

Mathematik für Ökonomen

Grundlagen, Methoden und Anwendungen

von

Prof. Dr. Alpha C. Chiang, Prof. Dr. Kevin Wainwright, Prof. Dr. Harald Nitsch

1. Auflage

Mathematik für Ökonomen – Chiang / Wainwright / Nitsch

schnell und portofrei erhältlich bei beck-shop.de DIE FACHBUCHHANDLUNG

Thematische Gliederung:

Mathematik und Statistik – Wirtschaft

Verlag Franz Vahlen München 2011

Verlag Franz Vahlen im Internet:

www.vahlen.de

ISBN 978 3 8006 3663 1

Sachverzeichnis

45°-Linie 365

A

Abbildung 15
abhängige Variable 16
Abhängigkeit
– der Zeilen einer Matrix 68
– lineare 46–47
– von Gleichungen 34, 61
Ableitung 87, 88, 97
– der Kosinusfunktion 336
– dritte 152
– einer Ableitung 152–156
– erste 149–152
– fünfte 152
– marginale (Grenz-)Größe 88
– partielle Siehe partielle Ableitung
– partielle totale 128
– Sinusfunktion 336
– Stetigkeit der 105
– totale 126–129, 138
– vierte 152
Ableitungsbedingungen vs. Differentialbedingungen 193
Ableitungsregeln
– Exponentialfunktionen 183
– für konstante Funktionen 102, 125
– für Logarithmusfunktionen 182–183
– für Summen und Differenzen 104, 125
– implizite Funktionen 130–133, 250
– Kettenregel 110, 127, 128
– Potenzfunktionen 103, 125
– Produktregel 105, 125
– Quotientenregel 107, 125
abnehmende Grenzerträge 159, 324
Absorbierende Markovketten 57
Abszisse 29
Abweichung 162
abzählbare Menge 10
Achsenabschnitt 17
Achsen Schnittpunkt, horizontaler 180–181
Achsen Schnittpunkt, vertikaler 17
adaptive Erwartungen 345, 362, 378
additive Konstante 105
Additivität des Integrals 299
adjunkte Matrix 70
Akzelerationskoeffizient 375
Akzelerator, Interaktion mit Multiplikator 374–378
algebraische Funktion 18
allgemeines Gleichgewicht, Analyse 33
Amplitude 335
Anfangsbedingungen 290–291
Angebot 26–27, 28
– mit Preiserwartung 342
– verzögertes 360
Annuitätendarlehen 440–443
Anpassungskoeffizient 313

Äquivalenz, finanzmathematische 432
Arbeitslosigkeit
– Geldpolitik und 346
– Inflation und 345–348, 378–381
– natürliche Arbeitslosenquote 347
Argument 16
Arrow 240, 256, 276
Arrow und Enthoven, Satz von 276–277
Assoziativgesetz
– in der Matrizenrechnung 49–50
– Mengenoperationen 13
Asymptote 18
– auf lokale Extremwerte unter Nebenbedingungen 235
Ausgangsproblem 282
Auslastungskoeffizient 307
Auszahlungen eines Spiels 155
autonome Differentialgleichung 322
autonome Probleme 421

B

Barwert 176, 432–433
– eines unendlichen Zahlungsstroms 305
– eines Zahlungsstroms 304
Basis
– einer Exponentialfunktion 170, 172
– einer Logarithmusfunktion 177–178
– eines Vektorraums 47
– Wechsel der 171, 181–182
Bedingung 9
Bedingung erster Ordnung 157, 193–194, 262
– Ableitungs- vs. Differentialbedingung 192–193
– für Extremum 204
– notwendig vs. hinreichend 194
Bedingung zweiter Ordnung 196–197, 206
– Bezug zu Konkavität und Konvexität 207–209
– Bezug zu Quasikonkavität und Quasikonvexität 236–242
– Differential- vs. Ableitungsbedingung 193
– notwendig vs. hinreichend 157, 197, 232
– Rolle in der komparativen Statik 223
Bernoulli-Differentialgleichung 321, 326
Bestandsgröße 175, 303
bestimmtes Integral 291, 296–300
– als Flächeninhalt unter einer Kurve 298
– Eigenschaften 298–299
Betrag
– Betrag und Ungleichung 92–94
– einer komplexen Zahl 333
– höchster, der dominanten Nullstelle 373
– und Grenzrate der Substitution 132
Bewegungsgleichung 414–415
bijektive Abbildung 14
Boltyanskii 415
Bruchzahlen 9
Bruttoinvestitionen 303
Budgetrestriktion 226, 243, 273

C

- CES Produktionsfunktion
 - als quasikonkave Funktion 257
 - Beziehung zu Cobb-Douglas Produktionsfunktion 257–258
- charakteristische Gleichung 329, 393–394
 - einer Differentialgleichung 329, 371
 - einer Matrix 201
 - eines Differenzgleichungssystems 390–392
- charakteristische Matrix 201
- Chenery, H. B. 256
- Chiang, A. C. 5, 198, 414
- Cobb-Douglas-Produktionsfunktion 219, 250–251
 - als streng quasikonkave Funktion 250
 - Anwendungen von 254, 325
 - Bezug zu CES Funktion 258
 - Expansionspfad 253–254
 - Substitutionselastizität 256
- Complementary slackness. Siehe komplementärer Schlupf
- Courant, R. 168
- Cramersche Regel 72–74, 395, 399

D

- Definitheit, positive und negative 198–204
 - Determinantentest 199
 - Test anhand der Eigenwerte 203
- Definitionsgleichung 8
- Definitionsmenge 16
- Demarkationslinien 402–403
- Descartes, R. 14
- Determinante 35, 38, 63–69
 - 1×1 Matrix 93
 - Definition 63
 - dritter Ordnung 64
 - Eigenschaften 66–68
 - Faktorisierung 67
 - gleich Null 64, 68
 - Hesse-. Siehe Hesse-Determinante
 - Jacobi-. Siehe Jacobi-Determinante
 - Laplace-Entwicklung 65–66
 - n-ter Ordnung 66
 - zweiter Ordnung 64
- Determinanten-Test
 - auf Definitheit einer quadratischen Form 199
 - auf lokale Extremwerte 206
 - auf lokale Extremwerte unter Nebenbedingungen 235
- Devisenreserven 141
- Diagonalisierung von Matrizen 203
- Diagonalmatrix 50, 52
- Diagramm
 - Phasen-. Siehe Phasendiagramm
 - Venn- 12
- Differentialbedingungen vs. Ableitungsbedingungen 193
- Differentiale
 - Regeln für 125–126
 - totale. Siehe totales Differential
- Differentialgleichung 291. Siehe komplementäre Funktion; partikuläre Lösung; Systeme von Differentialgleichungen
 - autonome 322
 - exakte 317–320
 - homogene 310, 311
 - inhomogene 311
 - Klassifizierung 310, 317, 320, 328, 349
 - Normierung 310

