

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	II
Kurzfassung .....	III
Abstract .....	IV
Inhaltsverzeichnis.....	V
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Formelzeichen.....	IX
Lateinische Buchstaben.....	IX
Griechische Buchstaben.....	XXI
Symbole und Operatoren .....	XXII
Abkürzungen.....	XXIII
1. Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung.....	2
1.2 Problemlösung .....	4
1.3 Ergebnis.....	5
1.4 Gliederung.....	6
2. Grundlagen zu Messspulen .....	8
2.1 Magnetisches Feld einer Spule .....	8
2.2 Selbstinduktivität und Gegeninduktivität .....	9
2.3 Einsatz von Messspulen .....	10
2.4 Kapazität einer Spule.....	12
2.4.1 Parasitäre Kapazität und Anordnungen der Windungen.....	12
2.4.2 Wicklungskapazität und Wickelverfahren .....	14
3. Hybridmethoden zur Berechnung der Induktivität und der Kapazität einer Spule.....	17
3.1 Induktivitätsberechnung .....	17
3.1.1 Analytische Formulierungen der Zylinderspule.....	17
3.1.2 FSMH für die Selbstinduktivität und Gegeninduktivität .....	19
3.2 Kapazitätsberechnung.....	29
3.2.1 Analytische Formulierungen zur Berechnung der Kapazität.....	29
3.2.2 Optimierung der analytischen Formulierungen .....	34
3.2.3 PEKMH für die Kapazitätsberechnung.....	38
4. Einfluss der Spulengeometrie auf die Induktivität.....	40

4.1	Teilinduktivität.....	40
4.2	Formulierung von PEEC.....	42
4.3	Berechnung der Induktivität einer partiell verformten Spule .....	46
4.3.1	Modellierung einer Windung .....	47
4.3.2	Anpassung der Zerlegung einer Windung .....	48
4.3.3	Behandlung der Induktivitätsänderung einer einlagigen Spule .....	50
4.3.4	Behandlung der Induktivitätsänderung einer Flachspule .....	55
4.3.5	Behandlung der Induktivitätsänderung einer mehrlagigen Spule.....	56
5.	Numerische Beispiele.....	59
5.1	Validierung der FSMH und der PEKMH .....	60
5.1.1	Induktivität eines Torus.....	60
5.1.2	Induktivitäten der Zylinderspulen.....	62
5.1.3	Kapazität einer zweilagigen Zylinderspule .....	65
5.2	Verringerung des Rechenaufwands bei vergleichbarer Genauigkeit.....	68
5.2.1	Induktivität einer beliebig geformten Spule .....	68
5.2.2	Kapazität einer beliebig geformten Spule.....	72
5.2.3	Ermittlung der Induktivitätsänderung einer partiell verformten Spule .....	75
5.3	Einsatz der Hybridmethoden im Projekt-NAPASAN .....	82
5.3.1	Einleitung.....	82
5.3.2	Abhängigkeit der Induktivitäten der Messspulen von der magnetischen Suszeptibilität .....	83
5.3.3	Kapazitäten der Messspulen .....	85
5.3.4	Toleranzanalyse der Primärspule mit Verformungen .....	88
6.	Zusammenfassung und Ausblick .....	91
Anhang A	Mittlerer geometrischer Abstand .....	93
Anhang B	Herleitung der Gegeninduktivitäten zweier Windungen für das FSM .....	95
Anhang C	Herleitung der elektrischen Energie zweier Windungen mit W1-Anordnung .....	98
Anhang D	Herleitung der elektrischen Energie zweier Windungen mit W2-Anordnung .....	101
Anhang E	Detaillierte Darstellung der Teilinduktivitätsmatrix einer Spule.....	105
Anhang F	Algorithmus zur Berechnung der magnetischen Suszeptibilität von Nano-Eisen- Partikeln.....	107
	Literaturverzeichnis .....	110