

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	XV
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis.....	XVII
1 Einleitung und Überblick.....	1
1.1 Kapitalmarkthypothese und Finanzanalyse.....	1
1.2 Aktuelle Tendenzen und Entwicklungen im Bereich der Finanzanalyse	3
1.3 Integration linearer und nichtlinearer Finanzanalyse.....	6
1.4 Aufgabenstellung und Gang der Arbeit.....	7
2 Random Walk und Informationseffizienzhypothese	11
2.1 White Noise, Random Walk, Wiener Prozeß und Brownsche Bewegung.....	11
2.2 Die Informationseffizienzhypothese.....	16
3 Empirisch beobachtete Eigenschaften finanzwirtschaftlicher Zeitreihen.....	27
3.1 Verteilungs- und Skalierungseigenschaften.....	28
3.2 Noah-Effekt, Volatility-Clustering und Heteroskedastizität.....	45
3.3 Unendliche Varianz	49
3.4 Joseph-Effekt, Trends und Zyklen.....	53
3.5 Die Annahme der Unabhängigkeit -Traditionelle Analyse- und Testverfahren	57
3.5.1 Autokorrelationsanalyse.....	59
3.5.2 Spektralanalyse	63
3.5.3 Runtests.....	67
4 Alternative Verteilungsmodelle und Markthypothesen	71
4.1 Stabile Paretoverteilungen und die Hypothese Fraktaler Märkte.....	73
4.1.1 Die Familie der stabilen Paretoverteilungen.....	73
4.1.1.1 Eigenschaften und Folgen der stabilen Paretoverteilung.....	74
4.1.1.2 Die Schätzung des charakteristischen Exponenten α	77
4.1.1.3 Empirische Relevanz.....	81

4.1.2 Die Hypothese fraktaler Märkte.....	84
4.1.2.1 Exkurs: 'Fractals Everywhere'.....	86
4.1.2.1.1 Klassische Fraktale.....	87
4.1.2.1.2 Eigenschaften Fraktaler Strukturen.....	94
4.1.2.2 Fraktale Zeitreihen.....	97
4.1.2.2.1 Statistische Selbstähnlichkeit am Beispiel der Brownschen Bewegung.....	97
4.1.2.2.2 Fraktale Brownsche Bewegung - unabhängig paretoverteilte Inkremente.....	101
4.1.2.2.3 Adjusted Range und Rescaled (adjusted) Range..	103
4.1.2.2.4 Fraktale Brownsche Bewegung - fraktales Brownsches Rauschen.....	112
4.1.2.3 Fraktale Marktstrukturen.....	123
4.1.2.4 Kritik.....	132
4.2 Mischverteilungsmodelle und die Hypothese kohärenter Märkte.....	135
4.2.1 Mischverteilungsmodelle.....	136
4.2.1.1 Summen überlagerter Normalverteilungen.....	136
4.2.1.2 Die Student- oder t-Verteilung.....	139
4.2.1.3 Untergeordnete Prozesse.....	142
4.2.1.4 Nichtstationäre Verteilungsparameter.....	147
4.2.2 Die Hypothese kohärenter Märkte.....	151
4.2.2.1 Die Grundlagen.....	152
4.2.2.1.1 Komplexe Systeme und Synergetik.....	152
4.2.2.1.2 Potentialfunktion und Wahrscheinlichkeitsverteilung.....	153
4.2.2.1.3 Theory of Social Imitation und Ising Modell des Ferromagnetismus.....	161
4.2.2.2 Marktsituationen gemäß der CMH.....	171
4.2.2.2.1 Effiziente Märkte.....	171
4.2.2.2.2 Instabile Phasenübergänge.....	173
4.2.2.2.3 Chaotische Märkte.....	174
4.2.2.2.4 Kohärente Märkte.....	176
4.2.2.3 Empirische Relevanz.....	178
4.2.2.4 Kritik.....	184