- partikuläre Lösung 310
- Phasendiagramm 325
- Phasendiagramm für 323
- reduzierte 311
- spezielle und allgemeine Lösung 310
- Trennung der Variablen 320
- Differentialrechnung 86
- Differenz
 - erste 354
 - zweite 370
- Differenzgleichung 354. Siehe komplementäre Funktion; partikuläre Lösung; Systeme von Differenzgleichungen
- Differenzgleichungen
 - iterative Methode zur Lösung 355
 - Klassifizierung 355, 370, 381, 383
 - Phasendiagramm für 365–368
 - spezielle und allgemeine Lösung 356
- Differenzenquotient 86
- differenzierbare Funktion 212, 241
- Differenzierbarkeit 97
 - Bezug zur Stetigkeit 97
 - zweimalige 152
- Differenzierung 97
 - Exponentialfunktion 182–183
- Disagio 443
- disjunkte Mengen 11
- Diskontierung 176, 186
- Diskontierung. Siehe Barwert
- Diskontierungsfaktor 176
- diskrete Variable 290
- diskrete Zeit 290
 - Differenzgleichungen und 354–355
 - dynamische Stabilität von Gleichgewichten 358–360, 373–374
- diskretes Wachstum 175
- Diskriminante
 - Determinante vs. 199
 - geränderte 232–235
- Distanz 48
- Distributivgesetz
 - in der Matrizenrechnung 49–50
 - Mengenoperationen 13
- divergenter Zeitpfad 341
- Divergenz. Siehe Konvergenz
 - Kovertgenz vs. 375–377
- Domar Wachstumsmodell 308, 310
- Domar, E. D. 306
- dominante Nullstelle 373
- doppelte Nullstelle 331
- Dorfman, R. 35
- Dreiecksungleichung 48
- duale Probleme 282–285
- Dualität 282–283
- Durchschnittserlöse
 - und Nachfrage 216–217
 - vs. Grenzerlöse 106–107
- Dynamik 290
 - der Inflation unter Geldmengenregel 411
 - der Investition 324–326
 - des Bruttoinlandsprodukts 374–378
 - Entwicklung des Kapitalstocks 326
 - und Integration 290–291
 - von Inflation und Arbeitslosigkeit 345–347, 378–381
 - von Input-Output Modellen 394–397

- von Marktpreisen 312–314, 342–344, 360–362, 3
- dynamische Analyse, Grenzen der 426–427
- dynamische Gleichungen, Transformation 388
 - simultane, Lösung 392–394
- dynamische Instabilität 322–323
- dynamische Optimierung 286, 414
- dynamische Stabilität 323
- dynamische Stabilität von Gleichgewichten 313
 - diskrete Zeit 358–360, 374
 - lokale Stabilität eines nichtlinearen Systems 408, 409–411
 - Phasendiagramm und 322, 404–405
 - Satz von Routh und 350–351
 - stetige Zeit 332, 341–342
- dynamische Systeme, Entstehung 388–389

E

- e, die Zahl 172
- echte Teilmenge 11
- Effektivverzinsung 443–447
- Effizienzparameter 251, 256
- Eigenvektor 201
- Eigenwerte und Eigenvektoren 201–203
- eindeutige Beziehung 15, 110
- Einheitskreis 339
- Einheitsmatrix 42, 51
- Einheitsvektor 47
- Einkommenseffekt 246–247
- Einkommenserhöhung 356
- Elastizität
 - der Nachfrage 122–125, 217–218
 - des Output 252
 - optimalen Inputs 255
 - partielle 124–125
 - Punkt- 189
 - und Logarithmierung 189
- Eliminieren von Variablen 27–28, 76–77, 79
- Endbedingungen, alternative 418–420
- endliche Markovketten 56–57
- endliche Menge 10
- Endlinie
 - gekappte horizontale 420
 - gekappte vertikale 418
 - horizontale 418
- Endnachfrage 78
- endogene Variablen
 - Jacobi-Determinante 132–134, 137–138, 140, 223, 229
 - vs. exogene Variablen 8
- Endpunkt, fester 418
- Enthoven, A. C. 240, 276
- Entscheidungsvariable 148
- Entwicklungspunkt 161
- Envelope-Theorem 278–285
 - in Herleitung von Rosts Identität 283
 - ohne Nebenbedingungen 278–280
 - Optimierung unter Nebenbedingungen 280–282
 - und Maximalwertfunktion 282
- Ersatzinvestitionen 303
- erschöpfbare Ressourcen 422–423
- erste Ableitung
 - Überprüfung der 149–151
- erwartete Inflationsrate 345–347
- Erwartungen
 - adaptive 345, 362, 378
 - Inflations- 345, 347
 - Preis- 342, 362

- Erwartungsnutzen eines Spiels 155
 - euklidischer n-Raum 48
 - Euler, Satz von 249, 251
 - Eulersche Relationen 336–337
 - Exakte Differentialgleichung 317–319
 - exogene Variable 8
 - exp 172
 - Expansionspfad 253–354
 - Exponentialfunktion(en) 18, 170, 176
 - Ableitung von 182–184
 - Basis 170, 172
 - Basiswechsel 181–182
 - Diskontierung und 176
 - graphische Darstellung 171
 - Maclaurin Reihe 173
 - natürliche 172
 - und Logarithmus 180
 - verallgemeinerte 171–172
 - Wachstum und 175
 - Exponentialfunktion, Regeln
 - Ableitungsregel 182
 - Integrationsregel 292
 - exponentielle Wachstumsfunktion 170
 - Extremum 148
 - Bezug zu Konkavität und Konvexität 207–209
 - Bezug zu Quasikonkavität und Quasikonvexität 241–242
 - lokales vs. globales 149, 192, 207, 226
 - lokales, Bedingung erster Ordnung 204
 - lokales, Determinanten-Test 206
 - lokales, unter Nebenbedingungen, Determinanten-Test 235
 - strenges 208
 - unter Nebenbedingungen 235, 242
 - Extremwert. Siehe Extremum
 - Extremwerte unter Nebenbedingungen
 - Bezug zu Quasikonkavität und Quasikonvexität 253
 - Determinanten-Test 235
- ## F
- faire Wette 155
 - Faktor(en)
 - Diskontierungs- 176
 - integrierender 318–319
 - Faktorisierung
 - eines Integranden 293
 - eines Polynoms 30
 - von Determinanten vs. Matrizen 67
 - Fakultät, n 162
 - Felder
 - Matrizen als 38–39
 - fester Endpunkt 418
 - Finanzmathematik 432
 - finanzmathematische Äquivalenz 432
 - First order condition. Siehe Bedingung erster Ordnung; Siehe Bedingung erster Ordnung
 - Fiskalpolitik 345
 - Fixkursregime 141
 - Fläche 20
 - Graph der Nutzenfunktion 244
 - Hyper- 20
 - konkave oder konvexe 237
 - Flächeninhalt unter einer Kurve 297–298
 - Fluktuation. Siehe Schwingung
 - explosive 341
 - gedämpfte 341

