

Inhaltsverzeichnis

1	Motivation und Zielsetzung	1
1.1	Darlegung der Motivation	1
1.2	Ableitung der Zielsetzung	9
1.3	Struktur der Arbeit	11
2	Untersuchung des Stands der Technik und der Forschung	13
2.1	NC-Verfahrenskette als Teil der Wertschöpfungskette	13
2.2	Planungsebenen in der NC-Verfahrenskette	15
2.3	Vorgehensweise und Methoden zur CNC-PK-Generierung	17
2.3.1	Vorgehensweise zur manuellen CNC-PK-Generierung	17
2.3.2	Verfahren zur automatisierten CNC-PK-Generierung	19
2.3.2.1	Methoden des ersten Planungshorizonts	19
2.3.2.1.1	Anwendung der direkten Regelprogrammierung	23
2.3.2.1.2	Anwendung der HS	24
2.3.2.1.3	Anwendung der Genetischen Optimierung	26
2.3.2.1.4	Anwendung der KNN	27
2.3.2.1.5	Zusammenfassung der Methoden des ersten Planungshorizonts	28
2.3.2.2	Methoden des zweiten Planungshorizonts	29
2.4	Technische Umsetzung der CNC-PK-Generierung	30
2.4.1	Feature-Technologie in der NC-Verfahrenskette	30
2.4.2	Bewertung der NC-Verfahrenskette zur CNC-PK-Generierung	32
2.4.3	Automatisierte CNC-PK-Generierung durch CAM-Systeme	36
2.5	Bewertung ausgewählter Konzepte und Verfahren zur CNC-PK-Generierung	37
2.5.1	Grundlagen für die CNC-PK-Generierung	37
2.5.2	Konzepte und Planungsverfahren für die CNC-PK-Generierung	39
2.5.3	Konzepte und Planungsverfahren für das Einplanen der CNC-PK	43
2.6	Ableitung von Defiziten des Stands der Technik und der Forschung	44

3	Ableitung des Forschungsbedarfs und Konzepterstellung	48
3.1	Ableitung von Handlungsbedarf und Forschungsbedarf	48
3.2	Rahmenbedingungen und Zielsetzungen der Generierung von CNC-PK	51
3.3	Mathematische Modellierung der CNC-PK-Generierung	52
3.4	Herleitung des Konzepts zur Generierung von CNC-PK	55
3.4.1	Ausarbeitung der geltenden Voraussetzungen der CNC-PK-Generierung	56
3.4.2	Darstellung des Problemlösungsansatzes des Konzepts	57
3.4.3	Darstellung der verwendeten Methodik	61
3.4.4	Identifikation der Konzeptbausteine zur Systementwicklung	62
4	Entwicklung eines Systems zur automatisierten Generierung von CNC-PK	63
4.1	Methodische Vorgehensweise	63
4.2	Anwendungsbereich und Funktionsprinzip	64
4.2.1	Zielgruppen und Anwendungsfälle	64
4.2.2	Allgemeines Funktionsprinzip	66
4.3	Architektur und Module des Systems	68
4.4	Auswahl der Wissensrepräsentation und Modellierung der Wissensbasis	69
4.4.1	Auswahl der Wissensrepräsentation	69
4.4.2	Aufbau der Wissensbasis und der feature-basierten CNC-PK	72
4.4.3	Bewertung von feature-basierten CNC-PK	76
4.5	Auswahl und Anpassung der Wissensverarbeitung	79
4.5.1	Darstellung und Bewertung der Methoden zur Wissensverarbeitung	79
4.5.2	Übertragung der CNC-PK in einen gerichteten Graphen	82
4.5.3	Berechnung der Bewertung von CNC-PK	85
4.5.4	Anwendung der Algorithmen und Methoden zur Wissensverarbeitung	87
4.5.4.1	Teilfunktion der (I) Reihenfolgefestlegung der DF's	88
4.5.4.2	Teilfunktion der (II) Operationsauswahl	88
4.5.4.3	Teilfunktion der (III) Reihenfolgeumordnung	90
4.5.5	Komplexitätsbetrachtungen der Algorithmen und Methoden	92
4.5.5.1	Komplexitätsbewertung der Algorithmen und Methoden	92
4.5.5.2	Untersuchung der AV'n der Algorithmen	96
4.5.5.3	Untersuchung der AV'n der TSP-Algorithmen	99
4.5.6	Auswahl und Anpassung der Algorithmen	102
4.6	Festlegung des Ablaufs der CNC-PK-Erstellung	104
4.6.1	Darstellung des Gesamtablaufs	104

