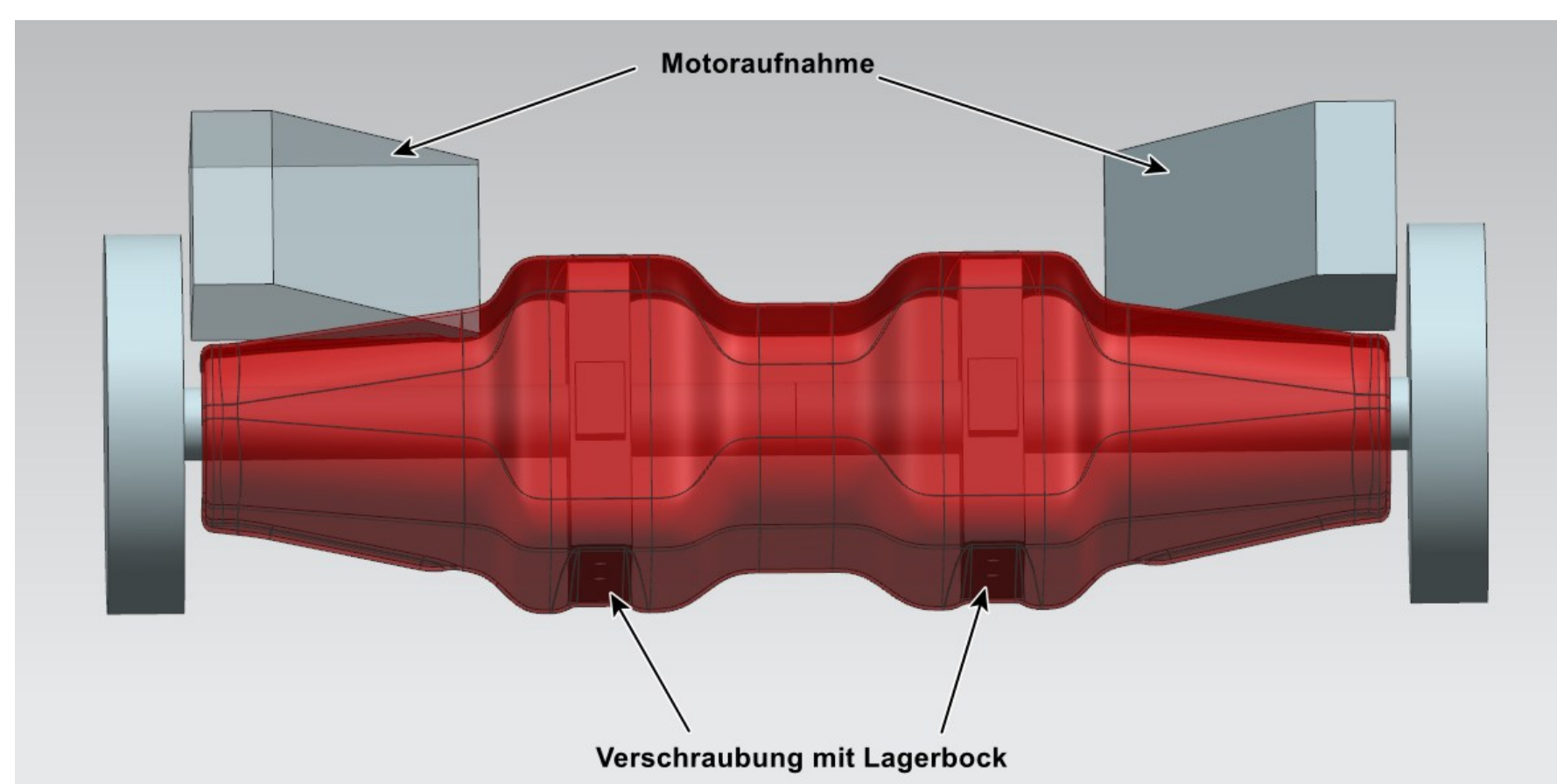


Abb 2: CAD-Modell eines Entwurfs für die Antriebswellenverkleidung



Abb 3: Vakuumaufbau für eine Antriebswellenverkleidung – die vielen engen Rundungen haben sich als ungünstig erwiesen

Werkzeugkonzepte Großer Beliebtheit erfreuten sich Formwerkzeuge, die im 3D-Druck gefertigt wurden. Es kamen aber auch Holzformen zum Einsatz. Für Verkleidungen der Antriebswelle wurden sämtlich offene Werkzeugformen gewählt. Dabei kamen sowohl positiv Formen (Abb. 3) als auch negativ Formen (Abb. 5 links) zum Einsatz. Wegen der Bauteilgröße wurden die 3D-gedruckten Formen aus mehreren Teilen zusammengesetzt. Für Verkleidungen der Motoren und Zahnriemen gab es den Ansatz zweiteiliger und einteiliger Formen (Abb. 4).