5 Renditegenerierungsprozesse und finanzanalytische Modelle.....	187
5.1 Renditegenerierungsprozesse.....	188
5.1.1 Lineare Renditegenerierungsprozesse.....	189
5.1.2 Nichtlineare Renditegenerierungsprozesse.....	192
5.2 Differenzierungsmerkmale finanzanalytischer Modelle.....	194
5.3 Ausgewählte zeitreihenanalytische Modelle.....	199
5.3.1 Die Annahme der Stationarität.....	199
5.3.2 MA(q)-, AR(p)-, ARIMA(p, d, q)- und ARFIMA(p, d, q)-Modelle.....	201
5.3.3 Deterministisches Chaos.....	206
5.3.3.1 Motivation.....	206
5.3.3.2 Grundlagen.....	208
5.3.3.3 Eigenschaften chaotischer Systeme und Analyseinstrumentarium.....	219
5.3.3.3.1 Rekonstruktion seltsamer Attraktoren.....	220
5.3.3.3.2 Fraktale Dimension seltsamer Attraktoren.....	223
5.3.3.3.3 Anfangswertsensitivität und Prognostizierbarkeit - Ljapunov-Exponenten und Kolmogorov-Sinaj-Entropie.....	238
5.3.3.3.4 Aperiodizität und Spektralanalyse.....	248
5.3.3.3.5 Nichtlineare Abhängigkeiten - BDS-Test, Test nach Savit/Green und Hinich's Bispektrum-Test.....	250
5.3.4 NLMA-, NLAR-, NLARMA- und Bilineare-Modelle.....	259
5.3.5 Die Familie der ARCH-Prozesse.....	262
5.4 Ausgewählte Modelle der Fundamentalanalyse.....	265
5.4.1 Multiple lineare Regression, Kointegration und Fehlerkorrektur..	266
5.4.2 Vektorautoregressive Systeme - VAR(p)-Modelle.....	271
5.4.3 Nichtlineare Regressionsmodelle.....	273
5.4.4 Nichtlineare Fehlerkorrekturmodelle.....	276
5.4.5 Nichtlineare Vektorautoregressive Systeme.....	277
5.5 Zusammenfassung.....	277

6 Neuronale Netze - Das universelle Modellierungswerkzeug der Finanzanalyse?.....	281
6.1 Interpretationsformen Neuronaler Netze.....	285
6.1.1 Biologische und Künstliche Neuronale Netze.....	286
6.1.2 Neuronale Netze aus statistischer Sicht.....	299
6.2 Das Multilayer Perceptron.....	310
6.2.1 Elementare Bausteine und Topologie.....	310
6.2.2 Fehlerfunktion und Parameterschätzung.....	311
6.2.2.1 Alternative Fehlerfunktionen.....	311
6.2.2.2 Backpropagation, konjugierter Gradientenabstieg und nichtlineare Optimierung.....	315
6.2.3 Lokale Minima und stochastisches Lernen.....	321
6.3 Die Anwendungsproblematik Neuronaler Netzwerke am Beispiel des MLP.....	325
6.3.1 Perfektionismus - die Grenze der Leistungsfähigkeit.....	325
6.3.2 Lösungsansätze.....	328
6.3.2.1 Crossvalidierungstechniken.....	329
6.3.2.1.1 Einfache Crossvalidierung und Stopped Training.....	330
6.3.2.1.2 Multiple Crossvalidierung und Stopped Training.....	334
6.3.2.1.3 Nichtlineare Crossvalidierung und Forced Overfitting.....	338
6.3.2.1.4 Stopped Training versus Forced Overfitting.....	342
6.3.2.2 Optimierung der internen Verbindungsstruktur.....	346
6.3.2.2.1 Regularisierungstechniken.....	348
6.3.2.2.2 Statistisches Weightpruning.....	350
6.3.2.2.3 Weightpruning durch Sensitivitätsanalyse.....	368
6.3.2.3 Optimierung der Anzahl der Hidden-Units.....	379
6.3.2.3.1 Hidden-Unit-Regularisierung.....	380
6.3.2.3.2 Hidden-Unit-Pruning durch Output-Analyse.....	381
6.3.2.3.3 Pruning und Konstruktion durch Sensitivitätsanalyse.....	383
6.3.2.3.4 Neural Network-Tests.....	385
6.3.2.3.5 Weitere statistische Tests.....	393

