

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . .	9
1. Auftreten von Abtastvorgängen . . . . .	13
2. Mathematische Beschreibung des Abtastvorgangs . . . . .	31
3. Die z-Transformation . . . . .	43
3.1 Definition und Beispiele . . . . .	43
3.2 Rechenregeln der z-Transformation . . . . .	53
3.2.1 Verschiebungsregeln . . . . .	54
3.2.2 Dämpfungsregel . . . . .	57
3.2.3 Differenzbildungs- und Summationsregel . . . . .	60
3.2.4 Differentiationsregel für die Bildfunktion . . . . .	63
3.2.5 Faltungsregel . . . . .	64
3.2.6 Grenzwertsätze . . . . .	69
3.3 z-Transformation spezieller Funktionstypen . . . . .	73
3.3.1 z-Transformation rationaler Funktionen von s . . . . .	73
3.3.2 z-Transformation rationaler Funktionen von $e^{Ts}$ und Lösung von Differenzengleichungen . . . . .	79
3.3.3 z-Transformation des Produktes einer rationalen Funktion von s mit einer rationalen Funktion von $e^{Ts}$ . . . . .	89
3.4 Ein allgemeiner Zusammenhang zwischen $F(s)$ und $F_z(z)$ . . . . .	90
3.5 Rücktransformation (Umkehrung der z-Transformation) . . . . .	92
3.5.1 Problemstellung . . . . .	92
3.5.2 Rücktransformation rationaler Funktionen von z . . . . .	101
3.5.3 Weitere Möglichkeiten der Rücktransformation . . . . .	105
4. Beschreibung von Abtastsystemen mittels der z-Transformation . . . . .	114
4.1 Struktur von Abtastregelungen . . . . .	114

4.2	Die z-Übertragungsfunktion . . . . .	119
4.3	Beschreibung einer Abtastregelung mittels der z-Transformation . . . . .	125
5.	Stabilität . . . . .	137
5.1	Definition der Stabilität . . . . .	137
5.2	Grundlegende Stabilitätskriterien . . . . .	140
5.3	Stabilitätsverhalten zwischen den Abtastzeitpunkten . . . . .	155
5.4	Algebraische Stabilitätskriterien . . . . .	159
5.4.1	Charakter der algebraischen Stabilitätskriterien . . . . .	159
5.4.2	Notwendige Bedingungen . . . . .	161
5.4.3	Anwendung einer bilinearen Transformation . . . . .	164
5.4.4	Das Kriterium von Schur-Cohn-Jury . . . . .	168
5.4.5	Das Reduktionsverfahren . . . . .	171
5.4.6	Hinreichende Bedingungen . . . . .	177
5.4.7	Stabilitätsungleichungen für Polynome niedrigen Grades . . . . .	179
5.5	Das Wurzelortsverfahren in der z-Ebene . . . . .	184
6.	Entwurf auf endliche Einstellzeit . . . . .	194
6.1	Entwurfsziel und geometrisches Prinzip . . . . .	194
6.2	Herleitung und Lösung der Synthesegleichungen . . . . .	198
6.3	Berechnung des Reglers für endliche Einstellzeit . . . . .	206
6.4	Anwendungsbeispiel: Umsetzvorgang eines Förderkorbs . . . . .	213
6.5	Eigenschaften des Entwurfs auf endliche Einstellzeit . . . . .	222
7.	Abtastsysteme im Zustandsraum . . . . .	229
7.1	Die Zustandsgleichungen eines Abtastsystems . . . . .	231
7.2	Lösung der homogenen Zustandsdifferenzengleichung und Stabilität von Abtastsystemen im Zustandsraum . . . . .	240

---

7.3	Anwendung der z-Transformation auf die Zustandsgleichungen eines Abtastsystems . . . . .	247
7.4	Struktur von Abtastregelungen im Zustandsraum . . . . .	252
7.5	Entwurf auf endliche Einstellzeit und Steuerbarkeit von Abtastsystemen . . . . .	257
7.6	Entwurf durch Eigenwertvorgabe (Polvorgabe) . . . . .	279
7.7	Modale Regelung . . . . .	290
7.8	Zustandsbeobachter und Beobachtbarkeit von Abtastsystemen . . . . .	312
7.9	Das Separationstheorem . . . . .	325
	Übungsaufgaben mit Lösungen . . . . .	331
	Bücher zum Thema . . . . .	377
	Sachwortverzeichnis . . . . .	383