- treppenförmige 374, 377–378, 380
 - ungedämpfte 341
 - Zeitpfad mit 341
 - Form 198
 - Formby, J. P. 160
 - Formel von de Moivre 338, 372
 - fremde Kofaktoren 70
 - Friedman, M. 345
 - Funktion(en) 14–21
 - Ableitung 87
 - algebraische vs. nicht-algebraische 18
 - Argument 16
 - bijektive 110
 - Cobb-Douglas. Siehe Cobb-Douglas Produktionsfunktion
 - Definitionsmenge 16
 - Definition von 15
 - differenzierbare 211–213, 239–241
 - Exponential-. Siehe Exponentialfunktion
 - Funktionswerte 16
 - Gewinn- 278–279
 - Hamiltonian. Siehe Hamilton Funktion
 - homothetische 254–255
 - implizite 129–132
 - inverse 110, 180, 407
 - komplementäre. Siehe komplementäre Funktionen
 - konkave vs. konvexe 154, 209
 - konstante 17, 102, 125
 - Konsum- 35, 374
 - kubische 17, 29, 31, 159–160
 - lineare 17, 20, 21
 - logarithmische. Siehe Logarithmusfunktion
 - Maximalwert- 278–282
 - Nullstellen von 29
 - polynomiale. Siehe Polynom
 - quadratische 17, 20, 29
 - quasikonkave vs. quasikonvexe 236–241
 - rationale 18, 96–97
 - Sattelpunkt von 194, 196, 198
 - soziale Verlustfunktion 50
 - spezifisch vs. allgemein 21
 - steigende vs. fallende 110
 - stetig differenzierbare 105, 150–152
 - Taylorreihe einer 408
 - transzendente 18
 - Treppen- 90, 358
 - trigonometrische 18, 334
 - Umkehr-. Siehe inverse Funktion
 - Wertemenge 16
 - Ziel- 148, 414, 421
 - Zielmenge 16
 - zweier Variablen, Extremwerte 193–197
- G**
- Gamkrelidze, R. V. 415
 - ganze Zahlen 9
 - gedämpfte Oszillation 364
 - gedämpfte Schwingung 341
 - gekappte horizontale Endlinie 418–420
 - gekappte vertikale Endlinie 418–420
 - Geldillusion 247
 - Geldpolitik 345–346, 378
 - geldpolitische Regel 405–411
 - geordnete Mengen 14
 - geordnete Tripel 14
 - geordnetes n-Tupel 39
 - geränderte Diskriminante 232–235
 - geschlossenes Input-Output Modell 81–82
 - geschlossenes Intervall 91
 - gewichtete Summe von Quadraten 50
 - gewichtetes Mittel 214
 - Gewinnfunktion 278–279
 - Gewinnmaximierung 157–159
 - Giffen-Gut 247
 - Gleichgewicht 26
 - allgemeines 32–35
 - Definition 26
 - dynamische Stabilität. Siehe dynamische Stabilität von Gleichgewichten
 - intertemporales 313
 - makroökonomischer Kreislaufmodelle 35–36
 - offene Volkswirtschaft 140–142
 - partielles 26, 33
 - Typen von 404–405
 - veränderliches oder stationäres 314
 - Ziel- 26, 148
 - Gleichgewichtsanalyse. Siehe statische Analyse
 - Gleichgewichtsbedingung 9
 - Gleichgewichtsidentität 120, 136–139
 - Gleichgewichtsoutput 157
 - Gleichgewichtswerte 27
 - Gleichheit
 - von Matrizen 39
 - von Mengen 11
 - Gleichung(en)
 - Bedingung 9
 - Bernoulli 321, 326
 - Bewegungs- 414, 415
 - charakteristische. Siehe charakteristische Gleichungen
 - Definitions- 8
 - Differential-. Siehe Differentialgleichungen
 - exponentielle 179
 - homogene 310–311
 - inhomogene 311–312
 - Kozustands- 415, 418
 - kubische 29
 - quadratische. Siehe quadratische Gleichung
 - reduzierte 311
 - Verhaltens- 9
 - Zustands- 414–415
 - Gleichungssystem
 - homogenes 73–74, 81–82, 389–391
 - Konsistenz und Unabhängigkeit 35, 61–62
 - lineares 38, 55, 73–74
 - globale Extremwerte 226, 149, 192, 207
 - Gordon, M. J. 439
 - Grad
 - einer Differentialgleichung 310
 - eines Polynoms 17
 - graphische Darstellung 334–335
 - Nullstellen von Polynomen höheren Grades 30–31
 - Grenze(n)
 - Integrations- 296, 300–301
 - Grenzerlös
 - ansteigender 160
 - vs. Durchschnittserlös 106–107
 - Grenzkosten
 - Gesamtkosten vs. 88, 105, 302
 - Stückkosten vs. 108–109