4.6.2	Vorbereitung und Festlegung der Planungskriterien.....	107
4.6.3	Analyse und Überführung der DF's in das Werkstück-Bearbeitungs-Modell.....	108
4.6.4	Reduktion des Werkstück-Bearbeitungs-Modells zur Generierung der CNC-PK	110
4.6.5	Auswertung der CNC-PK	111
4.7	Einbettung des Systems in die NC-Verfahrenskette	112
4.8	Zusammenfassung und Diskussion des Konzepts und des entwickelten Systems ..	114
5	Technische Realisierung als Demonstrator	118
5.1	Rahmenbedingungen zur Umsetzung des entwickelten Konzepts	118
5.2	Architektur des Demonstrators	120
5.2.1	Wissensbasis und Administration	121
5.2.2	CNC-Prozessketten-Generator	122
5.2.3	Visualisierung.....	124
5.3	Gesamtablauf der Anwendung des Demonstrators	126
5.3.1	Festlegung der Planungskriterien	126
5.3.2	Durchführung und Auswertung der CNC-PK-Generierung	128
6	Validierung: Experimentelle Untersuchungen von Fallbeispielen.....	130
6.1	Festlegung der Validierungsziele	130
6.2	Festlegung des experimentellen Umfeldes.....	131
6.3	Vorbereitung der Validierung	133
6.3.1	Definition der Fallstudien und Auswahl der Prüfgeometrien	133
6.3.2	Auswahl der Referenz-DF's als Bearbeitungsbereiche	134
6.3.3	Auswahl der FF's und BO'en	135
6.3.4	Festlegung der Bearbeitungsreihenfolgen für die Fallstudien	137
6.3.5	Festlegung der Anwendungsszenarien	138
6.4	Durchführung der VZ'e.....	139
6.4.1	Berechnung des Gesamtaufwands einer CNC-PK.....	140
6.4.2	Findung der optimalen CNC-PK für eine Planungsaufgabe	141
6.4.2.1	Berechnung von optimalen CNC-PK.....	141
6.4.2.2	Detail-Darstellung einer Operationsauswahl	144
6.4.3	Aufwandsreduktion in der CNC-PK-Generierung.....	146
6.5	Auswertung und Schlussfolgerung	147

7	Zusammenfassung und Ausblick	150
7.1	Zusammenfassung	150
7.2	Ausblick	154
8	Literaturverzeichnis	157
9	Verzeichnis der Anlagen	172
9.1	Komplexitäten in der CNC-Fertigung	172
9.2	Verfahren der NC-Programmierung	174
9.3	Wissen und Erfahrungen in der NC-Verfahrenskette	176
9.3.1	Modellierung von Wissen und Erfahrungen	176
9.3.2	Wissen und Erfahrungen in der CNC-PK-Generierung	179
9.4	Untersuchungen der NC-Verfahrenskette	181
9.4.1	Untersuchungen der Organisation in der NC-Verfahrenskette	181
9.4.2	Untersuchungen der Konstruktionsphase	182
9.4.3	Untersuchungen der Arbeitsvorbereitung und der Schnittstellen	183
9.4.4	Untersuchungen der Fertigung	186
9.5	Entwurf eines Expertensystems bzw. wissensbasierten Systems	187
9.6	Beschreibung der verwendeten Algorithmen der Graphentheorie	188
9.6.1	Beschreibung des verwendeten FW-Algorithmus	188
9.6.2	Beschreibung des verwendeten ANN-Algorithmus	190
9.7	Richtlinien und Normen zur Beurteilung von CNC-Maschinen	192
9.8	Verwendete Features und Parametersätze in der Validierung	193
9.8.1	Verwendete DF's	193
9.8.2	Verwendete FF's und BO'en	194
9.8.3	Verwendete Gewichtungsfestlegungen BK	196
9.8.4	Ergebnisse der Untersuchungen und Planungen der Testfälle	197
9.9	Datenbank-Modell des Demonstrators	201
9.10	Anwendung des Demonstrators	202
9.11	Einführung in UML	209