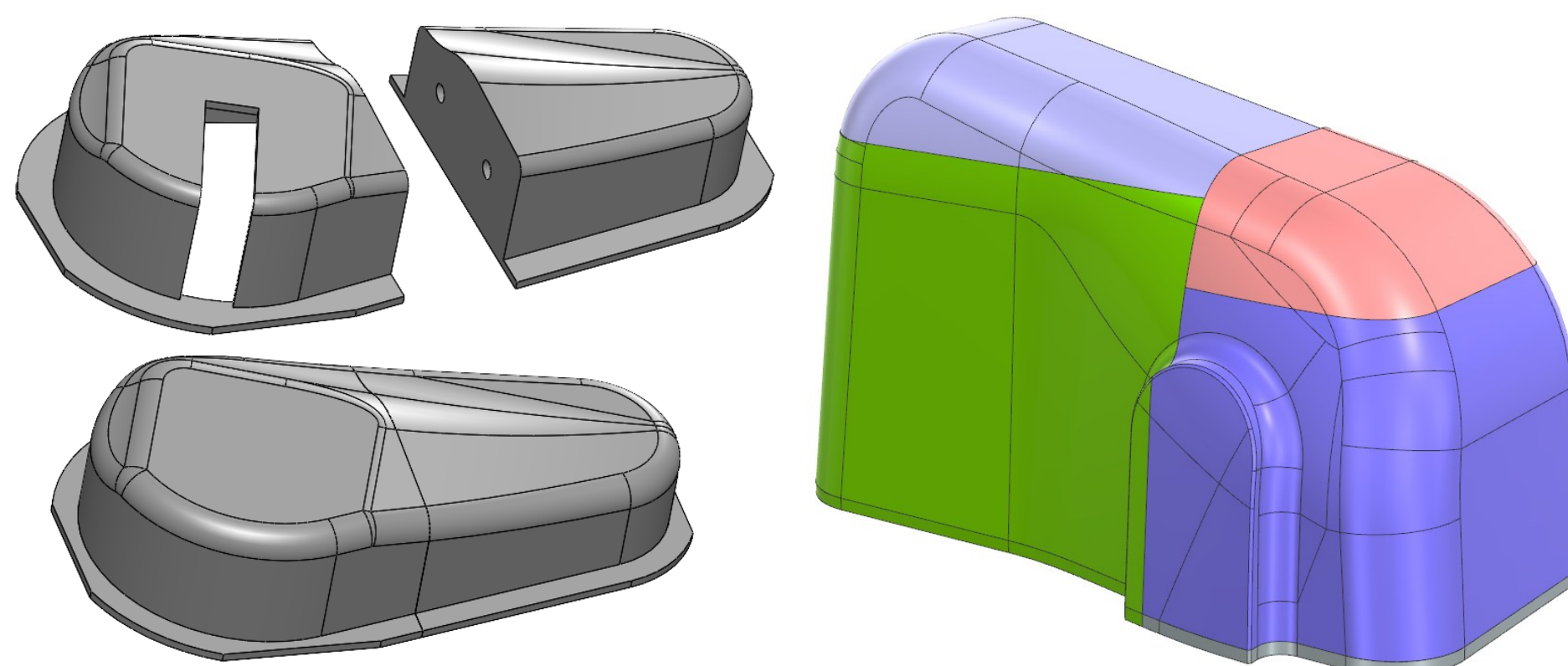


Abb. 4: CAD-Modelle der Werkzeuge von Verkleidungen der Motore und der Zahnriementrieben

