

Berichte der  
Institute für  
Automatisierungs-  
technik



Technische  
Universität  
Braunschweig

Dipl.-Ing. Dirk Janssen, Verl

# **Objektorientierte Basisfunktionen für offene Steuerungen**

Fortschritt-Berichte VDI  
Reihe **8**: Meß-, Steuerungs-  
und Regelungstechnik

Nr. **578**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Situation der CNC-Steuerungstechnik</b> .....	<b>3</b>
2.1 Entwicklungsstand konventioneller CNC-Steuerungen.....	3
2.1.1 Gerätetechnik.....	4
2.1.2 Benutzerschnittstelle.....	8
2.1.3 NC-Kern.....	9
2.1.4 Robotersteuerungen.....	12
2.1.5 Defizite von CNC-Steuerungen.....	14
2.2 Eigenschaften offener Steuerungen.....	16
2.2.1 Forderung nach offenen Steuerungen.....	16
2.2.2 Innere und äußere Offenheit.....	17
2.2.3 Flexible Gerätetechnik.....	19
2.2.4 Erweiterbare Benutzerschnittstelle.....	21
2.2.5 Zugängliche Softwareschnittstelle.....	23
2.3 Offene Steuerungen in Forschung und Industrie.....	24
2.3.1 Forschungsprojekte.....	24
2.3.2 Industrielle Entwicklungen.....	26
2.3.2.1 Steuerungen auf standardisierter Hardwarebasis.....	26
2.3.2.2 PC-Integration in konventionelle CNC-Steuerungen.....	27
2.3.2.3 Systeme mit Erweiterungsmöglichkeiten im NC-Kern.....	28
2.3.2.4 Softwarebaukasten.....	31
2.4 Bewertung offener Steuerungskonzepte.....	32
2.4.1 Allgemeine Bewertung.....	32
2.4.2 Interner Nutzen für Steuerungshersteller.....	33
2.4.3 Hoher Aufwand für Maschinenhersteller.....	34
2.4.4 Harmonisierung für Endanwender.....	35
2.5 Realisierte Anwendungen auf Basis offener Steuerungen.....	35
2.6 Zusammenfassung.....	36
<b>3 Lösungsansatz</b> .....	<b>38</b>
3.1 Ausgangssituation.....	38
3.2 Zielstellung.....	41
3.3 Vorgehensweise.....	43
<b>4 Anwenderdefinierte NC-Funktionen</b> .....	<b>45</b>
4.1 Abgrenzung zum übrigen Funktionsumfang.....	45
4.2 Einsatzfelder anwenderdefinierter NC-Funktionen.....	46
4.3 Entwicklungsinstanzen für NC-Funktionen.....	50
4.3.1 NC-Funktionen auf Basis konventioneller Steuerungen.....	51

4.3.2 NC-Funktionen auf Basis offener Steuerungen .....	52
4.3.3 Bewertung der Entwicklungskonstellationen .....	53
4.4 Klassifizierung der NC-Funktionen .....	56
4.4.1 Klassifizierung der Schnittstellen zum NC-Kern .....	57
4.4.2 Klassifizierung der Anwendungsgebiete .....	60
4.5 Entwicklungssysteme für Softwareerweiterungen .....	61
4.6 Zusammenfassung .....	62
<b>5 Objektorientierte Basisfunktionen.....</b>	<b>64</b>
5.1 Objektorientierte Programmierung (OOP) .....	64
5.1.1 Eigenschaften der OOP .....	64
5.1.1.1 OOP in der übergeordneten Automatisierungstechnik .....	65
5.1.1.2 OOP in der prozeßnahen Automatisierungstechnik.....	65
5.1.2 Objektorientierte Prinzipien.....	67
5.1.2.1 Klassen und Objekte.....	67
5.1.2.2 Kapselung von Daten und Methoden.....	67
5.1.2.3 Vererbung .....	68
5.1.2.4 Polymorphie (Überschreiben von Methoden).....	69
5.1.2.5 Private und öffentliche Methoden .....	70
5.2 Eigenschaften der Basisfunktionen .....	71
5.3 Aufbau der Basisfunktionen .....	73
5.4 Vorgehensweise bei der Entwicklung.....	76
5.4.1 Beispielfunktion .....	76
5.4.2 Entwicklungsebenen.....	77
5.5 Objektorientierte Realisierung der Basisfunktionen.....	79
5.5.1 Übersicht .....	79
5.5.2 Definitionsebene.....	80
5.5.3 Steuerungsspezifische Ebene .....	81
5.5.4 Basisfunktionsebene .....	83
5.5.5 NC-Funktionsebene.....	84
5.5.6 Abgrenzung der Ebenen untereinander .....	84
5.6 Anforderungen an die Zielsysteme.....	85
5.6.1 Übersicht .....	86
5.6.2 Absolute Anforderungen.....	87
5.6.3 Funktionsspezifische Anforderungen.....	87
5.6.4 Qualitative und quantitative Anforderungen.....	88
5.6.5 Anforderungen an die Entwicklungssysteme.....	90
5.7 Entwicklungsverantwortung.....	91
5.8 Globale Realisierungsmöglichkeiten .....	94
5.8.1 Standardisierte Basisfunktionen .....	94
5.8.2 Basisfunktionen eines Drittanbieters .....	95

---

5.8.3 Basisfunktionen eines Steuerungsherstellers .....	95
5.8.4 Steuerungsspezifische Basisfunktionen .....	96
5.8.5 Bewertung .....	97
5.9 Zusammenfassung .....	97
<b>6 Implementierung der Basisfunktionen .....</b>	<b>99</b>
6.1 Zielsystem .....	99
6.2 Parallelroboter als Anwendungsobjekt .....	101
6.2.1 Aufbau und Eigenschaften .....	101
6.2.2 Transformationsberechnung .....	102
6.2.3 Werkzeugkoordinatentransformation .....	104
6.2.4 Arbeitsraumüberwachung .....	104
6.3 Implementierte Funktionen .....	107
6.3.1 Übersicht .....	107
6.3.2 Koordinatentransformationsfunktion .....	109
6.3.3 Werkzeugtransformationsfunktion .....	117
6.3.4 Arbeitsraumüberwachungsfunktion .....	118
6.3.5 Zyklenfunktion .....	120
6.4 Ergebnisse bei der Implementierung .....	123
<b>7 Zusammenfassung / Ausblick .....</b>	<b>124</b>
<b>Anhang: Transformationsalgorithmen des Parallelroboters .....</b>	<b>126</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>129</b>