6.3.2.4 Optimierung der Input-Units.....	404
6.3.2.4.1 Analyse der Inputsensitivität.....	405
6.3.2.4.2 Signifikanztest der Inputvariablen.....	406
6.3.2.5 Die Quintessenz.....	406
6.3.3 Begleitende und unterstützende Ansätze.....	409
6.3.3.1 Reduktion des Signalrauschens.....	411
6.3.3.2 Erhöhung der Signalinformation.....	424
6.4 Zusammenfassung.....	428
7 Evolutionäre Finanzanalyse	431
7.1 Lineare und Nichtlineare Finanzanalyse - Integration statt Konkurrenz.....	432
7.1.1 Ein einfaches Projektmodell zur Entwicklung NN-basierter Prognosemodelle.....	434
7.1.2 Aspekte auftragsbezogener Finanzanalyse.....	437
7.1.3 Das Spiralmodell einer evolutionären Finanzanalyse.....	438
7.1.3.1 Problembeschreibung und Projektdefinition.....	441
7.1.3.2 Theorieansätze und Referenzstudien.....	442
7.1.3.3 Datenselektion und -aufteilung.....	442
7.1.3.4 Datenanalyse.....	445
7.1.3.5 Anforderungs- und Modellierungsplan.....	450
7.1.3.6 Die Modellierungszyklen.....	452
7.1.3.7 Implementierungsphase.....	455
7.2 Der Nutzen evolutionärer Finanzanalyse.....	456
7.3 Fazit und Ausblick.....	457
7.3.1 Zusammenfassung.....	458
7.3.2 Ausblick - Die evolutionäre Finanzanalyse-Toolbox.....	461
Literaturverzeichnis	471
Stichwortverzeichnis	499

ABBILDUNGSSVERZEICHNIS

Abb. 1.1: Informationseffizienzhypothese und Finanzanalyse.....	2
Abb. 1.2: Erweiterungsansätze der traditionellen Finanzanalyse.....	4
Abb. 1.3: A priori Eingrenzung relevanter Modellierungswerkzeuge.....	6
Abb. 1.4: Der Aufbau der Arbeit im Überblick.....	10
Abb. 2.1: Die Stufen der Informationseffizienz.....	19
Abb. 3.1: Dow Jones Index - Ein-Tagesrendite vs. Normalverteilung.....	28
Abb. 3.2: Dow Jones Index - 5-Tagesrendite vs. Normalverteilung.....	28
Abb. 3.3: Dow Jones Index - 10-Tagesrendite vs. Normalverteilung.....	28
Abb. 3.4: Dow Jones Index - 30-Tagesrendite vs. Normalverteilung.....	28
Abb. 3.5: Dow Jones Index - 20-Tagesrendite vs. Normalverteilung.....	29
Abb. 3.6: Dow Jones Index - 90-Tagesrendite vs. Normalverteilung.....	29
Abb. 3.7: DAX-Eintageslogdifferenzen versus Normalverteilung.....	31
Abb. 3.8: DAX-Einwochenlogdifferenzen versus Normalverteilung.....	31
Abb. 3.9 DAX- Zweiwochenlogdifferenzen versus Normalverteilung.....	31
Abb. 3.10: DAX-Vierwochenlogdifferenzen versus Normalverteilung.....	31
Abb. 3.11: Normal Q-Q Plot der DAX-Eintageslogdifferenzen.....	32
Abb. 3.12: Normal Q-Q Plots der DAX-Einwochenlogdifferenzen.....	32
Abb. 3.13: Normal Q-Q Plots der DAX-Zweiwochenlogdifferenzen.....	32
Abb. 3.14: Normal Q-Q Plots der DAX-Vierwochenlogdifferenzen.....	32
Abb. 3.15: Daimler-Eintageslogdifferenzen versus Normalverteilung.....	34
Abb. 3.16: Daimler-Einwochenlogdifferenzen versus Normalverteilung.....	34
Abb. 3.17: Daimler-Zweiwochenlogdifferenzen versus Normalverteilung.....	34
Abb. 3.18: Daimler-Vierwochenlogdifferenzen versus Normalverteilung.....	34
Abb. 3.19: Normal Q-Q Plots der Daimler -Eintageslogdifferenzen.....	34
Abb. 3.20: Normal Q-Q Plots der Daimler-Einwochenlogdifferenzen.....	34
Abb. 3.21: Normal Q-Q Plots der Daimler-Zweiwochenlogdifferenzen.....	35
Abb. 3.22: Normal Q-Q Plots der Daimler-Vierwochenlogdifferenzen.....	35
Abb. 3.23: US\$-Eintageslogdifferenzen versus Normalverteilung.....	36
Abb. 3.24: US\$-Einwochenlogdifferenzen versus Normalverteilung.....	36
Abb. 3.25: US\$-Zweiwochenlogdifferenzen versus Normalverteilung.....	37
Abb. 3.26: US\$-Vierwochenlogdifferenzen versus Normalverteilung.....	37
Abb. 3.27: Normal Q-Q Plots der US\$-Eintageslogdifferenzen.....	37
Abb. 3.28: Normal Q-Q Plots der US\$-Einwochenlogdifferenzen.....	37
Abb. 3.29: Normal Q-Q Plots der US\$-Zweiwochenlogdifferenzen.....	37