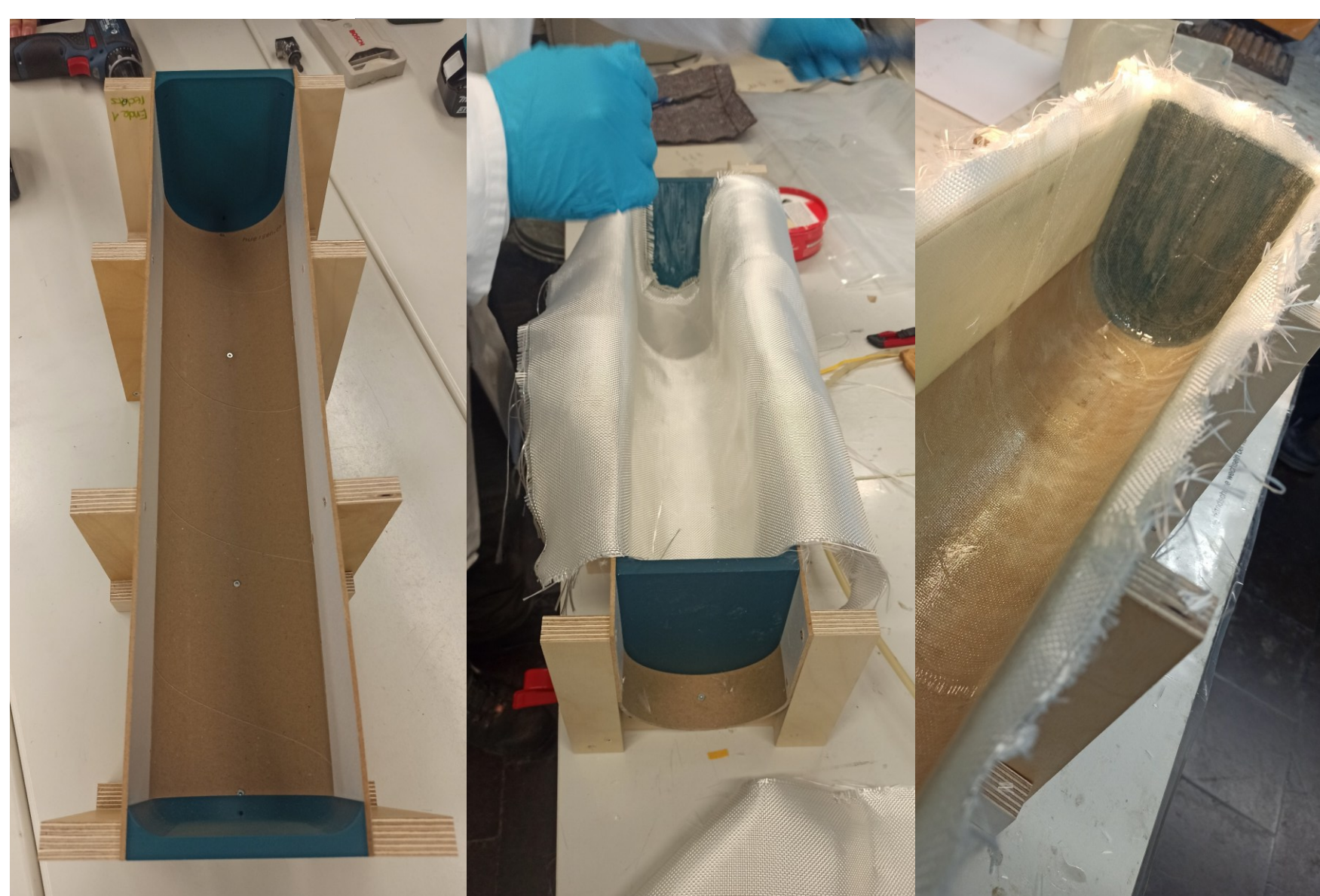


Abb. 5: Offenes Werkzeug aus Holz (links), Legen des GFK-Gewebes (Mitte): einfach gehaltenen Konturen ermöglichen gute Fertigung, die laminierte Verkleidung in der Form (rechts)

