

Dipl.-Ing. Hans Jörg Beestermöller, Bremen

**Software-Fehler-
toleranzverfahren für
eingebettete verteilte
Automatisierungssysteme**

Reihe **8**: Meß-, Steuerungs-
und Regelungstechnik Nr. **698**

Inhalt

1 Einleitung	1
1.1 Ziele und Stand der Technik.....	1
1.2 Gliederung dieser Arbeit.....	2
2 Fehlertoleranzklassen, Methoden, Begriffe.....	4
3 Funktionsblock-konfigurierbare Systeme.....	8
3.1 Hardware-Architekturen verteilter Automatisierungssysteme.....	8
3.2 Der Standard IEC 1131-3	11
3.3 Entwurf verteilter Automatisierungssysteme mit Mehrrechner-PEARL.....	16
3.4 Systematischer Entwurf einer offenen SPS-Systemsoftware.....	20
4 Fehlertoleranzmaßnahmen bei temporärer Überlast.....	22
4.1 Ursachen temporärer Überlast.....	22
4.2 Konstrukte moderner Realzeit-Sprachen	23
4.2.1 Task-Deadlines.....	23
4.2.2 Ausnahmebehandlungs-Modelle.....	24
4.3 Konzepte zum Abbau temporärer Überlast.....	26
4.3.1 Alternative Task-Ausführungsteile.....	26
4.3.2 Checkpoints /Milestones.....	29
4.3.3 Task-Sparmodus	30
4.4 Re-Entwurf der Feldstations-Software zur Integration von Fehlertoleranz.....	34
4.5 Verifikationsszenario.....	36
5 Einplanbarkeitsanalyse von Taskszenarien.....	38
5.1 Übereinstimmung von Deadline-Intervall mit Abtastperiode.....	39
5.2 Deadline-Intervall kürzer als das Abtastintervall.....	42
6 Fehlertoleranzmaßnahmen bei permanenter Überlast.....	48
6.1 Ursachen permanenter Überlast.....	48
6.2 Abbau permanenter Überlast durch Rekonfiguration.....	48
6.3 Voraussetzungen für Rekonfigurationsmaßnahmen.....	49
6.4 Entwurf des Software-Initialzustandes eines verteilten Automatisierungssystems.....	52
6.5 Planen von Rekonfigurationsmaßnahmen (Wissensbasis der Zellen-Leitstation).....	54
6.6 Mehrrechner-PEARL orientierte Beschreibung von Rekonfigurationsmaßnahmen.....	56
7 Verifikation.....	60
7.1 Verifikation des Task-Sparmodus.....	60
7.1.1 Verifikations-Szenario.....	60
7.1.2 Verifikation des „Watchdog-Mechanismus“.....	62
7.1.3 Verifikation des „Spar-Modus“ bei adaptiver Regelung.....	63
7.2 Verifikation der Software-Erweiterungen zur Rekonfiguration von Task-Szenarien...	65
7.2.1 Verifikations-Szenario.....	65

7.2.2 Erweiterungen der Feldstations- und Leitstations-Software.....	66
7.2.3 Verifikation am Beispiel der Verlagerung einer Regler-Task.....	69
8 Anwendungsbeispiel.....	71
8.1 Problemstellung.....	71
8.2 Entwurf des Software-Initialzustandes.....	72
8.3 Planen von Rekonfigurationsmaßnahmen.....	73
9 Zusammenfassung und Ausblick.....	76
10 Literaturverzeichnis.....	77