- Grenznutzen des Einkommens 243
Grenzprodukt 110, 132, 219–220
– abnehmendes 220, 324
– der Arbeit 110
Grenzrate der Substitution 132, 243, 253, 256
– Betrag und 132
– Substitutionselastizität und 256
Grenzwert 88
– eines Polynoms 96
– Ermittlung 90–91
– formale Behandlung des Konzepts 91–92
– linksseitiger und rechtsseitiger 90
– von Produkten, Satz über 95
– von Quotienten, Satz über 95
– von Summen und Differenzen, Satz über 95
griechisches Alphabet 449
Grundmenge 12
- H**
Hamilton Funktion
– Momentanwertform 421, 425
– Probleme optimaler Steuerung 415, 416–418, 419, 420, 424
Hamiltonian. Siehe Hamilton Funktion
Hauptdiagonale 42
Hauptminor 80–81
– geränderter 234
– Hawkins-Simon-Bedingung und 80–81
Hawkins, D. 80
Hawkins-Simon-Bedingung 80–81
Hesse Determinante. Siehe Hesse Matrix, Determinante der
Hesse Matrix 199
– Determinante der 199, 205, 206
– geränderte 232–235, 241, 284
– Verhältnis zu Jacobi Determinante 222–223
Hickssche Nachfragefunktionen 282
hinreichende Bedingung 60–61, 157, 232, 275, 276
hinreichende Bedingungen in nichtlinearer Programmierung, Sätze über 276
homogene Funktionen
– linear 248–250, 251
– ökonomische Anwendungen von 247, 251
homogene Gleichung 310, 311
homogenes Gleichungssystem 73–74, 81–82, 389, 391
homothetische Funktionen 254–255
horizontale Achse, Schnittpunkt mit 181
horizontale Endlinie 418, 420
Hotellings Lemma 279, 280, 283
Hyperbel 18, 364, 377
Hyperfläche 20
- I**
i, die Zahl 332
idempotente Matrix 51–52, 256
Identität 9
implizite Funktion 129–132
– Ableitungsregel 131, 133, 250
– Anwendung auf Modelle des Inlandsprodukts 134–135, 138–140
– Anwendung auf Optimierungsmodelle 222–223, 229–230, 245
– Satz über 130, 132–133
Indifferenzkurven 243
induzierte Investitionen 374
Inflation 345
– tatsächliche vs. erwartete Inflationsrate 345–347
– und Arbeitslosigkeit 345–347, 378–381
Inflationserwartungen 345, 347, 378
- innere Lösung 262
inneres Produkt 41
Inputentscheidungen 218–221
Inputnachfrage 78
Input-Output Modell
– dynamisches 394–397
– geschlossenes 81–82
– Leontief 77–82
– offenes 78–80
– statisches 77–82
instantane Veränderungsrate 87
Integral 291, 310
– bestimmtes 291, 296–299
– einer Summe 292
– Multiplikation mit Konstanten 293
– oberes vs. unteres 298
– ökonomische Anwendungen 302–306
– Riemann 298, 299
– unbestimmtes 291–295, 299–300
– uneigentliches 300–302
Integralrechnung 290
Integralzeichen 291
Integrand 291
– Faktorisierung 293
– unendlicher 301–302
Integration 290
– Dynamik und 290–291
– Integrationskonstante 291
– partielle 295, 299
Integrationsgrenze(n) 296, 300, 301
Integrationsregel
– Exponentialregel 292
– Logarithmenregel 292
– Potenzregel 291
– Rechenoperationen 292–294
– Substitution 294–295
integrierender Faktor 318–319
intertemporales Gleichgewicht 313
Intervall
– offen, vs. abgeschlossen 91
– offenes 91
Invarianz 247
inverse Funktion 110, 180, 407
inverse Matrix
– Bestimmung 70–71
– Eigenschaften 53–55
– Lösung linearer Systeme 55
Investition 139, 306–308
– Brutto- 303
– Dynamik der 324–326
– Ersatz- 303
– Kapitalakkumulation 303–304
– Netto- 303
irrationale Zahl 10
Irregularitäten in Randpunkten 268–270
Isokostenlinie 253
Isoquante(n) 220–221, 253–254
iterative Methode für Differenzgleichungen 355–356
- J**
Jacobi-Determinante 35
– Bezug zu geränderter Hesse-Determinante 222–223
– endogene Variablen 132–134, 137–138, 140, 222–223, 229

K

- Kammlinien 220
- Kapazitätsrestriktion 273–275
- Kapitalakkumulation 303–304, 397
- Kapitalstock
 - dynamische Entwicklung 324–326
 - und Investition 303–304
- Kapitalströme 140
- kartesische Koordinaten 337, 372
- kartesische Produkt 14
- Kehrwert 43
- Kettenregel 109–110, 127–129, 189
- Keynes, J. M. 35, 374
- keynesianischer Multiplikator 374
- Knoten 404, 409–411
- Koeffizient(en) 8
 - Akzelerations- 375
 - Anpassungs- 313
 - Auslastungs- 307
 - Brüche als 31
 - konstante 328
 - technische 78
 - unbestimmte 348–349, 381–383, 395, 397
- Koeffizientenmatrix 39
- Kofaktoren
 - Definition 65
 - fremde 70
- Kommutativgesetz
 - für Mengenoperationen 13
 - in der Matrizenrechnung 49
- komparative Statik 82, 86
 - des IS-LM Modells 139–140
 - des Modells der Nutzenmaximierung 245–247
 - Einsatz totaler Ableitungen 138–139
 - im Modell der Minimalkostenkombination 252–256
 - im Modell optimaler Inputentscheidung 222–223
 - von Marktmodellen 136–137
 - von Mehrproduktunternehmen 222
- komplementäre Funktion
 - Differentialgleichung erster Ordnung 310–311, 356
 - einer Differentialgleichung höherer Ordnung 370–373
 - einer Differentialgleichung mit variablen Koeffizienten 315–316
 - simultaner Differentialgleichungen 392
 - und dynamische Stabilität des Gleichgewichts 313–314, 358–359
- komplementäre Schloffheit. Siehe komplementärer Schlupf
- komplementärer Schlupf 263, 265–266, 272
- Komplementärmenge 12
- komplexe Nullstellen 333–334, 372–373
- komplexe Zahlen 332–333
 - alternative Darstellungsformen 337–338
- komplexe Zahlenebene 333
 - konjugiert 333
- konjugiert komplexe Zahlen 333
- konkave Funktionen 154
 - in der nichtlinearen Programmierung 276
 - konvexe Funktionen vs. 154, 209
 - Kriterien zur Überprüfung 209–211
- konkave Programmierung 275
- Konstante(n) 198
 - additive 105
 - als Exponenten 170
 - Definition 8
 - Integrations- 291
 - multiplikative 103–105
 - konstante Koeffizienten 328
 - konstante Rente 433
 - konstante Skalenerträge 249, 251–252, 256
 - Konsumfunktion 35, 374
 - Kontrollvariable 414
 - konvergenter Zeitpfad 341. Siehe dynamische Stabilität von Gleichgewichten
 - Konvergenz
 - Divergenz vs. 372–373, 377
 - uneigentlicher Integrale 300–302
 - von Reihen 165, 173
 - konvexe Funktionen
 - in nichtlinearer Programmierung 275–276
 - konkave Funktionen vs. 154, 209
 - Kriterien zur Überprüfung 209–211
 - konvexe Linearkombination 213–215
 - konvexe Menge vs. konvexe Funktion 213–215
 - Koordinaten
 - kartesische 337, 372
 - Polar- 337
 - Kosinusfunktion 334
 - Ableitung der 336
 - Eigenschaften 334–336
 - Maclaurin-Reihe der 337
 - Wertetabelle 335
 - Kosten
 - Grenz- vs. Gesamtkosten 88, 105, 302
 - Kostenfunktionen 9
 - kubische 159–160
 - Kozustandsgleichung 415, 418
 - Kozustandsvariable 415
 - Kreuzableitungen 194
 - Kreuzeffekt 247
 - kritische Stelle 150
 - kubische Funktion 17, 29, 31, 159–160
 - Kostenfunktion 159–160
 - kubische Gleichung vs. 29
 - Kuhn, H. W. 262, 275
 - Kuhn-Tucker Bedingungen 262–268
 - für Minimum 267
 - ökonomische Interpretation 265–266
 - und optimale Steuerung 418
 - Ungleichungen als Restriktionen 262–265
 - Kurven konstanter Niveaus 253
 - Kuspe 269
- L
- L'Hôpital, Regel von 258
- Lag
 - im Angebot 360
 - im Konsum 374
 - in der Produktion 395
- Lagerhaltung, Marktmodell mit 363–365
- Lagrange Ansatz 227–229
- Lagrange Form des Restglieds 165
- Lagrange Funktion
 - Bestimmung stationärer Werte 227–231, 230
 - in nichtlinearer Programmierung 262–267
- Lagrange Multiplikator
 - allgemeine Interpretation 281–282
 - Momentanwert- 421
 - ökonomische Interpretation 229–230, 243, 253
- Lagrange, J. L. 87

