

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Abbildungsverzeichnis | 11 |
| Tabellenverzeichnis..... | 15 |
| Abkürzungsverzeichnis | 17 |
| Formelzeichen..... | 19 |
| 1 Einleitung | 21 |
| 1.1 Motivation | 21 |
| 1.2 Vorgehensweise..... | 23 |
| 2 Stand der Technik | 27 |
| 2.1 Klassische CAD/CAM-Kette | 27 |
| 2.2 Fehlerquellen der NC-Programm- und Arbeitsvorbereitung | 29 |
| 2.3 Funktionsprinzip von NC-Steuerungen an Werkzeugmaschinen..... | 32 |
| 2.3.1 Mensch-Maschine-Schnittstelle/Human Machine Interface | 33 |
| 2.3.2 NC | 36 |
| 2.3.3 PLC..... | 38 |
| 2.4 Simulation von NC-Programmen | 41 |
| 2.4.1 CAD/CAM NC-Simulation | 42 |
| 2.4.2 Software-in-the-Loop-Kopplung | 44 |
| 2.4.3 Hardware-in-the-Loop-Kopplung..... | 44 |
| 2.4.4 Weitere Kopplungsmöglichkeiten..... | 46 |
| 2.5 Virtual Reality | 47 |
| 2.6 Forschungsansätze zur Verbesserung der Simulation von NC- Programmen..... | 52 |
| 2.6.1 Desktopbasierte Ansätze..... | 53 |
| 2.6.2 VR-basierte Ansätze..... | 54 |
| 2.7 Zusammenfassung Stand der Technik..... | 56 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3 | Zielsetzung | 59 |
| 4 | Hardware-in-the-Loop-Kopplung | 63 |
| 4.1 | Kopplungsmöglichkeiten PROFIBUS | 64 |
| 4.1.1 | Konzept | 64 |
| 4.1.2 | Umsetzung | 66 |
| 4.2 | Kopplungsmöglichkeiten DDE | 69 |
| 4.2.1 | Konzept | 69 |
| 4.2.2 | Umsetzung | 71 |
| 4.3 | Vergleich PROFIBUS – DDE..... | 79 |
| 5 | VR-gestützte Abtragssimulation | 83 |
| 5.1 | Aufbereitung des virtuellen Maschinenmodells für die VR-Simulation..... | 83 |
| 5.1.1 | Konzept zur Aufbereitung des Maschinenmodells..... | 84 |
| 5.1.2 | Umsetzung Maschinenmodellaufbereitung am Beispiel einer 5-Achs-Fräsmaschine..... | 87 |
| 5.2 | Materialabtragssimulation mittels VRML | 90 |
| 5.2.1 | Konzept Materialabtragssimulation mittels Nagelbrettmodell- methode..... | 90 |
| 5.2.2 | Umsetzung der Nagelbrettmethode am Beispiel einer 5-Achs- Fräsmaschine | 93 |
| 5.3 | Materialabtragssimulation mittels Constructive Solid Geometry..... | 105 |
| 5.3.1 | Konzept für eine Materialabtragssimulation mittels Sweep- Volumen | 105 |
| 5.3.2 | Umsetzung der Materialabtragssimulation mittels Sweep- Volumen | 111 |
| 6 | Verifikation der entwickelten Methodik | 123 |
| 6.1 | Übertragung der entwickelten Methodik auf das 3-Achs-BAZ DMP 45 V linear | 125 |
| 6.2 | Durchführung der Zerspanversuche | 128 |
| 6.3 | Auswertung der Zerspanversuche..... | 131 |
| 6.4 | Rückschlüsse auf die Methodik | 140 |

| | |
|---|------------|
| 7 Zusammenfassung und Ausblick | 143 |
| Literaturverzeichnis..... | 147 |
| Anlagen | 159 |
| Anlage A: Einrichten der Simulationsrechneranbindung auf der NC- Steuerung | 161 |
| Anlage B: Anpassen des VRML-Maschinenmodells für den SINUMERIK MS | 169 |
| Anlage C: Achsdatenerfassung NCdata3.exe | 173 |
| Anlage D: Funktionsnachweis I SweepGUI, Kapitel 5.3.2 | 183 |
| Anlage E: Funktionsnachweis II SweepGUI, Kapitel 5.3.2 | 185 |
| Anlage F: Werkstückzeichnungen..... | 187 |