

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|------------|
| Formelzeichenverzeichnis | iii |
| Abkürzungsverzeichnis | ix |
| 1 Einleitung | 1 |
| 2 Antriebssysteme für Elektrofahrzeuge und Stand der Technik | 3 |
| 2.1 Treiber der Elektromobilität | 4 |
| 2.2 Vor- und Nachteile der infrage kommenden E-Maschinen für Traktionsantriebe | 6 |
| 2.3 Antriebsstrangtopologien | 10 |
| 2.3.1 Grundtopologien | 10 |
| 2.3.2 Marktüberblick für Achs- und Direktantriebe | 13 |
| 2.3.3 Verlustleistungsmechanismen und Wirkungsgrade der einzelnen Komponenten | 15 |
| 2.4 Topologieabhängige Anforderungen an die E-Maschine | 18 |
| 2.5 Zielsetzung und Abgrenzung der Arbeit | 22 |
| 3 Modellierung der elektrisch erregten Synchronmaschine | 25 |
| 4 Besonderheiten bei der Wahl der Wicklungsausführungen | 36 |
| 4.1 Dimensionierung der Ständerwicklung | 36 |
| 4.1.1 Zahnspulenwicklungen | 37 |
| 4.1.2 Verteilte Wicklungen | 47 |
| 4.2 Dimensionierung der Erregerwicklung | 61 |
| 5 Methodik zur zeiteffizienten Berechnung von Synchronmaschinen | 71 |
| 5.1 Aufbau und Umfang | 71 |
| 5.1.1 Modellerstellung | 71 |
| 5.1.2 Berechnungsroutinen | 73 |
| 5.2 Numerisch und analytisch gekoppeltes Berechnungsverfahren | 80 |
| 5.2.1 Bestimmung der Hauptinduktivitäten | 80 |
| 5.2.2 Ersatzschaltbilder | 83 |
| 5.2.3 Bestimmung der Verlustleistungen | 84 |
| 5.3 Berechnung von Drehmoment-Drehzahl-Kennfeldern | 90 |
| 5.4 Thermische Modellierung | 94 |
| 5.4.1 Bestimmung der thermischen Widerstände und Kapazitäten | 96 |
| 5.4.2 Bestimmung der maximalen Kurzzeit- und Dauerleistungen | 105 |
| 5.5 Berechnung magnetisch erregter Geräusche | 110 |
| 6 Vergleich der Antriebskonzepte | 119 |
| 6.1 Mechanische Kenngrößen und Energiebedarf im Fahrzyklus | 119 |
| 6.1.1 Bauraum und Massen | 120 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6.1.2 | Energiebedarf im Fahrzyklus | 123 |
| 6.2 | Thermisches Verhalten | 128 |
| 6.3 | Akustisches Verhalten | 134 |
| 6.4 | Zusammenfassung der Ergebnisse und Tendenzen | 138 |
| 7 | Messtechnische Validierung | 141 |
| 7.1 | Aufbau des Prüfstands | 141 |
| 7.2 | Vergleich von Messung und Vorausberechnung | 145 |
| 7.2.1 | Leerlauf- und Kurzschlussmessung | 145 |
| 7.2.2 | Messung der Leerlaufverluste | 148 |
| 7.2.3 | Lastmessungen | 150 |
| 8 | Zusammenfassung und Ausblick | 155 |
| A | Kennfelder der Antriebe | 159 |
| B | Prüfstandsgeräte | 161 |
| | Literaturverzeichnis | 162 |