

# Inhaltsverzeichnis

<b>Danksagung .....</b>	<b>III</b>
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Formelzeichen und Abkürzungen .....</b>	<b>VIII</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen und Stand der Technik.....</b>	<b>4</b>
2.1 Historische Entwicklung der induktiven Übertragungssysteme im Anwendungsfeld der Elektromobilität .....	5
2.2 Stand der Forschung und Technik.....	15
2.2.1 Öffentlich geförderte Projekte.....	17
2.2.2 Öffentlich geförderte Projekte im Bereich ÖPNV .....	21
2.2.3 EU-Förderprojekte .....	23
2.2.4 Weitere Entwicklungen von nicht öffentlich geförderten Projekten.....	25
2.3 Theorie des induktiven Energieübertragungssystems .....	26
2.3.1 Physikalische Grundlagen .....	27
2.3.2 Schematischer Aufbau des induktiven Energieübertragungssystems .....	30
2.3.3 Ersatzschaltbild .....	33
<b>3 Untersuchung einer toleranzbehafteten Spulengeometrie .....</b>	<b>37</b>
3.1 Gegenüberstellung der Spulengeometrien .....	38
3.2 Bestimmung des Kopplungsfaktors .....	43
3.3 Einfluss des Versatzes auf die Kopplung.....	46
3.4 Untersuchung der Spulengeometrien auf Drehung .....	52
3.5 Bewertung der Spulengeometrien .....	53
<b>4 Kompensation des Übertragungssystems.....</b>	<b>54</b>
4.1 Kompensation des Systems .....	55
4.2 Bestimmung der Komponenten.....	56
4.2.1 Seriell-seriell Kompensation .....	58

4.2.2	Seriell-parallel Kompensation.....	59
4.2.3	Parallel-seriell Kompensation .....	61
4.2.4	Parallel-parallel Kompensation .....	63
4.3	Lastabhängigkeit des gesamten Systems für die unterschiedlichen Kompensationsanordnungen .....	65
4.3.1	Lastabhängigkeit der seriell-seriell Kompensation .....	65
4.3.2	Lastabhängigkeit der seriell-parallel Kompensation .....	69
4.3.3	Lastabhängigkeit der parallel-seriell Kompensation .....	72
4.3.4	Lastabhängigkeit der parallel-parallel Kompensation.....	74
4.4	Positionsabhängigkeit .....	76
4.5	Zusammenfassung der Kompensationsanordnungen .....	77
<b>5</b>	<b>Versuchsaufbau.....</b>	<b>80</b>
5.1	Einschaltstrombegrenzung und Entwurf des Sperrwandlers.....	82
5.2	IGBT-Treiber .....	87
5.3	Temperaturmessung am IGBT-Modul.....	91
5.4	Frequenzregelung.....	94
5.4.1	Hardware der Frequenzregelung .....	97
5.4.2	Software der Frequenzregelung .....	100
5.4.3	Regelung .....	105
5.4.4	Ergebnisse .....	109
5.5	Auswahl des Kühlkörpers .....	113
<b>6</b>	<b>Analyse der Verluste.....</b>	<b>115</b>
6.1	Wicklungsverluste.....	117
6.1.1	Skinverluste.....	118
6.1.2	Proximityverluste .....	126
6.1.3	Numerische Berechnung der Wicklungsverluste .....	131
6.2	Eisenverluste .....	135
6.2.1	Numerische Berechnung der Eisenverluste.....	137
6.3	Verluste in den Abschirmplatten.....	140

6.3.1	Einfluss der Geometrie und Materialparameter .....	140
6.3.2	Numerische Berechnung .....	141
6.4	Verluste in den Kondensatoren .....	142
6.5	Verluste in der Leistungselektronik .....	146
6.6	Gleichrichterverluste.....	150
6.7	Analyse der Verlustanteile .....	150
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>152</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>155</b>
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>168</b>
<b>ANHANG A:</b>	<b>SIMULATIONSMODELL.....</b>	<b>168</b>
<b>ANHANG B:</b>	<b>BESTIMMUNG DER KOMPENSATIONSBEDINGUNGEN.....</b>	<b>174</b>
<b>ANHANG C:</b>	<b>DATENBLATT FÜR DAS INDUKTIVE ENERGIEÜBERTRAGUNGSSYSTEM....</b>	<b>189</b>
<b>ANHANG D:</b>	<b>MESSUNGEN .....</b>	<b>191</b>
<b>ANHANG E:</b>	<b>BERECHNUNG DES ZUSTANDRAUMMODELLS DER SERIELL-SERIELL KOMPENSIERTEN ÜBERTRAGUNGSSTRECKE .....</b>	<b>193</b>