- Laplace Entwicklung
 - Berechnung einer Determinante durch 65–66
 - mit fremden Kofaktoren 70
- Layson, S. 160
- Lebenszeitnutzen, Maximierung des 422
- leere Menge 11
- Leibniz, G. W. 87
- Leontief Input-Output Modelle 77–82
- Leontief, W. W. 77
- Leontief-Matrix 79
- linear homogene Funktionen 248–250, 251
- linear homogene Produktionsfunktionen 250
- lineare Abhängigkeit 46–47
- lineare Approximation einer Funktion 163–164
- lineare Funktion 17, 20, 21
- lineare Gleichungssysteme 38, 55, 73–74
- lineare Programmierung, Bezug zu nichtlinearer Programmierung 262
- lineare Restriktionen 270–271
- Linearform 198
- Linearisierung. Siehe lineare Approximation
- Linearkombination 45, 46
- In 177
- Logarithmen 38, 171, 177–179
 - Bedeutung 177
 - dekadisch vs. natürlich 177–178
 - Elastizität und 189
 - Regeln 178–179
 - Umrechnungsformeln 178–179
- logarithmische Funktionen 18, 179–182
 - Ableitungsregel 182–183
 - Basis 177–178
 - Integrationsregel 292
 - und Exponentialfunktionen 180
- Logarithmusfunktionen. Siehe logarithmische Funktionen
- Logik, mathematische vs. verbale 4
- lokales Extremum 149, 192, 226
 - Determinanten-Test auf 206
 - Taylorreihe und 166–167
- Lösung 27–28
- Lösung eines linearen Gleichungssystems 74
 - mathematisch bindende 273
 - nicht konstante 312
 - nicht-negative 80–81
 - nicht-triviale 73–74, 392
 - ökonomisch nicht bindende 273
 - Rand- vs. innere 262
 - reduzierte Form 222
 - triviale 73
 - Überprüfung 312
 - von Ungleichungen 94
- M**
- Machlup, F. 26, 290
- Maclaurin Reihe 161–162
 - der Exponentialfunktion 173
 - der Kosinusfunktion 337
 - der Sinusfunktion 336
 - eines Polynoms 162
 - Konvergenz 173
- marginale Konsumneigung 35, 139, 356
- Markovketten 56–57
 - absorbierende 57
 - endliche 56
- Marktmodelle 32–35, 75
 - Dynamik 312–314, 342–344, 363–368
 - komparative Statik 136–137
- Marktpreise, Dynamik von 312–314, 342–344, 363–368
- Marshallische Nachfragefunktion 282–284
- mathematisch bindende Restriktion 273
- mathematische Logik 4
- mathematische Ökonomik
 - Begriff 4
 - nicht mathematische vs. 4–5
 - Ökonometrie vs. 5
- mathematische Symbole 450–452
- mathematisches Modell 8–9
- Matrix der technischen Koeffizienten 78
- Matrizen 38–44
 - Addition 40, 49
 - als Felder 38–39
 - charakteristische 201
 - Definition 38–39
 - Diagonal- 50, 52
 - Diagonalisierung 203
 - Division 42–43
 - Einheits- 42, 51
 - Elemente 39
 - Faktorisierung 67
 - Gleichheit 39, 42
 - Hesse 199
 - idempotente 51, 52, 56
 - inverse 53–55, 70–71
 - Koeffizienten- 39
 - Leontief 79
 - linke vs. rechte in Multiplikation 40–41
 - Markov Übergangs- 56
 - Matrix der Kofaktoren 70
 - Multiplikation 40–44, 49–50
 - Null- 51–52
 - -operationen, Gesetze für 49–50
 - quadratische 39, 63, 68
 - Rang 62–63, 69
 - singuläre 52, 54
 - Skalarmultiplikation 40
 - Subtraktion 40, 49
 - symmetrische 53
 - transponierte 52–53
 - Typ 39, 41
 - Vektoren als 39
 - Zeilenstufenform, reduzierte 62–63
- Maximalwertfunktion 278–282
- Maximierung des Lebenszeitnutzens 422
- Maximum. Siehe Extremum
- Maximumprinzip 415–418
- McShane, E. J. 168
- mehrere Restriktionen 230, 234–235
- mehrfache Nullstelle 331
- mehrfache reelle Nullstelle 371–372, 376–377, 380, 383
- Mehrproduktunternehmen 215–217, 222
- Menge(n) 10–13
 - abzählbare vs. überabzählbare 10
 - Beziehungen zwischen 11
 - disjunkte 11
 - endliche vs. unendliche 10
 - geordnete 14
 - Gleichheit 11

