

Michael Blauth

**Parametrisierte Modelle
zur konstruktiven Auslegung
optimierter elektrischer
Steckverbinderkontakte**



Universitätsverlag Ilmenau
2017

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Zielstellung der Arbeit	8
1.2	Aufbau der Arbeit.....	11
2	Theoretische Grundlagen	12
2.1	Funktion und Aufbau von Steckverbinderkontakten	12
2.2	Konstruktionsprozess bei Steckverbinderkontakten.....	16
2.3	Modellbildung, Simulation und Optimierung am Beispiel von Steckverbinderkontakten.....	19
2.3.1	Analytische Verfahren	22
2.3.2	Numerische Verfahren	23
2.3.3	Optimierung von Bauelementen	26
2.4	Grundlagen zur Ermittlung kontaktphysikalischer Eigenschaften	29
2.4.1	Kontaktkraft.....	31
2.4.1.1	Festlegung der Kontaktkraft	31
2.4.1.2	Berechnung der Kontaktkraft von Biegefedern.....	35
2.4.2	Kontaktwiderstand.....	39
2.4.2.1	Kontaktfläche (Mechanische Betrachtung)	42
2.4.2.2	Engewiderstand (Elektrische Betrachtung)	53
2.4.2.3	Empirische Ermittlung des Kontaktwiderstandes.....	60
2.5	Dimensionierung des Bahnbereiches von Steckverbinderkontakten.....	64
2.6	Vereinfachung des Leiteranschlussbereiches	66
3	Thermische Modellbildung, Berechnung und Verifikation	69
3.1	Thermische Modelle zur Auslegung von Steckverbinderkontakten.....	71
3.1.1	Analytischer Ansatz zur Berechnung der Erwärmung	71
3.1.2	Berechnung der Wärmeübergangskoeffizienten.....	73
3.1.2.1	Wärmeübergangskoeffizient für Wärmekonvektion	73
3.1.2.2	Wärmeübergangskoeffizient für Wärmestrahlung.....	78
3.2	Leiterübertemperatur	82
3.2.1	Thermische Modellbildung der Leitung.....	82
3.2.2	Berechnung und Verifikation der Leiterübertemperatur	85

3.3 Temperaturgradient zwischen Steckverbinder und Leitung	90
3.3.1 Thermische Modellbildung mit axialem Wärmestrom	90
3.3.2 Thermische Ortskonstante einer Leitung	92
3.3.3 Thermische Randbedingungen	94
3.4 Temperaturdifferenz an kurzen Teilbereichen	96
3.5 Temperaturdifferenz an der Kontaktstelle	97
3.6 Wärmeströme an dem Steckverbinderkontakt	99
3.7 Thermische Modellbildung des Gesamtsystems	101
3.8 Verifikation der Erwärmung von Steckverbinderkontakten	105
3.8.1 Prüfmuster und Versuchsaufbau	105
3.8.2 Berechnung und Verifikation	108
4 Parametrisierte Modelle für Steckverbinderkontakte	111
4.1 Dimensionierung des maximalen Durchgangswiderstandes	113
4.1.1 Berechnung des maximalen Wärmestroms in die Leitung	117
4.1.2 Maximal zulässiger Durchgangswiderstand	120
4.2 Zusammenhang zwischen Durchgangswiderstand und Erwärmung	122
4.3 Ermittlung der optimalen Anzahl an Kontaktfedern	124
4.3.1 Szenarien zur Bestimmung des Durchgangswiderstandes der Kontaktfedern	126
4.3.2 Beispielhafte Berechnung des Einflusses der Anzahl an Kontaktfedern	130
4.3.3 Restriktionen für die optimale Anzahl an Kontaktfedern	132
4.4 Sensitivitätsanalyse bezüglich der Erwärmung von Steckverbinderkontakten	134

5	Vorgehen zur konstruktiven Auslegung von Steckverbinderkontakten	139
6	Zusammenfassung und Ausblick	144
	Formelzeichen und Abkürzungen.....	149
	Literaturverzeichnis	159
	Abbildungsverzeichnis	185
	Tabellenverzeichnis	191
	Anhang	195
	A1 Auswahl wichtiger Eigenschaften von Steckverbinderkontakten.....	196
	A2 Wesentliche Teilfunktionen der Bauelemente einer Steckverbindung	197
	A3 Formelsammlung.....	198
	A4 Mögliche Einflussparameter auf den Kontaktwiderstand.....	209
	A5 Geometrische und elektrische Parameter von Leitungen	210
	A6 Geometrisch-stoffliche Parameter der untersuchten Steckverbinderkontakte	211
	A7 Ergänzung möglicher Fragestellungen und Einflüsse.....	213
	A8 Beispielhafte konstruktive Auslegung von runden Steckverbinderkontakten für 100 A und 300 A	214