

Vorlesung

---

# Prozessautomatisierung

---

Gunter Bolch • Informatik 4

Sommer 2002

PA

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

PA

A	Überblick	A1
B	Einführung	B1
B.1	Was ist Prozessautomatisierung?	B1
	1 Prozessautomatisierung ist	B1
	2 Einsatzbeispiele	B1
	3 Zielsetzungen des Einsatzes von Prozessrechensystemen	B3
	4 Gefahren des Einsatzes von Prozessrechensystemen	B4
	5 Begriffsbildung (DIN 66201)	B5
	6 Kopplungsarten	B7
	7 Charakteristika der Kopplung zwischen Prozessrechensystem und Prozess	B10
B.2	Technische Prozesse	B11
	1 Nutzen einer Klassifikation	B11
	2 Mögliche Klassifikationskriterien	B12
	3 Klassifikation nach behandeltem Medium:	B13
	4 Klassifikation nach eingesetztem Verfahren:	B15
	5 Klassifikation nach räumlicher Verteilung des Mediums:	B16
	6 Klassifikation nach zeitlichem Ablauf:	B17
B.3	Beschreibung von technischen Prozessen	B19
	1 Beschreibungsmöglichkeiten für Techn. Prozesse:	B21
	2 Beschreibung kontinuierlicher Prozesse durch Differentialgleichungen	B22
	3 Beschreibung kontinuierlicher Prozesse durch Übertragungsfunktionen	B26

		Inhalt
	4 Beschreibung kontinuierlicher Prozesse durch Testsignale	B35
B.4	Prozessidentifikation (Prozessanalyse)	B37
	1 Theoretische Analyse	B39
	2 Experimentelle Analyse	B45
B.5	Aufgaben der Prozessautomatisierung	B51
	1 Hauptaufgabe:	B51
	2 Teilaufgaben:	B52
	3 Übergeordnete Aufgaben:	B53
	4 Einwirkungsmöglichkeiten auf den technischen Prozess	B54
B.6	Beispiele	B55
	1 Pumpensteuerung	B55
	2 Steuerung einer spanenden Werkstückbearbeitung durch Plandrehen	B59
	3 Ampelsteuerung	B64
	4 Regelung einer Dampferzeugung	B66
C	Entwicklung der Prozessautomatisierung	C1
	1 bis 1940: Keine Automatisierung	C2
	2 1940 - 1950: Vorstufe der Automatisierung	C3
	3 1950 - 1960: Erste Stufe der Automatisierung	C4
	4 1950 - 1960: Zweite Stufe der Automatisierung	C6
	5 1950 - 1960: Dritte Stufe der Automatisierung	C8
	6 1950 - 1960: Vierte Stufe der Automatisierung	C9
	7 ab 1960: Fünfte Stufe der Automatisierung	C10
	8 ab 1975: Sechste Stufe der Automatisierung	C11
	9 ab 1980: Siebte Stufe der Automatisierung	C12
	10 ab 1990: Achte Stufe der Automatisierung	C13

	Inhalt
<b>D</b>	<b>Aufgaben der Prozessautomatisierung . . . . . D1</b>
D.1	Datenerfassung . . . . . D2
	1 Unterschiedliche Signaltypen . . . . . D3
	2 Typen von Signaleingängen: . . . . . D5
	3 Ablauf der Datenerfassung . . . . . D7
	4 Analogwerterfassung . . . . . D11
	5 Digitalwerterfassung . . . . . D16
D.2	Auswertung . . . . . D17
	1 Definition: . . . . . D17
	2 Mittelwert . . . . . D20
	3 Glättungswert . . . . . D21
	4 Analysetechnik: . . . . . D24
D.3	Überwachung . . . . . D30
	1 Betriebsprotokolle . . . . . D31
	2 Schematische Prozessabbildung . . . . . D33
	3 Störungserfassung- und analyse . . . . . D38
D.4	Steuerung . . . . . D53
	1 Definition . . . . . D53
	2 Anfahrvorgang einer Pumpe . . . . . D58
	3 Positionierung einer Säge . . . . . D61
	4 Steuerung einer Malztransportanlage . . . . . D64
	5 Programmierbare Steuerungen . . . . . D72
D.5	Regelung . . . . . D73
	1 Definition . . . . . D73
	2 Reglertypen . . . . . D77
	3 Reglerentwurf . . . . . D80