- Grund- 12
- Komplementär- 14
- leere 11
- Notation von 11
- -operationen, Gesetze für 13
- Schnitt- 12
- Teil- 11
- Vereinigungs- 11
- Mengenrabatt 90
- Messers Schneide, Wachstum auf des 307
- metrischer Raum 48
- Minhas, B. S. 256
- Minimum. Siehe Extremum
- Minor
 - geränderter Haupt- 232–234
 - Haupt- 80–81, 199–200, 205
- Mishchenko, E. F. 415
- Mittelwertsatz 165
- Modelle der Bestimmung des Inlandsprodukt 35–36, 75–76
 - Anwendung des Satzes über implizite Funktionen 134–135, 139–140
 - Dynamik von 374–378
 - Gleichgewicht in der Analyse von 35–36
 - komparative Statik 139–140
- Modelle und Modellierungen
 - geschlossene Volkswirtschaft 75–76
 - geschlossenes 81–82
 - Markt-. Siehe Marktmodell
 - mathematisches 8
 - offenes 78–80
 - ökonomisches 8
 - Spinnweb- 360–362
- Modellierung von Inputentscheidungen 222–223
- Momentanwertform der Hamilton-Funktion 421
- Momentanwert-Lagrange-Multiplikator 421
- multiplikative Konstante 103–105
- Multiplikator
 - Interaktion mit Akzelerator 374–378
 - keynesianischer 374
- N**
- n Variablen 201, 230
- Nachfrage 26, 27, 28
 - Elastizität 122, 217–218
 - End- 78
 - Hickssche Nachfragefunktion 282
 - Input- 78
 - Marshallsche Nachfragefunktion 282–284
 - mit Preiserwartungen 342
 - und Durchschnittserlöse 217
- natürliche Exponentialfunktion 172
- natürliche Zahlen 9
- Nebenbedingung 226
- negative Definitheit 198–200
 - definit vs. indefinit 198
- negative Semidefinitheit
 - Bedingungen für 203
- negativer Flächeninhalt 298
- negatives Wachstum 176
- neoklassisches Modell optimalen Wachstums 424–425
- Netlowe, M. 362
- Nettoexporte 140
- Nettoinvestitionen 303
- Neymen, J. 262
- nicht konstante Lösung 312
- nicht negative Lösungen 80–81
- nicht-algebraische Funktionen 18
- nichtlineare Programmierung 231
 - Bezug zu linearer Programmierung 262
 - ökonomische Anwendungen 272–275
 - Restriktionen in 265
 - Sätze über hinreichende Bedingungen 276
- Nichtnegativität von Entscheidungsvariablen 262
- nicht-triviale Lösung 73–74, 392
- Nicht-Ziel-Gleichgewicht 26
- normales Gut 245
- Normalisierung. Siehe Normierung
- Normierung
 - einer Differentialgleichung 310
- Notation von Mengen 10–11
- notwendige Bedingung 60–61, 157, 159, 232, 275
- notwendige und hinreichende Bedingung 60–61, 276
- n-Raum 45, 47
- n-te Ableitung, Prüfung der 168
- Nullmatrix 51–52
- Nullstellen
 - dominante 373
 - Dominanz 373
 - einer Differentialgleichung 329–332, 373
 - eines Differentialgleichungssystems 392, 390
 - komplexe 333–334, 373, 377
 - polynomialer Gleichungen 30–31, 350
 - quadratische Gleichung 29–30, 332
 - reelle 371–372, 375–376, 379–380
 - und Definitheit quadratischer Formen 203
 - und dynamische Stabilität des Gleichgewichts 332, 341, 370–374
- Nullstellen der charakteristischen Gleichung. Siehe charakteristische Gleichung
- Nullvektor 46, 47
- Nutzenmaximierung 242–247
 - erschöpfbare Ressourcen und 422–423
 - komparative Statik der 245–247
 - Lebenszeit- 422
- n-Vektor 45
- O**
- Obst, N. P. 405
- offene Volkswirtschaft, Gleichgewicht 141–142
- offenes Input-Output Modell 78–80
- Ökonometrie
 - vs. mathematische Ökonomik 5
- ökonomisch nicht bindende Restriktion 273
- ökonomische Modelle 8–9
- Operator, Symbol für 102
- optimale Steuerung
 - Wesen der 414–418
- optimaler Input, Elastizität des 255
- optimaler Output 157
- optimaler Wert 148
- optimaler Zeitpunkt, Wahl des 186–187
- optimales Wachstum, neoklassisches Modell 424–426
- Optimalitätsbedingung 9
- Optimierung
 - dynamische 286, 414
 - unter Nebenbedingungen 278–281
- Optimum unter Nebenbedingungen 226–227
- Optimum, unter vs. ohne Nebenbedingungen 226
- Ordinate 29
- Orthant 240

orthogonale Vektoren 202
orthonormale Vektoren 202
Ortsvektor 45
Oszillation 359, 366–368
– explosive 366–367, 390
– Zeitpfad mit 360–362, 363–364, 368

P

Parabel 17
Parallelogramm 46
Parameter 8
– Effizienz- 251, 256
– Substitutions- 256
– Verteilungs- 256
partielle Ableitungen
– Kreuzableitungen 194
– zweiter Ordnung 194–195
partielle Elastizität 124, 125
partielle Integration 295, 299
partielle totale Ableitung 128
partiell Gleichgewicht 26, 33
partikuläre Lösung
– einer Differentialgleichung erster Ordnung 310
– einer Differentialgleichung höherer Ordnung 328
– simultaner Differentialgleichungen 392
– und intertemporales Gleichgewicht 313, 328
Periode
– trigonometrische Funktionen 335
– Zeitintervall 354
Periodenbetrachtung 354
Phase 336
Phasendiagramm
– Auswertung 426
– dynamische Stabilität des Gleichgewichts 323, 366–367, 404–405
– für Differentialgleichungen 322–325
– für Differentialgleichungssysteme 404–407
– für Differenzgleichungen 366–368
– Konstruktion 425–426
Phasenlinie 322, 365–367
Phasenraum 401–402
Phillips, A. W. 345
Phillipskurve 345
– langfristige 347, 380–381
– mit Erwartungsbildung 345
Polarkoordinaten 337
Polynom 17
– Grenzwert 96
– Stetigkeit 96
– Faktorisierung 30
– Maclaurin Reihe eines 161–162
– Taylorreihe eines 163
Polynomfunktion. Siehe Polynom
polynomiale Gleichungen
– Ableitungsregel 104
– Bestimmung des totalen Differentials 125
– höheren Grades 30–31
– Integration 291
– Nullstellen 30–31, 350
Pontryagin, L. S. 415
Pontryagins Maximumprinzip 415–418
positive Definitheit 198
– Bedingungen für 200–201, 203
– definit vs. indefinit 198
positive Semidefinitheit
– Bedingungen für 203