Abb. 3.30: Normal Q-Q Plots der US\$-Vierwochenlogdifferenzen.....	37
Abb. 3.31: Skalierungsverhalten der DAX- Logdifferenzen: Mittelwert.....	40
Abb. 3.32: Skalierungsverhalten der DAX- Logdifferenzen: Varianz.....	41
Abb. 3.33: Empirischer Skalierungsfaktor der Standardabweichung der DAX-Logdifferenzen.....	42
Abb. 3.34: Skalierungsverhalten der Daimler-Logdifferenzen: Mittelwert und Varianz.....	44
Abb. 3.35: Skalierungsverhalten der US\$-Logdifferenzen: Mittelwert und Varianz.....	44
Abb. 3.36: Eintageslogdifferenzen des Deutschen Aktienindex.....	46
Abb. 3.37: 'Eintagesrenditen' einer normalverteilten Zufallsvariable.....	46
Abb. 3.38: Eintageslogdifferenzen der Daimler Benz AG und des US-Dollars.....	47
Abb. 3.39: Eintageslogdifferenzen des DAX: Mittelwert und Varianz.....	50
Abb. 3.40: Eine dem DAX entsprechend normalverteilte Zufallsvariable: Mittelwert und Varianz.....	51
Abb. 3.41: Eintageslogdifferenzen der Daimler Benz AG und des US-Dollars: Mittelwert und Varianz.....	52
Abb. 3.42: Der Joseph-Effekt: Eintageslogdifferenzen des DAX.....	54
Abb. 3.43: Der Joseph-Effekt: 5-Tage und 10-Tage gleitender Durchschnitt der Eintageslogdifferenzen des DAX.....	55
Abb. 3.44: Der Joseph-Effekt - Fünftageslogdifferenzen des DAX.....	56
Abb. 3.45: Trends und Zyklen am Beispiel des 20-Tage gleitenden Durchschnitts der Eintageslogdifferenzen des DAX.....	57
Abb. 3.46: Annahmen der Random Walk Hypothese, Eigenschaften realer finanzwirtschaftlicher Zeitreihen und ihre vermuteten Ursachen.....	58
Abb. 3.47: Korrelogramm der Eintageslogdifferenzen des DAX.....	60
Abb. 3.48: Korrelogramm der Eintageslogdifferenzen der Daimler Benz AG	60
Abb. 3.49: Korrelogramm der Eintageslogdifferenzen des US-Dollars.....	60
Abb. 3.50: Periodogramm der Eintageslogdifferenzen des DAX.....	65
Abb. 3.51: Periodogramm der Eintageslogdifferenzen der Daimler Benz AG	65
Abb. 3.52: Periodogramm der Eintageslogdifferenzen des US-Dollars.....	65
Abb. 3.53: Autokorrelationsfunktion und Periodogramm.....	66

