

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 Zahnpulpenwicklungen	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