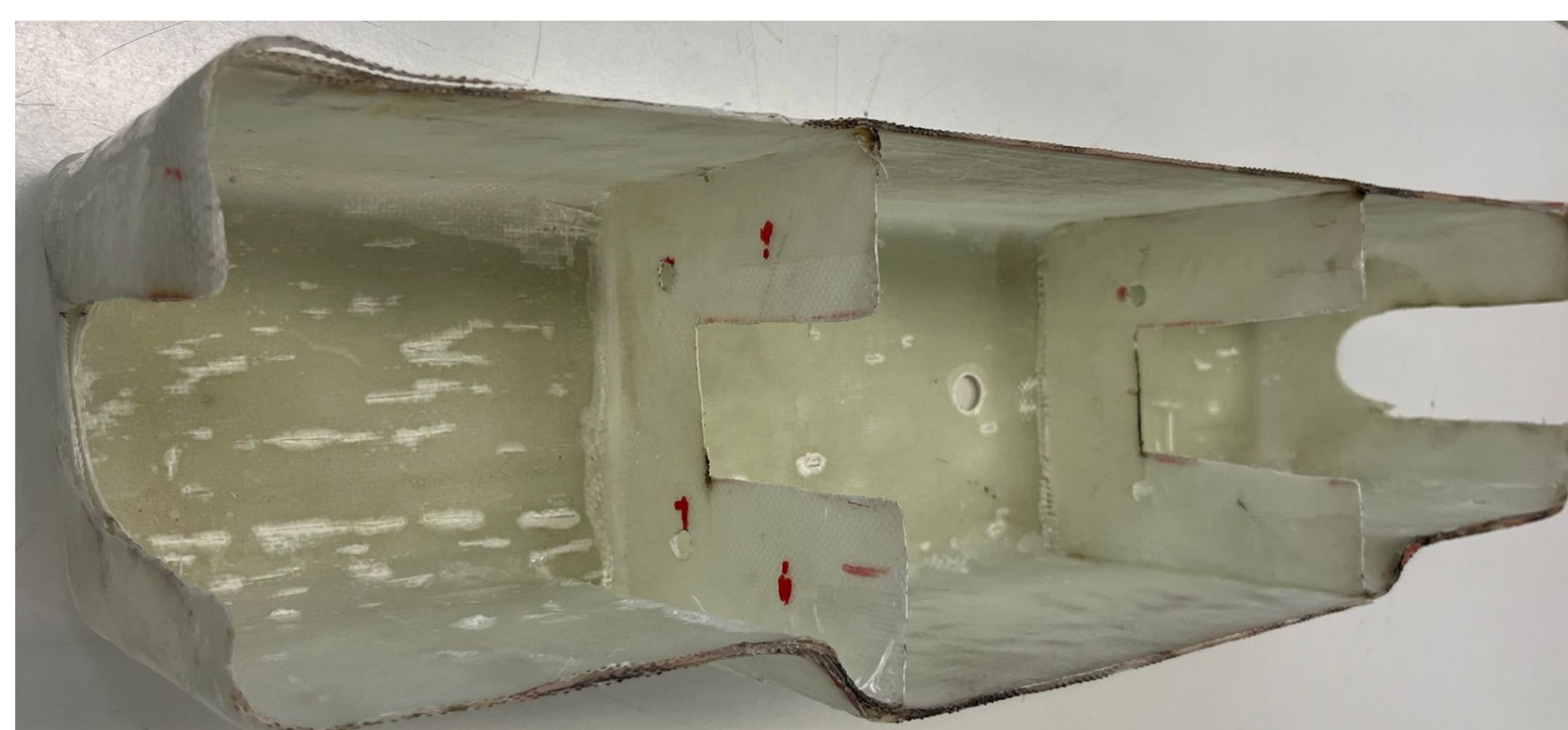


Abb. 6: Verkleidung der Antriebswelle mit integrierten Verstärkungsrippen

Ergebnisse Am Ende des Projektes waren Verkleidungen für beide Antriebe und die Antriebswelle fertiggestellt. Innerhalb der kurzen Projektlaufzeit gelang es allen Gruppen, beginnend beim Bauteilentwurf, über das Werkzeugkonzept, die Fertigung und die Nachbearbeitung, ein fertiges Bauteil zu erarbeiten. Ein lehrreicher Aspekt war, dass neben der werkstoffgerechten Konstruktion des Bauteils auch die Entformung des Bauteils bedacht werden muss. Nicht immer konnten die Bauteile leicht aus dem Werkzeug entnommen werden. Von Bedeutung erwiesen sich auch Vorversuche, z.B. zum Legeverhalten der Gewebe.