Abb. 4.1: Elemente der Hypothese fraktaler Märkte.....	85
Abb. 4.2: Die Koch-Kurve.....	89
Abb. 4.3: Fraktale Geometrie und natürliche Fraktale.....	90
Abb. 4.4: Das Sierpinski-Dreieck.....	91
Abb. 4.5: Das Dezimalsystem - ein mathematisches Fraktal.....	92
Abb. 4.6: Das Pascalsche Dreieck.....	92
Abb. 4.7: Farbkodierung des Pascalschen Dreiecks - Schwarze Sechsecke kennzeichnen Teilbarkeit durch zwei, drei bzw. fünf.....	93
Abb. 4.8: Die Quadratwurzelspirale.....	94
Abb. 4.9: Der Einfluß des zeitlichen 'Metermaßes' am Beispiel eines einfachen Random Walks.....	99
Abb. 4.10: Statistische Selbstähnlichkeit des gewöhnlichen Random Walks..	100
Abb. 4.11: R/S-Analyse einer cauchyverteilten Zufallsvariable.....	110
Abb. 4.12: Autokorrelationsfunktion diskreten fraktalen Rauschens.....	116
Abb. 4.13: Fraktale Brownsche Bewegung und diskretes fraktales Rauschen mit $H = 0.9$	119
Abb. 4.14: Korrelogramm von $\Delta B_{0,9}(t)$	120
Abb. 4.15: Periodogramm von $\Delta B_{0,9}(t)$	120
Abb. 4.16: R/S-Analyse diskreten fraktalen Rauschens mit $H = 0.9$	120
Abb. 4.17: DAX-Logdifferenzen - R/S-Analyse nach Lo, 1991.....	121
Abb. 4.18: DAX-Logdifferenzen - R/S-Analyse nach Moody/Wu, 1996.....	122
Abb. 4.19: Informationshorizont und Informationsverarbeitung heterogener Investoren.....	130
Abb. 4.20: Federkraft und -arbeit in Abhängigkeit von der Auslenkung q	155
Abb. 4.21: Potentialfunktion eines harmonischen Oszillators.....	156
Abb. 4.22: Bifurkation einer Potentialfunktion.....	160
Abb. 4.23: Schematischer Aufbau und Einflußfaktoren eines Ferromagneten.....	164
Abb. 4.24: Einflußfaktoren der Wahrscheinlichkeitsverteilung von Renditen.....	169
Abb. 4.25: Typische Marktsituationen gemäß der CMH.....	171
Abb. 4.26: Wahrscheinlichkeitsverteilung und Potential Well im Falle eines Random Walks.....	172
Abb. 4.27: Wahrscheinlichkeitsverteilung und Potential Well bei instabilen Phasenübergängen.....	174

