

## **5 Zusammenfassung**

Mobilität mittels elektrischer Antriebe rückt in Zeiten der Energiewende zunehmend in den Vordergrund. Infolgedessen steigen auch die Anforderungen, wie etwa eine hohe Reichweite, welche in direktem Zusammenhang mit der Effizienz des Antriebs steht. Um letztere aussagekräftig bestimmen zu können, ist eine umfassende Untersuchung sowohl im motorischen als auch im generatorischen Betrieb notwendig. Zur Bestimmung des Wirkungsgrads wird hierbei ein definiertes Betriebspunktraster genutzt, für kundennahe Verbräuche das international standardisierte Fahrprofil des WLTP. Da sich bei großen Datenmengen in der Regel eine automatisierte Auswertung als zeitsparend und zuverlässig erweist, wird im Rahmen dieser Arbeit ein modular aufgebautes Matlab-Skript entwickelt.

Ein elektrischer Achsantrieb, bestehend aus einem Pulswechselrichter, einer permanent-erregten Synchronmaschine und einem Getriebe, wird mithilfe eines Simulationsmodells bezüglich seines Wirkungsgrads untersucht. Dies geschieht unter stets gleichbleibenden Randbedingungen, welche durch eine geschickte Strategie zur Initialisierung des Modells eingehalten werden. Da einem vollständigen Ergebnis auch die Angabe über die Qualität der Messung inbegriffen ist, wird in der Simulation zusätzlich das Verhalten der Sensorik abgebildet. Hierzu werden verschiedene Sensor-Messketten nach der GUM-Methode modelliert und hinsichtlich der einfließenden Messunsicherheiten untersucht. Die hierbei verwendete Berechnungsgrundlage ist die Monte-Carlo-Simulation, die sowohl auf der Ebene des einzelnen Abtastwerts als auch auf der Ebene des Mittelwerts angewandt wird. Um das Abbruchkriterium für jede Monte-Carlo-Simulation individuell zu definieren, wird ein Vergleich zwischen dem Residuum und der Rundungsabweichung gezogen. Abschließend wird die Eignung von Wirkungsgradkennfeldern zur Ermittlung des Verbrauchs während des WLTP-Zyklus getestet. Alle berechneten Ergebnisse werden automatisiert aufbereitet und anschließend gespeichert. Die grafische Darstellung ist dem inbegriffen.

Unter Verwendung der gängigen Sensorik lässt sich der Wirkungsgrad in großen Bereichen des Kennfelds mit einer herausragenden Genauigkeit bestimmen. Lediglich in den Regionen niedriger Drehzahlen und Drehmomente steigt die Messunsicherheit nennenswert an. Dieser Effekt kann durch die gezielte Adaption der Sensoren an den speziellen Betriebspunkt gemindert werden. Die Residuen aller Messgrößen spielen weitestgehend eine vernachlässigbar kleine Rolle. Durch die Bildung des Mittelwerts kann bei stationärem Betrieb die Messunsicherheit im Vergleich zur Einzelabtastung um ein Vielfaches reduziert werden. Das numerische Integrationsmodell liefert durch mehrdimensionale Kennfeldinterpolation realitätsnahe Ergebnisse für den WLTP-Verbrauch. Eine genaue Quantifizierung der Messunsicherheit ist hier ohne eine zusätzliche Erhöhung der Rechenkapazität nicht möglich.