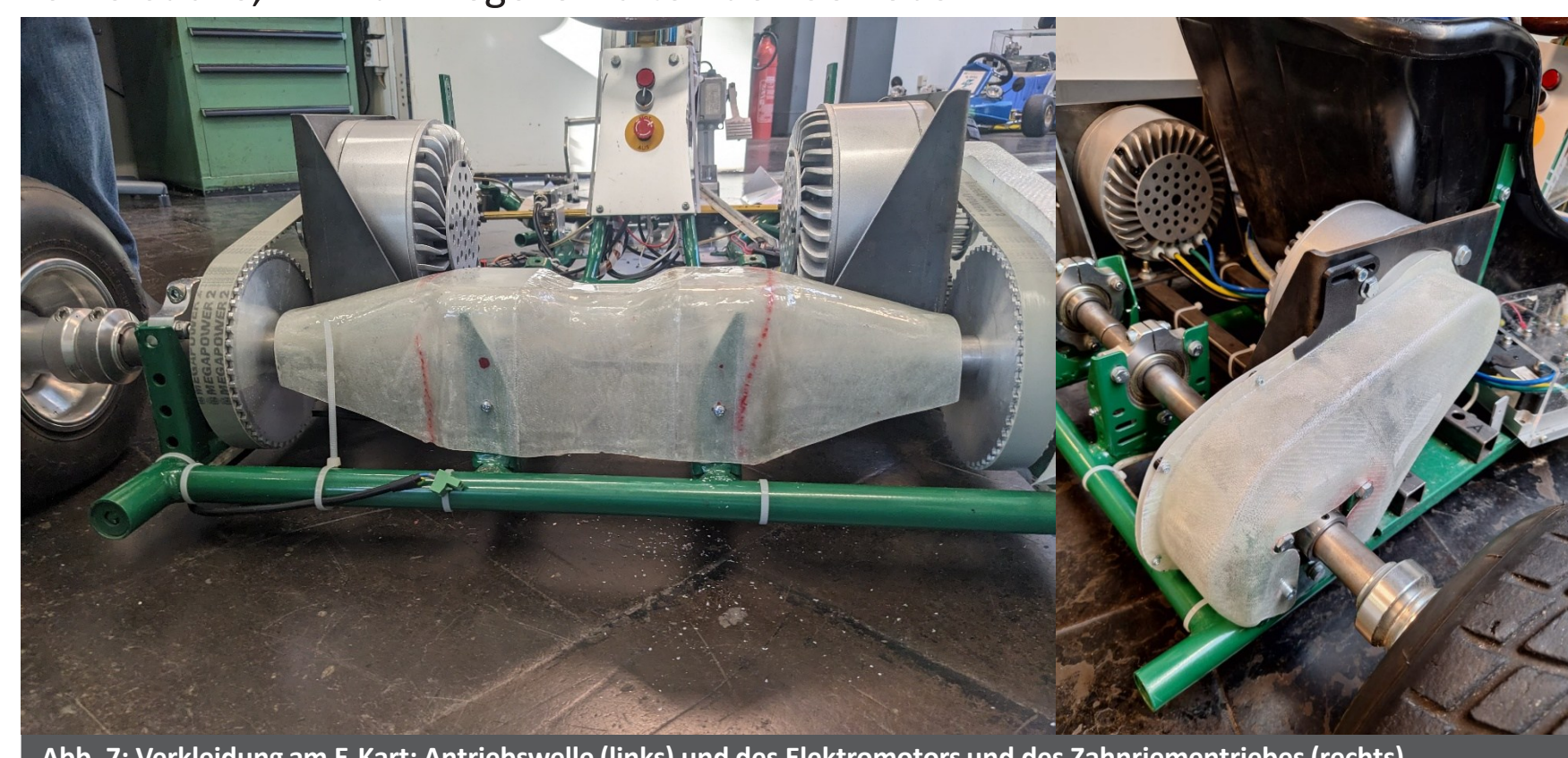


Abb. 7: Verkleidung am E-Kart: Antriebswelle (links) und des Elektromotors und des Zahnriementriebes (rechts)

Teilnehmer: Pascal Bolz-Peteur, Denise Branig, Andranik Davidian, Ruben Estrella, Nico Hoffmann, Felix Bruno Wilhelm Holtorf, Manuel Ernesto Ibarondo Lasa, Lars Kahlert, Sebastian Kling, Julian Emanuel Kochert, Erik Fritz Krebs, Robert Michael Künzel, Christopher Günter Rolf Kurka, Jost Bernhard Münster, Albert Schulz, Maximilian Stinus, Ahmed Sura, Fynn Trarbach, Julian Westphal, Oguzhan Yildirim
Herzliche Dank an Kollegen Rich Gebler von Labor E-Technik.