Abb. 4.28: Wahrscheinlichkeitsverteilung und Potential Well chaotischer Märkte.....	175
Abb. 4.29: Wahrscheinlichkeitsverteilung und Potential Well im Falle des Coherent Bull Market.....	177
Abb. 5.1: Differenzierungsmerkmale finanzwirtschaftlicher Modelle.....	194
Abb. 5.2: Starkes Kausalitätsprinzip am Beispiel deterministischer AR(2)-Prozesse.....	207
Abb. 5.3: Zeitpfad x_t und seltsamer Attraktor der Henon-Abbildung.....	213
Abb. 5.4: Stabiler Fixpunkt der logistischen Funktion für $k < 1$	215
Abb. 5.5: Stabiler Fixpunkt der logistischen Funktion für $1 < k < 3$	216
Abb. 5.6: Zweiperiodischer Zyklus der logistischen Funktion für $3 < k < 3.44949$	216
Abb. 5.7: Vierperiodischer Zyklus der logistischen Funktion für $3.44949 < k < 3.54409$	217
Abb. 5.8: ∞ -periodischer Zyklus der logistischen Funktion für $k = 4$	218
Abb. 5.9: Feigenbaumdiagramm der logistischen Funktion.....	219
Abb. 5.10: Rekonstruktion der Henonabbildung durch 2-Histories.....	223
Abb. 5.11: Korrelationsdimension der Henon-Abbildung in Abhängigkeit von der einbettenden Dimension m	231
Abb. 5.12: Externes Rauschen und Korrelationsdimension.....	233
Abb. 5.13: Zeitverschiebung und Korrelationsdimension.....	235
Abb. 5.14: Aggregation und Korrelationsdimension.....	236
Abb. 5.15: Sensitive Abhängigkeit der logistischen Reihe und der Henon-Reihe.....	239
Abb. 6.1: Modellierungswerkzeug versus Problemtyp.....	284
Abb. 6.2: Rechnersysteme der von-Neumann-Architektur.....	286
Abb. 6.3: Aufbau biologischer Neuronaler Netze.....	288
Abb. 6.4: Schematisierte Ansicht eines biologischen Neurons.....	288
Abb. 6.5: Das künstliche Neuron.....	290
Abb. 6.6: Informationsverarbeitung in künstlichen Neuronen oder Units.....	291
Abb. 6.7: Lineare Outputfunktion.....	292
Abb. 6.8: Heaviside Sprungfunktion.....	292
Abb. 6.9: Logistische Outputfunktion.....	293
Abb. 6.10: Tangens Hyperbolicus.....	293
Abb. 6.11: Gaußsche Outputfunktion.....	293

Abb. 6.12: Schichtenmodelle mit Schicht-zu-Schicht- bzw. Vollverknüpfung.....	295
Abb. 6.13: Klumpenmodell.....	295
Abb. 6.14: Klassifikation von Netzwerkmodellen nach der Netztopologie.....	298
Abb. 6.15: Klassifikation von Netzwerkmodellen nach dem Funktionsumfang.....	298
Abb. 6.16: Netzdarstellung versus Funktionsschreibweise.....	299
Abb. 6.17: Lineare Regressionsfunktion.....	300
Abb. 6.18: Lineare Diskriminanzfunktion.....	300
Abb. 6.19: Logistische Regressionsfunktion.....	300
Abb. 6.20: Logistische Diskriminanzfunktion.....	300
Abb. 6.21: Verallgemeinertes Regressionsmodell.....	301
Abb. 6.22: Verallgemeinertes Diskriminanzmodell.....	301
Abb. 6.23: STLR-Modell.....	302
Abb. 6.24: Auf Kernschätzer basierende, verallgemeinerte Regression.....	303
Abb. 6.25: Auf Kernschätzer basierende, verallgemeinerte Diskriminanzanalyse.....	303
Abb. 6.26: Lineares Mehrgleichungssystem/VAR-Modell.....	304
Abb. 6.27: Multiples lineares Gleichgewichtsmodell.....	304
Abb. 6.28: Nichtlineares Mehrgleichungssystem/VAR-Modell.....	305
Abb. 6.29: Multiples nichtlineares Gleichgewichtsmodell.....	305
Abb. 6.30: Neuronale und statistische Terminologie.....	306
Abb. 6.31: Overfitting-Effekt.....	327
Abb. 6.32: Die Anzahl freier Parameter, Trainingsepochen und die Gefahr des Overfittings.....	328
Abb. 6.33: Crossvalidierung und Stopped Training.....	331
Abb. 6.34: Einfache Crossvalidierung versus Overfitting.....	333
Abb. 6.35: Grundprinzip der Datenaufteilung bei multipler Crossvalidierung.....	335
Abb. 6.36: Der Netzwerksystem-Ansatz.....	336
Abb. 6.37: Retraining eines spezifischen Netzwerkes anhand einer reduzierten Teilmenge der ursprünglichen Trainingsmenge.....	339
Abb. 6.38: ... verursacht lediglich eine leicht andere Fehleroberfläche.....	339
Abb. 6.39: Der Effekt von Forced Overfitting in Verbindung mit der nichtlinearen Crossvalidierung.....	344

