

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
0.1 Formelzeichen	1
0.2 Mathematische Operatoren	2
1 Einleitung	3
2 Anforderungsprofil	3
2.1 Analyse von Kollisionen	4
2.2 Diskussion verschiedener Kollisionsschutzsysteme	6
2.2.1 Mechanisch wirkende Vorrichtungen oder Systeme mit Sensoren	7
2.2.2 Steuerungstechnische Lösungen	8
2.2.3 Erzeugung kollisionsfreier Teileprogramme	9
2.3 Ansatz für ein umfassendes Kollisionsschutzsystem	9
2.3.1 Überwachung der geometrischen Eingaben und Funktionen der Steuerungen durch die Geometrieüberwachung	14
2.3.2 Überwachung der maschinennahen Steuerungsfunktionen durch die Bahnüberwachung	14
2.4 Beschreibung des Versuchsaufbaus	15
3 Geometrieüberwachung	18
3.1 Aufgabenstellung für die Geometrieüberwachung	18
3.1.1 Problematik der Kollisionserkennung mittels Rechenmodell	18
3.1.2 Lösungsansatz für die Geometrieüberwachung	19
3.1.3 Betriebsarten von Maschine und Steuerung	21
3.2 Anforderungen an die Hardware	24

	Seite
3.3 Auswahl und Beschreibung des Modells für die Kollisionsbetrachtung	26
3.3.1 Diskussion möglicher Darstellungsformen des Arbeitsraumes	26
3.3.2 Darstellung des Maschinenraumes	31
3.3.3 Darstellung des Werkstückes	32
3.3.4 Darstellung der bewegten Schlittenkontur mit den Werkzeugen	33
3.3.5 Berücksichtigung des Verfahrenweges des Werkzeugschlittens	38
3.3.6 Die technologischen Zerspanbedingungen	43
3.3.7 Definition der Schneide	45
3.4 Kollisionserkennung	48
3.4.1 Methoden zur Erkennung von Überschneidungen von Polygonzügen	48
3.4.2 Mathematische Beschreibung der Polygonzüge	51
3.4.3 Verschneidung von zwei Strecken	52
3.4.4 Optimierung des Zeitverhaltens des Rechenalgorithmus	54
3.5 Simulation der Zerspanung	56
3.6 Stabilität des Rechenalgorithmus	59
3.7 Der Kollisionsschutz in den Betriebsarten der Steuerung	61
3.7.1 Automatikbetrieb und Einzelsatzbetrieb	61
3.7.2 Handbetrieb	63
3.7.3 Referenzpunktfahren	68
3.7.4 Betriebsartenwechsel	69
3.8 Schnittstelle zum Benutzer	71
3.8.1 CAD-Koppelung für die Modellierung von Konturen	72
3.8.2 Interaktive Modellierung der Konturzüge im Kollisionsschutzsystem	73
3.8.3 Graphische Ausgabe	75
3.8.4 Verwaltung der Konturdateien	76

3.8.5 Status- und Fehleranzeige	Seite 77
4 Bahnüberwachung	79
4.1 Anforderungsprofil für die Bahnüberwachung	79
4.1.1 Verfahren des Werkzeugschlittens	80
4.1.2 Verfahren von Reitstock und Lünette	81
4.1.3 Werkzeugwechsel	82
4.1.4 Drehung der Hauptspindel mit Spannfutter und Werkstück	82
4.2 Lösungsansatz für die Bahnüberwachung	83
4.3 Bestimmung der Sollwerte	84
4.3.1 Lineare Bewegung	85
4.3.2 Synchronisation bei der Gewindebearbeitung	90
4.3.3 Kreisbewegung	90
4.3.4 Hauptspindel und die Betrachtung der Drehzahl	94
4.4 Ablauf des Überwachungsvorganges	95
4.4.1 Automatikbetrieb	95
4.4.2 Handbetrieb	96
4.4.3 Referenzpunktfahren	96
4.5 Aufbau der Hardware	98
4.5.1 Prozessorplatine	98
4.5.2 Lagemeßsystem	98
4.5.3 Auswerteelektronik für das Lagemeßsystem	99
4.5.4 Maßnahmen im Fehlerfall	101
5 Beschreibung des Programmaufbaus	104
5.1 Verwendete Programmiersprache	104
5.2 Aufteilung des Programmes in Funktionsmodule	105

	Seite
5.3 Run-Time-Interface	108
5.4 Datentransfer Kollisionsschutz-Steuerung	109
6 Erweiterungsmöglichkeiten des Kollisionsschutzsystems	111
6.1 Kollisionsschutz für die 4-Achsen-Drehbearbeitung	111
6.2 Automatische Erfassung der kollisionsrelevanten Kon- turen durch Sensoren	114
7 Zusammenfassung	116
8 Literaturverzeichnis	118