pq-Formel 29. Siehe quadratische Formel

Preis
– Höchst- 367–368
– Zeitpfad des 343–344
Preisdiskriminierung 217–218
Preiserwartung 342, 362
Primärinput 78
Produkt
– Grenz- 110, 132, 210–220
– inneres 41
– Skalar- 45, 49
– Wertgrenz- 110, 220
Produktionsfunktionen
– linear homogene 250
– strenge Konkavität 221
– strenge Quasikonkavität 253
– Produktkartesisches 14
Produktregel 105–106, 125
– proportionale 188
Punkt elastizität 189
Pythagoras, Satz des 48, 333, 416

Q

quadratische Ergänzung 30, 198, 200
quadratische Form 197–204
– Definitheit, Determinantentest auf 199
– Definitheit, Test anhand der Eigenwerte 203
– dreier Variablen 200–201
– n Variablen 201
– unter Nebenbedingungen 231–232
quadratische Formel 30
quadratische Funktion 17, 20, 29
quadratische Gleichung
– Lösungen 29–31
– quadratische Funktion vs. 29
quadratische Matrix 39, 63, 68
qualifizierender Bogen 270
qualitative Information 107, 137
quantitative Information 107, 137
quasikonkave Funktion 236–242
– CES Funktion als 257
– in nichtlinearer Programmierung 276
– Kriterien der Überprüfung 238–241
Quotient
– Differenzen 86
Quotientenregel 107–108, 125

R

Radiant 334
Radiusvektor 45
Randlösung 262
Randwertbedingung 290
Rang 62–63, 69
Rate, Schrumpfungs- 176
rationale Funktion 18
– Definition 18
– Stetigkeit 96
rationale Zahl 9
Rationierung 272–273
reduzierte Form, Lösungen in 222
reduzierte Gleichung 311
reduzierte Linearisierung 408–409
reduzierte Zeilenstufenform 62–63
reelle Nullstellen

- mehrfache 371–372, 375–376, 379–380
- verschiedene 330, 371
- reelle Zahlen 10
- reeller Zahlenstrahl 10
- Regularität 54
 - Bedingungen für 61–62, 68–69
- Regularitätsbedingung 268, 270
- Reihe. Siehe Talorreihe, Maclaurinsche Reihe
 - Konvergenz 165, 173
 - Potenz- 161
 - unendliche 173, 337
- Relation 15
- Rente
 - aufgeschobene 437–438
 - nachschüssige 433
 - vorschüssige 434
- Rentenbarwertfaktor 433
- Rentenbarwertformel 434
- Ressourcen, erschöpfbare 422–423
- Restglied
 - Lagrange-Form 165
 - Symbol für 163
- Restriktion 226
 - Budget- 226, 243, 273
 - in nichtlinearer Programmierung 264–265
 - Kapazitäts- 275
 - lineare 270–271
 - mehrere Restriktionen 230, 234–235
 - Rationierungs- 272–273
 - Ungleichung als 263–265
 - Wirkung einer 226–227
- Reziprozitätsbedingung 279–280
- Riemann Integral 298, 299
- Risikobereitschaft 155–156
- Routh, Satz von 351, 384
- Roys Identität 283, 285

- S**
- Samuelson, P. A. 35, 351, 374
- Sattelpfad 404
- Sattelpunkt
 - einer Funktion 194, 196, 198
 - eines dynamischen Systems 404
- Satz des Pythagoras 48, 333, 416
- Satz von Kuhn und Tucker über hinreichende Bedingungen 275–276
- Sätze über Grenzwert 95–96
- Schnittmenge 12
- Schrumpfrate 176
- Schur, Satz von 391
- Schwarz, Satz von 195, 280
- Schwingung. Siehe Fluktuation
 - explosive 341
 - gedämpfte 341
- semilogarithmische Skala 188
- Shephards Lemma 283–285
- Sigma-Notation von Summen 43
- Silberberg, E. 278
- Simon, H. A. 80
- simultane Differentialgleichungen
 - Anwendung 394–397, 398–400
 - Lösung 392–393
- simultane Differenzgleichungen
 - Anwendung 397
 - Lösung 389–392
- singuläre Matrix 52, 54
- Sinusfunktion 334
 - Ableitung der 336
 - Eigenschaften 334–336
 - Wertetabelle 335
- Skalar 40, 45
- Skalarmultiplikation 40
- Skalarprodukt 45, 49
- Skalierungseffekt 359
- Slutsky-Gleichung 246
- Smith, W. J. 160
- Solow, R. M. 35, 256, 308, 324
- Solow Wachstumsmodell 324–326, 424–426
- soziale Verlustfunktion 50
- Spaltenvektor 39, 42
- Sparfunktion 123, 302
- Spiegelsymmetrie
 - Exponential- und Logarithmusfunktion 180
 - in geränderter Hesse Determinante 235
 - in symmetrischen Matrizen 53
 - von Zeitpfaden 359
- Spiegelungseffekt 359, 361
- Spinnwebmodell 360–363
- Stammfunktion 87
- Statik. Siehe komparative Statik
- stationärer Punkt 150, 151
- stationärer Wert 150, 227–230
- stationäres Gleichgewicht 314
- statische Analyse
 - Grenzen der 82
 - Leontief Input-Output Modelle 77–82
- statisches Gleichgewicht 325
- Stauchung 171–172, 181
- Steady state 325
- Steigung 17
- Stelle, kritische 150
- stetig differenzierbare Funktionen 105, 150–152
- stetige Variable 290
- stetige Wachstumsrate 175, 188–189
- stetige Zeit 290
- stetiges Wachstum 173–176
- Stetigkeit 96
 - Bezug zu Differenzierbarkeit 96–99
 - der Ableitung 105
 - rationaler Funktionen 96–97
 - von Funktionen, Satz über 96
 - von Polynomen 97
- streng konkave Funktionen 207–209
 - Anwendung auf Produktionsfunktionen 221
 - Definition 154
 - Kriterien zur Überprüfung 209–214
 - streng vs. nicht streng 207
- streng konvexe Funktionen
 - Anwendung auf Isoquanten 220–221
 - Anwendung auf Indifferenzkurven 244–245
 - Definition 154
 - Kriterien zur Überprüfung 209–214
 - streng vs. nicht streng 207
- streng quasikonkave Funktionen 236–241
 - Anwendung auf Nutzenfunktionen 244
 - Anwendung auf Produktionsfunktionen 253
 - Cobb-Douglas Funktion als 250
 - Kriterien zur Überprüfung 237–241

streng quasikonvexe Funktionen 236–241

- Kriterien zur Überprüfung 237–241
- streng vs. nicht streng 236

Stromgröße 175, 303

Stromlinien 403–404

Strudelpunkt 404

Stückkosten

- Beziehung zu Grenzkosten 108–109

Substitution

- Grenzrate der 132, 243, 253, 256
- Integrationsregel 294–295
- Substitutionselastizität 256