Abb. 6.40: Idealisierte Optimierungsprozedur durch Einsatz von Pruningverfahren	345
Abb. 6.41: Ausdünnung kleiner Gewichte und Stopped Training.....	352
Abb. 6.42:Flache Minima durch irrelevante Gewichte.....	365
Abb. 6.43: Optimal Brain Damage im Fehlerminimum.....	375
Abb. 6.44: Early Brain Damage und Stopped Training.....	377
Abb. 6.45: Eingangssignale als Linearkombination vorgelagerter Units.....	382
Abb. 6.46: Das Verhalten des Delta-Tests am Beispiel der logistischen Gleichung.....	398
Abb. 6.47: Die Spannweite Δr	398
Abb. 6.48: Wahrscheinlichkeitsverteilung und Verteilungsfunktion der Normalverteilung.....	401
Abb. 6.49: Approximation der Verteilungsfunktion $P(\Delta r \leq \epsilon)$	403
Abb. 6.50: Signal-Information und Signal-Rauschen versus Modellparametrisierung.....	410
Abb. 6.51: Zerstörung bivariater funktionaler Beziehungen durch univariate Zeitreihenglättung.....	413
Abb. 6.52: Zerstörung von Datenclustern durch univariate Zeitreihenglättung.....	413
Abb. 6.53: Strukturserhaltung durch räumliche Glättung.....	415
Abb. 6.54: Strukturserhalt durch k-Means-Clustering.....	417
Abb. 6.55:Schematische Struktur eines Selforganizing Feature Maps.....	418
Abb. 6.56: Ein Lernschritt in einem Selforganizing Feature Map.....	419
Abb. 6.57: Projektion eines Dreiecks durch ein lineares Feld.....	420
Abb. 6.58: Lineares Feld versus Gitter.....	420
Abb. 6.59: Prediction- und Interaction-Layer.....	425
Abb. 6.60: Ein Währungsweltmodell mit Interaction-Layer.....	427
Abb. 6.61: Das Abgleichproblem zwischen Renditegenerierungsprozeß und Modellierungswerkzeug.....	428
Abb. 7.1: Abgleich zwischen Renditegenerierungsprozess und Modellierungswerkzeug durch evolutionäres Vorgehen.....	432
Abb. 7.2: Ein einfaches Projektmodell zur Entwicklung NN-basierter Prognosesysteme.....	435
Abb. 7.3: Ein erweitertes Projektmodell zur Entwicklung NN-basierter Prognosesysteme.....	436

Abb. 7.4: Das Spiralmodell der evolutionären Finanzanalyse.....	439
Abb. 7.5: Die evolutionäre Finanzanalyse-Toolbox.....	462
Abb. 7.6: Der Projekt-Assistent.....	465
Abb. 7.7: Der Datenmanager.....	466
Abb. 7.8: Die Analysewerkzeuge.....	466
Abb. 7.9: Die Modellierungswerkzeuge.....	467
Abb. 7.10: Der Reportgenerator.....	467

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 3.1: Verteilungsparameter der DAX-Logdifferenzen.....	30
Tab. 3.2: Test auf Normalverteilung der DAX-Logdifferenzen.....	33
Tab. 3.3: Verteilungsparameter der Daimler-Logdifferenzen.....	33
Tab. 3.4: Test auf Normalverteilung der Daimler-Logdifferenzen.....	35
Tab. 3.5: Verteilungsparameter der US\$-Logdifferenzen.....	36
Tab. 3.6: Test auf Normalverteilung der US\$-Logdifferenzen.....	38
Tab. 3.7: Paarweise Skalierungsfaktoren der DAX-Logdifferenzen.....	43
Tab. 3.8: Paarweise Skalierungsfaktoren der Daimler-Logdifferenzen.....	44
Tab. 3.9: Paarweise Skalierungsfaktoren der US\$-Logdifferenzen.....	45
Tab. 3.10: Ergebnisse der Runtests.....	68
Tab. 4.1: Empirische Hurst-Exponenten - DAX, Daimler Benz AG, US-Dollar und Normalverteilung.....	123