

# Digital Twin eines elektrischen Kommunalfahrzeugs

Diplomanden



Michael Zimmerli



Sascha Koch

Referent  
Dr. sc. Martin Stöck

Korreferent  
Rouven Christen

Themengebiet  
Elektronik

**Einleitung:** Die Elektrifizierung von Fahrzeugen stellt ein aktuelles Thema dar, auf welches sich unterschiedliche Bereiche der Technik fokussieren. Längst werden nicht nur Personenfahrzeuge elektrisch betrieben, sondern auch im Bereich der Nutzfahrzeuge wird immer mehr auf diese fortschrittliche Antriebstechnologie gesetzt. Solche Umrüstungen weichen, aufgrund von den unterschiedlichen Zusatzaggregaten der Fahrzeuge, von der Standartumrüstung ab. Dies bedeutet, dass zusätzliche Faktoren massgebend sind, welche es beispielsweise bei der Auslegung einer Batterie und dessen Kühlungssystem zu beachten gilt. Nicht selten nimmt die Entwicklung solcher Fahrzeuge deshalb sehr viele Ressourcen in Anspruch. Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Digitales Abbild (Digital Twin) des von der Firma Durot Electric GmbH entwickelten elektrischen Strassenputzmaschinen realisiert. Als Ziel wird der Aufbau eines grundlegend digitalen Modells definiert, welches in nachfolgenden Projekten von Durot Electric vereinfacht auf andere Fahrzeuge von ähnlicher Bauweise angepasst werden kann. Mit diesem Modell sollen zukünftige Entwicklungsprojekte beschleunigt werden.

**Vorgehen:** Die Simulation wurde in der Umgebung von Mathworks Simulink realisiert. Die halbgrafische Programmierumgebung ermöglicht es, das Modell anhand einer grundlegend physikalischen Struktur aufzubauen. Die Simulationsstruktur wird dabei stark an die vorgängig erarbeitete Item Definition angelehnt. Das Modell gliedert sich in Systeme, bestehend aus den Grundkomponenten des Fahrzeugs.

Mit allen zusammengeschlossenen Systemen wurde ein Electric Vehicle geschaffen, mit welchem reale Fahrzyklen simulativ abgebildet werden können. In vielen Bereichen mussten für die Simulation Vereinfachungen gewählt werden, welche das Systemverhalten aber trotzdem in der gewünschten Präzision abbilden können. Die wichtigsten Elemente der Simulation sind der Batteriespeicher, der Antriebsstrang und die thermische Betrachtung aller Komponenten. Zudem werden auch alle Nebenaggregate abgebildet, welche als zusätzliche Verbraucher die Batterie belasten können. Neben dem Aufbau der Simulation stellte die Parametrisierung der Komponenten eine wichtige Aufgabe dar. Dafür konnten viele Daten aus den bereits bekannten Herstellerangaben entnommen werden. Vor allem im thermischen Bereich waren diese Daten hingegen eher spärlich vorhanden. Dies führte dazu, dass das Modell stufenweise mit Messdaten aus dem realen Fahrzeug angepasst und optimiert werden musste.

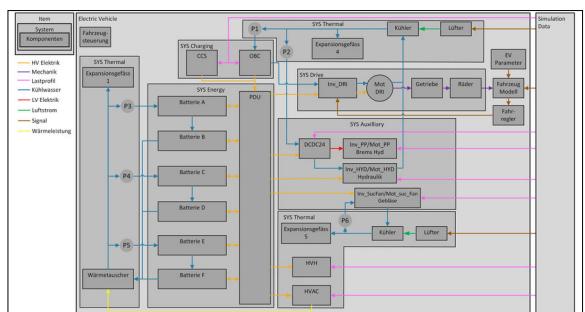
**Ergebnis:** Zum Abschluss wurde das Modell getestet und als Ganzes mit den vorhandenen Messdaten des realen Fahrzeugs verglichen. Dies führte zur

Erkenntnis, dass die Systemcharakteristik der einzelnen Komponenten und Systeme gut abgebildet werden kann. Bei den thermisch betrachteten Elementen, wie dem Antriebsmotor, werden sogar sehr gute Ergebnisse erreicht. Zudem konnten einige Faktoren mit grossem Einfluss auf das Systemverhalten des elektrischen Antriebs entdeckt werden. Der aktuelle Stand der Simulation zeigt ein gut annäherndes Abbild des echten Fahrzeugs und kann für weitere Simulationen oder Entwicklungen in diesem Bereich eingesetzt werden. Es eignet sich beispielsweise in Entwicklungsprojekten von elektrischen Fahrzeugen oder der Analyse von neuen Kühlkonzepten.

**Beispiel der simulierten elektrischen Strassenputzmaschine**  
Eigene Darstellung



**Item Definition Digital Twin**  
Eigene Darstellung



**Vergleich gemessene und simulierte Motortemperatur**  
Eigene Darstellung