Substitutionseffekt 246

Substitutionselastizität

- CES Produktionsfunktion 256
- Cobb-Douglas Produktionsfunktion 256

Substitutionsparameter 256

Suen, W. 278

Summand 43

Summationsindex 43

Summationszeichen Sigma 43–44

Summe von Quadraten 45, 50

Summen und Differenzen

- Ableitungsregel für 104–105, 125
- Satz über Grenzwert von 95

Symbol(e)

- für Operator 102
- für Restglied 163
- mathematische 450–452

symmetrische Matrix 53

T

Takayama, A. 81, 240

Tangensfunktion 334

Taylor, Satz von 163

Taylorreihe 161–163

- einer Funktion 408
- eines Polynoms 162–163
- Konvergenz 165
- lokales Extremum und 166–167
- mit Restglied 163

technische Koeffizienten 78

Teilmenge 11

Testen der Regularitätsbedingung 277

Testvektor 270

Theorie der optimalen Steuerung 414–426

- alternative Endbedingungen 418–420
- autonome Probleme 421
- Pontryagins Maximumprinzip 415–418

totale Ableitung 126–129

- Anwendung in komparativer Statik 138–139
- partielle 128

totales Differential 123–125, 231–232

- zweiter Ordnung 195, 198, 231–232
- Bildung des 123–124
- einer Sparfunktion 124
- zweiter Ordnung 195, 198, 231–232

Trajektorie 403

Transformation 15, 388–389

Transitivität 93

transponierte Matrix 52–53

Transversalitätsbedingung 415–418

transzendente Funktion 18

Treppenfunktion 90, 358

Tucker, A. W. 262, 275

U

überabzählbare Menge 10

Überschussnachfrage 26, 32

- und Lagerhaltung 363
- und Outputanpassung 395–397
- und Preisanpassung 313

Umgebung 91–92

Umkehrfunktion. Siehe inverse Funktion

unabhängige Variable 16

Unabhängigkeit. Siehe Abhängigkeit

unbestimmte Koeffizienten, Methode der 348–349, 381–383, 395, 397

unbestimmtes Integral 291–295, 299–300

unendliche Menge 10

unendliche Reihe 173, 337

unendlicher Integrand 301–302

unendlicher Zahlungsstrom, Barwert eines 305

unendlicher Zeithorizont 424–426

ungedämpfte Fluktuation 341

ungedämpfte Schwingung 341

Ungleichungen

- als Restriktionen 263–265
- Beträge und 93–94
- Lösung 94
- Regeln 93
- verkettete 93
- Richtung 93

V

Variable(n) 198

- abhängige vs. unabhängige 16
- Definition 8
- Eliminieren von 27–28, 76–77, 79
- endogene vs. exogene 8
- Entscheidungs- 148
- Exponenten als 170
- Kontroll- 414
- Kozustands- 415
- stetige vs. diskrete 290
- Zustands- 414

Variationsrechnung 414

Vektor(en)

- Addition 46
- als Matrizen 39
- Differenz von 46
- Eigen- 201–203
- Einheits- 47
- geometrische Interpretation 45–46
- konvexe Linearkombination von 214–215
- Null- 46, 47
- orthogonale 202
- orthonormale 202
- Orts- 45
- Radius- 45
- Spalten- 39, 42
- Test- 270
- Zeilen- 39, 41

Vektorraum 47–48

Venn-Diagramm 12

Veränderungsrate 86

- instantane 87

verbale Logik 4

Vereinigungsmenge 11
 Verhaltensgleichung 9
 verschiedene reelle Nullstellen 330, 371
 Verteilungsparameter 256
 vertikale Endlinie, gekappte 418
 vertikaler Achsenabschnitt 17
 vollkommene Voraussicht 348

W

Wachstum

- auf des Messers Schneide 307
- Domar Modell 307–308
- Exponentialfunktionen und 176
- exponentielle Wachstumsfunktion 170
- negatives 176
- neoklassisches Modell optimalen 424–426
- stetige Wachstumsrate 175, 188–189
- stetiges vs. diskretes 173–176
- Solow Modell 324–326, 424–426

Wachstumsrate 175

- Bestimmung der 188–189
- stetige 175

Walras, L. 33, 35

Wendepunkt 150, 154, 156, 167, 192, 194

Wert

- stationärer 150, 227–230
- Bar- 176, 432–433
- Extrem- 148
- Funktions- 16
- Gleichgewichts 27
- Wertemenge 16

Wertgrenzprodukt 110, 220

Wirbelpunkt 404

Wirkungskanäle, graphische Darstellung 126–128, 138

Young, Satz von 195

Z

Zählen von Variablen und Gleichungen 34
 Zahlungsbilanz 140
 Zahlungsstrom

- Barwert eines 304

Zeilenvektor 39

Zeithorizont, unendlicher 424–426

Zeitpfad

- des Preises 343–344
- divergenter 341
- konvergenter 341
- mit Fluktuationen 341, 347
- mit Oszillationen 360–368
- mit treppenförmiger Fluktuation 374, 376–377, 380
- nicht oszillierend und nicht fluktuierend 377
- Spiegelungseffekt in 359
- stetige Annäherung an Gleichgewicht 313
- Typen von 322–323, 363–364, 366–367

Zeitpunkt vs. Zeitraum als Konzept 175

Zeitpunkt, Wahl des optimalen 186–187

Zielfunktion 148, 414, 421

- in der Theorie optimaler Steuerung 414, 421

Ziel-Gleichgewicht 26, 148

Zielmenge 16

Zustandsgleichung 414–415

Zustandsvariable 414

zweimal stetig differenzierbare Funktion 152

zweite Ableitung 152

- Prüfung der 156–161, 166–167