

# Inhaltsverzeichnis

<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>XIII</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>XV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>XIX</b>
<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>XXI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung . . . . .	2
1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen . . . . .	4
<b>2 Berührungslose Energieübertragung</b>	<b>7</b>
2.1 Induktive Energieübertragung . . . . .	9
2.2 Grundlagen der Spulensysteme und Blindleistungskompensation	14
2.2.1 Grundwellenmodell der 1s2p-Kompensation . . . . .	15
2.2.2 Grundwellenmodell der 1s2-Kompensation . . . . .	19
2.3 Grundlagen der Leistungselektronik . . . . .	23
2.3.1 Stand der Technik von Halbleitern . . . . .	23
2.3.2 Eigenschaften von Wechsel- und Gleichrichter . . . . .	26
<b>3 Erweiterte Analyse des Energieübertragungssystems</b>	<b>31</b>
3.1 Betrachtung von Harmonischen und Verlusten in Abhängigkeit der magnetischen Kopplung . . . . .	32
3.1.1 Betrachtung von Harmonischen . . . . .	32
3.1.2 Betrachtung von Verlusten . . . . .	35
3.1.3 Gemeinsame Betrachtung von Harmonischen und Verlusten . . . . .	36
3.1.4 Vergleich des 1s2- und 1s2p-Systems . . . . .	40
3.2 Betrachtung einer Vertrimmung in Abhängigkeit der magnetischen Kopplung . . . . .	42
3.2.1 Vertrimmung durch Fertigungstoleranzen . . . . .	42
3.2.2 Vergleich des 1s2- und 1s2p-Systems . . . . .	43

3.3	Betrachtung der Verluste in Abhangigkeit vom Lastwiderstand	45
3.3.1	Vergleich des 1s2- und 1s2p-Systems hinsichtlich einer Vertrimmung	48
3.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	50
3.5	Relevanz fur die Auslegung rotierender Energiebertragungssysteme	51
3.5.1	Temperaturabhangige Spulengute	51
3.5.2	Strombertragungsfunktion	51
3.5.3	Ausblick	52
<b>4</b>	<b>Elektromagnetische Simulation rotierender Spulensysteme</b>	<b>53</b>
4.1	Geometrien der Spulensysteme	54
4.2	Elektromagnetische Feldsimulation eines Spulensystems	56
4.2.1	Elektromagnetische Randbedingungen	58
4.2.2	Modellierung der Systemverluste	59
4.2.3	Materialparameter	63
4.3	Methodisches Simulationsverfahren	64
4.3.1	Abbildung der Geometrien	64
4.3.2	Darstellung des Simulationsprozesses	65
4.4	Exemplarischer Vergleich der Spulensysteme	67
4.4.1	Definition der Randbedingungen	67
4.4.2	Darstellung der Simulationsergebnisse	71
4.4.3	Relevanz fur die Auslegung rotierender Energiebertragungssysteme	73
<b>5</b>	<b>Methoden zur Steigerung der Effizienz</b>	<b>77</b>
5.1	Flussfuhrung und Flusssschirmung	77
5.1.1	Verwendete Materialien	77
5.1.2	Materialuntersuchung am Demonstrator	79
5.1.3	Ergebnis der Materialuntersuchung	80
5.2	Aktive Gleichrichtung	82
5.3	Steuer- und Regelungsstrategien	86
5.3.1	Ansteuerverfahren des Wechselrichters	86
5.3.2	Modellbasierte Regelung	89
<b>6</b>	<b>Synchronmaschine mit integriertem Energiebertragungssystem</b>	<b>95</b>
6.1	Mechanischer Aufbau der Synchronmaschine	95
6.1.1	Realisierung des ersten Prototyps	99
6.1.2	Prufstandsmontage	102

6.2	Elektrisches Design des Energieübertragungssystems . . . . .	102
6.3	Inbetriebnahme der Synchronmaschine . . . . .	109
6.3.1	Verifizierung des Systemdesigns . . . . .	110
6.3.2	Verifizierung der Stromregelung und Temperaturermittlung . . . . .	113
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>117</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>121</b>
<b>A</b>	<b>Anhang A</b>	<b>135</b>
A.1	Komplexe Wechselstromtheorie . . . . .	135
A.2	Systemtopologie . . . . .	136
A.2.1	Abweichung im charakteristischen Widerstand durch die vereinfachte Berechnung . . . . .	136
A.2.2	Wirkungsgrade der Topologien . . . . .	138
A.2.3	Vergleich der Wirkungsgrade . . . . .	141
A.3	Induktivitätsunabhängige Spulengüte . . . . .	144
A.4	Weitere Ergebnisse der FEM-Simulation . . . . .	145
A.5	Darstellung des Demonstrators . . . . .	147
A.6	Kapazitäten eines MOSFETs . . . . .	148
A.7	Darstellung des ersten und zweiten Prototyps . . . . .	148
A.8	Erweiterte Messungen am zweiten Prototyp . . . . .	150