	4 Realisierung eines PID-Reglers auf dem Rechner . . . . . D85
	5 Abtastregelung . . . . . D88
	6 Adaptive Regelung . . . . . D90
	7 Regelung einer Destillationskolonne . . . . . D92
	8 Fuzzy Regelung . . . . . D93
D.6	Führung . . . . . D105
	1 Führung nach Festprogramm . . . . . D106
	2 Führung nach Prozessgleichungen . . . . . D114
D.7	Optimierung . . . . . D124
	1 Lineare Optimierung . . . . . D128
	2 Nichtlineare Optimierung . . . . . D134
	3 Stochastische Suchverfahren . . . . . D135
	4 Gradientenverfahren . . . . . D144
	5 Diskrete (ganzzahlige) Optimierung . . . . . D147
	6 Dynamische Programmierung . . . . . D148
<b>E</b>	<b>Struktur von Prozessrechensystemen . . . . . E1</b>
E.1	Prozesskopplungsarten . . . . . E1
	1 Kein Rechnereinsatz . . . . . E2
	2 Indirekte Prozesskopplung (off-line-Betrieb) . . . . . E4
	3 Dialogbetrieb (in-line-Betrieb) . . . . . E7
	4 Direkte Prozesskopplung (on-line-Betrieb) . . . . . E9
E.2	Sicherheit und Zuverlässigkeit . . . . . E12
	1 Verfügbarkeit . . . . . E18
	2 Verfügbarkeit zusammengesetzter Systeme . . . . . E22
	3 Konfigurationen zur Erhöhung der Verfügbarkeit . . . . . E29

	<b>Inhalt</b>
E.3	Struktureller Aufbau von Automatisierungssystemen . . . . . E34
	1 Struktur konventioneller Automatisierungssysteme: . . . . . E34
	2 Zentraler Prozessrechner . . . . . E35
	3 Redundante Einzelgeräte (Back-up-Geräte) . . . . . E36
	4 Doppelrechnersysteme . . . . . E37
	5 Verdopplung einzelner Komponenten eines Rechensystems . . . . . E44
	6 Dreirechnersystem . . . . . E45
	7 Dezentrale Prozessrechnersysteme . . . . . E47
E.4	Prozessrechneraufbau . . . . . E58
	1 Fähigkeit zum Echtzeitbetrieb (Real-Time-System) . . . . . E59
	2 Einzelbit-Verarbeitungsmöglichkeit . . . . . E60
	3 Spezielle Einrichtungen zur Ein- und Ausgabe von Prozesssignalen . . . . . E61
	4 Robustheit der Geräte . . . . . E62
E.5	Busse - Verbindungswege im System . . . . . E63
	1 Basisfunktionen eines Bussystems . . . . . E64
	2 Bustypen . . . . . E74
<b>F</b>	<b>Prozessperipherie . . . . . F1</b>
F.1	Übertragungssperipherie . . . . . F2
F.2	Signalperipherie . . . . . F3
	1 A/D-Wandler: . . . . . F5
	2 Messfühler: . . . . . F6
	3 Prozesseinheit (Prozessinterface): . . . . . F7
	4 Zeitgeber: . . . . . F12
F.3	Speicherperipherie . . . . . F18
F.4	Benutzerperipherie . . . . . F19

	<b>Inhalt</b>
<b>G</b>	<b>Software in der Prozessautomatisierung. . . . . 1</b>
G.1	Echtzeitbetriebssysteme . . . . . 2
	1 Zeitverwaltung . . . . . 5
	2 Unterbrechungsverwaltung . . . . . 6
	3 Fehlerbehandlung . . . . . 17
	4 Echtzeitbetrieb. . . . . 19
	5 Das PEARL Betriebssystem (PBS) . . . . . 23
G.2	Programmiersprachen für die Prozessautomatisierung. . . . . 33
	1 Anforderungen an Prozessprogrammiersprachen. . . . . 33
	2 Software - Lebenszyklus . . . . . 36
	3 PEARL - Kurzbeschreibung. . . . . 42