

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abkürzungsverzeichnis.....	6
Zusammenfassung.....	7
1 Einführung.....	9
1.1 Übersicht und Zusammenhang der verwendeten Methoden.....	10
1.2 Schwerpunkte dieser Arbeit.....	13
1.3 Einführung von notwendigen Grundbegriffen	14
1.3.1 Linear - Nichtlinear.....	14
1.3.2 Bivariat - Multivariat	15
1.3.3 Diskrete und kontinuierlich Systeme - Phasenraumdarstellung.....	16
1.3.4 Determinismus und stochastisches Verhalten, starke und schwache Kausalität, Anfangswertsensitivität	18
2 Komplexitätstheorie.....	21
2.1 Eigenschaften komplexer, adaptiver Systeme: Self Organized Criticality (SOC)	22
2.2 Komplexitätstheorie in den Wirtschaftswissenschaften.....	26
2.3 Numerische Untersuchungstechniken basierend auf der Komplexitätstheorie:	
Untersuchung ökonomischer Zeitreihen auf 1/f-Rauschen.....	27
2.3.1 1/f-Rauschen	28
2.3.2 Untersuchung von ökonomischen Zeitreihen auf SOC in der Literatur	33
3 Chaostheorie - Theorie dynamischer Systeme.....	39
3.1 Die Bedeutung der Chaostheorie als neues Wissenschaftsparadigma	39
3.2 Charakteristika deterministisch chaotischer Systeme	41
3.2.1 Dissipative und konservative Systeme.....	47
3.3 Eigenschaften seltsamer Attraktoren.....	47
3.4 Chaosdefinitionen.....	50
3.4.1 Eine pragmatische "working-definition" für Chaos	51
3.5 Quantitative Beschreibung chaotischer Dynamik.....	53

4 Numerische Untersuchungstechniken zur Identifikation von deterministischem Chaos.....	56
4.1 Einbettung der gemessenen Zeitreihe.....	56
4.2 Wahl "geeigneter" Einbettungsparameter.....	64
4.2.1 Average Mutual Information zur Auswahl geeigneter Delay-Time	64
4.2.2 Die Autokorrelationsfunktion als ältere Methode zur Berechnung der Delay-Time	70
4.2.3 Bestimmung der Einbettungsdimension mit Hilfe des Nearest-Neighbors-Algorithmus	73
4.3 Preprocessing und Trendbereinigung.....	78
4.4 Test auf periodische und aperiodische Zyklen.....	97
4.5 Tests auf Determinismus	104
4.5.1 Average Mutual Information (AMI) als Maß für Determinismus	104
4.5.2 Surrogate Data Sets	108
4.5.3 Verbindung der beiden Methoden AMI und Surrogate Data Sets zu einem allgemeinen Maß der Vorhersagbarkeit.....	111
4.6 Berechnung maximaler Lyapunov-Exponenten	116
4.6.1 Signifikanz des maximalen Lyapunov-Exponenten: Check mittels Surrogate Data Sets	127
4.7 Korrelationsdimension und BDS-Test.....	127
4.8 Eine qualitative Untersuchungsmethode: Recurrence Plots/ Korrelationsdiagramm.....	134
4.9 Bereinigung der chaotischen Zeitreihe von überlagerten Signalen.....	139
4.10 Modellierung und Prognose chaotischer Systeme.....	152
 5 Künstliche Neuronale Netze	 155
5.1 Grundprinzipien Neuronaler Netze	155
5.1.1 Die "Richtung" der Informationsverarbeitung in Neuronalen Netzen	156
5.1.2 Grundlegende Modellarten	157
5.1.3 Verarbeitungsfunktionen und Lernprinzipien Neuronaler Netze.....	157
5.1.4 Probleme des Netztrainings: Overfitting versus Generalisierung	161
5.1.5 Praktische Anwendung Neuronaler Netze.....	163
5.2 Zeitreihenprognose deterministischer Systeme mit Neuronalen Netzen: Wahl der Anzahl der Inputs und Outputs.....	164
5.3 Die verschiedenen Typen Neuronaler Netze.....	168
5.3.1 Das Multilayer Perceptron MLP	169
5.3.1.1 Topologie des MLP.....	169
5.3.1.2 Zuordnung des MLP zum globalen oder lokalen Prognoseansatz.....	171
5.3.2 Das General Regression Neural Network GRNN	172
5.3.2.1 Funktionsweise und Topologie des GRNN.....	172
5.3.2.2 Einordnung als lokales Prognoseverfahren und Vorteile gegenüber anderen lokalen Algorithmen	174
5.3.3 Auswahl der Modellparameter: Genetische Algorithmen.....	177
5.3.3.1 Genetische Algorithmen.....	177
5.3.3.2 Genetische Algorithmen zur Optimierung eines Neuronalen Netzes.....	182

6 Eine kombinierte Analysemethodik zum Nachweis von deterministischem Chaos: Die Chaos-"Tool-Box"	185
7 Anwendung auf eine ökonomische Zeitreihe	189
7.1 Prüfen auf Stationarität	190
7.2 Qualitative Untersuchung: Recurrence-Plots	192
7.3 Untersuchung auf aperiodische Zyklen	192
7.4 Prüfung auf (nichtlinearen) Determinismus	193
7.5 Bestimmung der Einbettungsparameter	195
7.6 Bestimmung des maximalen Lyapunov-Exponenten	196
8 Theoretische Erklärungen der empirischen Ergebnisse	199
8.1 Efficiency Market Hypothesis - EMH	199
8.2 Coherent Market Hypothesis - CMH	200
8.3 Fractal Market Hypothesis - FMH	200
8.4 Complex Market Hypothesis	201
9 Zusammenfassung und Ausblick	203
10 Anhang - Verwendete Software	205
10.1 "Chaotische" Analysetools	205
10.2 Neuronale Netzsimulatoren	205
10.3 Programme zu Genetischen Algorithmen	206
10.4 Statistische Verfahren	206
Tabellenverzeichnis	207
Abbildungsverzeichnis	208
Literaturverzeichnis	212
Lebenslauf	223
Eidesstattliche Erklärung	225