

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Eine geregelte Einführung	1
2 Modellbildung (nicht zu verwechseln mit gebildeten Models)	5
2.1 Der Regelkreis, die kreisende Regel	8
2.2 Der „kleine“ Unterschied: Steuerung und Regelung	11
2.3 Beschreibung von Übertragungsgliedern	12
2.3.1 Original und Fälschung	12
2.3.2 Linearisierung, aber wie?	16
2.3.3 Lineare zeitinvariante Eingrößensysteme	18
2.3.4 Hin und Her: Dynamisches Verhalten	20
2.3.5 Übertragung von periodischen Signalen	32
2.3.6 Laplace: Der „Rechenschieber“ für die Rätseltechnik	35
2.3.7 Darstellungsformen im Bildbereich	48
2.3.8 Die wichtigsten Übertragungsglieder	53
3 Stabilität von Regelkreisen	99
3.1 Das Hurwitz-Kriterium	101
3.2 Jenseits von Kalle Blomquist: Das Nyquist-Kriterium	107
4 Auslegung von Reglern	113
4.1 Der CD-Regelkreis	113
4.1.1 Modellbildung	115
4.1.2 P-Regler — ein Versuch?	120
4.1.3 Anforderungen an den Regler	123
4.1.4 Stellgrößenaufschaltung	126
4.1.5 Regelung mit einem PI-Regler	126
4.1.6 Regelung mit einem PID-Regler	128
4.2 Einstellregeln für PID-Regler	132
4.2.1 Einstellregeln nach Ziegler-Nichols: Methode des Stabilitätsrandes ...	132
4.2.2 Einstellregeln nach Ziegler-Nichols: Methode der Sprungantwort	133
4.2.3 Einstellregeln nach Chien, Hrones und Reswick: Methode der Sprung- antwort	134
5 Nieder mit der Schwerkraft: Es schwebt die Kugel	135
5.1 Die schöne Kugel und der alte Elektromagnet	137
5.2 Modellbildung	139
5.3 Die Sensorik	143
5.3.1 Operationsverstärker — gaaanz einfach	143
5.3.2 Lampe, Solarzelle und Kugel	145
5.4 Die Spannungsversorgung	148
5.5 Der Regler	151
5.6 Der Verstärker für den Magneten	154

5.7	Aufbau der Schaltung: Bestücken und Löten	157
5.8	Die Inbetriebnahme: Einschalten und riechen!	161
5.9	Erweiterung der Schaltung	163
6	Wir kriegen Zustände: Der Zustandsraum	165
6.1	Das ABeze des Zustandsraumes	172
6.1.1	Antrieb für einen Druckkopf.	174
6.1.2	Zurück zur Übertragungsfunktion	178
6.1.3	Stabiler Charakter: Das charakteristische Polynom	180
6.1.4	Lineare Zustandstransformation	181
6.1.5	Gaaanz normal: Die Regelungsnormalform	183
6.1.6	Fast normal: Die Beobachtungsnormalform	185
6.1.7	Total schräg: Die Diagonalform oder Jordanform	187
6.1.8	Beobachtbarkeit und Steuerbarkeit	189
6.2	Die Zustandsregelung	191
6.3	Das Verfahren der Polzuweisung	193
6.4	Beobachter	196
7	Alles geregelt?	201
8	Trainingseinheiten	205
8.1	Also jetzt erstmal ein paar Fragen	207
8.2	... und hier die Antworten	211
8.3	Aufgaben mit Lösungsweg	221
8.3.1	Aufgaben zum Abschnitt Modellbildung	222
8.3.2	Aufgaben zum Abschnitt Stabilität	243
8.3.3	Aufgaben zum Abschnitt Reglerauslegung	248
8.3.4	Aufgaben zum Abschnitt Schwebende Kugel	250
8.3.5	Aufgaben zum Abschnitt Zustandsraum	257
	Literaturverzeichnis	261
	Index	263