

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	V
Kurzfassung	IX
Abstract	XI
1 Einführung	1
2 Stand des Wissens	5
2.1 Vorspannen von Kreissägeblättern	6
2.2 Beanspruchung eines Kreissägeblatts während des Zerspanvorgangs	11
2.3 Prüfmethode zum Vorspannungszustand	13
2.4 Ansätze für die numerische Berechnung des Spannungswalzens	15
2.5 Weitere Maßnahmen zur Verbesserung des dynamischen Verhaltens von Kreissägeblätter	18
2.6 Eigenspannungen und deren Messverfahren	20
2.6.1 Dehnungsmessstreifen	20
2.6.1.1 DMS-Rosette	21
2.6.1.2 Wheatstonesche Brückenschaltung	21
2.6.2 Bohrloch-Verfahren	22
2.6.3 Röntgenographie	23
2.7 Kaltverfestigung	24
2.8 Fließkurve	24
2.9 Grundlagen zum Walzvorgang	26
2.10 Rotordynamische Grundlagen	27
2.11 Methode der Finiten-Elemente	31
2.11.1 Grundprinzip der FEM	32
2.11.2 Aufbau eines FE-Modells	33
2.11.3 Numerisches Berechnungsverfahren	34
2.11.3.1 Explizites Integrationsverfahren	34

2.11.3.2 Implizites Integrationsverfahren	35
2.11.4 Nichtlinearität in der FEM	37
2.11.5 Kontaktelemente	39
2.11.5.1 Lagrange-Verfahren	39
2.11.5.2 Penalty-Verfahren	40
2.11.5.3 Augmented-Lagrange-Verfahren	40
2.11.6 Kriterien zur Beurteilung der Modellgenauigkeit	40
2.11.6.1 Singularität	40
2.11.6.2 Konvergenz	41
2.12 Motivation und Zielsetzung	42
3 Ermittlung der Materialkennwerte und experimenteller Aufbau	45
3.1 Ermittlung der Festigkeitskennwerte	45
3.2 Einfluss der Härte auf die Festigkeitskennwerte	51
3.3 Tribologie-Untersuchung	52
3.4 Spannungswalzversuch	55
3.5 Experimentelle Eigenspannungsanalyse	59
3.6 Untersuchung der Walzspurtiefe	64
3.7 Ermittlung der statischen Steifigkeit	66
3.8 Messaufbau zur Durchführung der Modalanalyse	71
4 Modellbildung und Simulation des Spannungswalzens	77
4.1 Modellaufbau	77
4.2 Materialmodell	78
4.3 Analysemethodik	79
4.4 Kontakt- und Randbedingungen	81
4.5 Modellvereinfachung	82
4.6 Ergebnisinterpretation	85
4.7 Evaluation des Spannungswalzmodells	87
4.7.1 Validierung durch Eigenspannungsabgleich	87

4.7.2	Validierung durch Walzspurtiefenabgleich	90
5	DMS- und FEM-unterstützte SWPP-Studie	93
5.1	Einfluss von mechanischen Prozessparametern	93
5.1.1	Walzkraftvariation	93
5.1.2	Einfluss des Überwalzens	96
5.1.3	Einfluss der Walzgeschwindigkeit	98
5.2	Einfluss von geometrischen Parametern	99
5.2.1	Einfluss der Walzradiusvariation	99
5.2.2	Einfluss des Bombierungsradius	101
5.2.3	Einfluss der KSB-GK-Dicke	103
5.3	Einfluss von materialspezifischen Parametern	104
5.3.1	Einfluss des E-Moduls	104
5.3.2	Einfluss der Härte	106
6	Auswirkung des SWPP auf das Arbeitsverhalten von Kreissägeblättern	109
6.1	Auswirkung auf die Steifigkeit und dynamische Stabilität des Kreissägeblatts	109
6.2	Auswirkung auf die Walzspurtiefe	119
6.3	Einfluss auf die Zerspankräfte	121
7	Modellbasierte Kreissägeblattanalyse	127
7.1	Integration der Eigenspannung im Kreissägeblattmodell	127
7.2	Modellbasierte SWPP-Auswahl	131
7.3	Dynamisches Verhalten unter Belastung	134
7.4	Simulation des Abklingverhaltens	137
8	Alternatives Verfahren	141
8.1	Warmspannungswalzen	141
8.2	Spannungswalzanalysator	146
9	Zusammenfassung und Ausblick	153
10	Literatur	159