

Schriftenreihe
Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Folke Axel Rauscher

Hybrider Prognoseansatz zur Wechselkursanalyse

Verlag Wissenschaft & Praxis



Hybrider Prognoseansatz zur Wechselkursanalyse

**Schriftenreihe Wirtschafts- und
Sozialwissenschaften**

Band 43

Folke Axel Rauscher

Hybrider Prognoseansatz zur Wechselkursanalyse

Kombinationsmöglichkeiten von multivariater
Kointegration, Neuronalen Netzen und
Multi-Task Learning

Verlag Wissenschaft & Praxis



Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Rauscher, Folke Axel :

Hybrider Prognoseansatz zur Wechselkursanalyse.

Kombinationsmöglichkeiten von multivariater Kointegration,
Neuronalen Netzen und Multi-Task Learning / Folke Axel Rauscher.

– Sternenfels : Verl. Wiss. und Praxis, 2001

(Schriftenreihe Wirtschafts- und Sozialwissenschaften ; Bd. 43)

Zugl. Karlsruhe, Univ., Diss., 2000

ISBN 3-89673-102-5

ISBN 3-89673-102-5

© Verlag Wissenschaft & Praxis

Dr. Brauner GmbH 2001

Nußbaumweg 6, D-75447 Sternenfels

Tel. 07045/930093 Fax 07045/930094

Alle Rechte vorbehalten

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Printed in Germany

Meiner Mutter †

Vorwort

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit entstand im Rahmen meiner beruflichen Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungszentrum der Daimler-Chrysler AG in Ulm in Verbindung mit dem Institut für Statistik und mathematische Wirtschaftstheorie der Universität Fridericiana zu Karlsruhe. Die Genehmigung als Dissertation erfolgte im Dezember 1999 durch die Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Universität Fridericiana zu Karlsruhe.

Mein herzlicher Dank gilt allen, die durch kritische Diskussionen, fruchtbare Anregungen und freundschaftliche Unterstützung direkt oder indirekt zum Gelingen meines Promotionsvorhabens beigetragen haben. Neben allen, die an dieser Stelle namentlich unerwähnt bleiben, möchte ich einigen Personen meine besonderen Dank explizit aussprechen.

Zuerst möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Nakhaeizadeh für die konstruktive wissenschaftliche Betreuung meiner Arbeit und die hervorragende Möglichkeit bedanken, daß ich mich mit dem Gebiet der Finanzmarktanalyse sowohl akademisch als auch praktisch auseinandersetzen konnte. Darüber hinaus bedanke ich mich sehr herzlich bei den Herren Prof. Dr. Ketterer, Prof. Dr. Poddig und Prof. Dr. Rachev für die Übernahme der Korreferate. Insbesondere Herrn Prof. Dr. Poddig bin ich für seine treffenden Anmerkungen und hilfreichen Verbesserungsvorschläge, die in großem Maße zur Verbesserung der Qualität meiner Arbeit beigetragen haben, zu größtem Dank verpflichtet. Danken möchte ich ebenfalls Herrn Prof. Bol für seine Funktion als Prüfer und Herrn Prof. Dr. Neibecker für den Vorsitz in meiner mündlichen Doktorprüfung.

Weiterhin gilt mein besonderer Dank Herrn Dr. Schulz für die Initiierung und Beauftragung meiner Forschung als Projekt der Daimler-Chrysler AG. Für die finanzielle und praktische Unterstützung meiner Research-Tätigkeit im strategischen und operativen Währungsmanagement bedanke ich mich außerdem auch bei den Herren Dr. Fahling, Schäfer und Silvestri.

Daneben gebührt allen meinen Arbeitskollegen am Forschungszentrum der Daimler-Chrysler AG in Ulm mein aufrichtiger Dank, welche in fachlicher Hinsicht das Zustandekommen der vorliegenden Arbeit überhaupt erst möglich gemacht haben. Speziell zu nennen sind an dieser Stelle die Herren Dipl.-Inform. Bartlmae, Dr. Steurer und Frau cand. Dipl.-Math. oec. Heumesser.

Außerdem möchte ich die Herren Prof. Dr. Friedman, Prof. Dr. Langley und Prof. Dr. Weigend erwähnen, deren wertvolle Impulse während meinen Auslandsstudienaufenthalten an den Universitäten von Stanford und New York meine wissenschaftliche Arbeit wesentlich bereichert haben.

Besonders herzlich möchte ich mich noch bei meinen Eltern bedanken, die meine gesamte Hochschulausbildung großzügig und uneigennützig unterstützt haben.

Folke Axel Rauscher

Ulm, im August 2000

Abstract

Hybrider Prognoseansatz zur Wechselkursanalyse: Kombinationsmöglichkeiten von multivariater Kointegration, Neuronalen Netzen und Multi-Task Learning

Spätestens seit dem Übergang zu flexiblen Wechselkursen und dem Zusammenbruch des Finanzsystems fixer Devisenparitäten, stellt die Suche nach gehaltvollen Erklärungs- und Prognosemodellen für Währungszusammenhänge eine faszinierende und gleichsam schwierige Aufgabe dar. Durch die Diversifizierung der internationalen Geschäftstätigkeit, die Zunahme des weltwirtschaftlichen Handelsvolumens und der Kapitalbewegungen auf den internationalen Devisenmärkten, gepaart mit wachsenden Währungsunsicherheiten und Kursschwankungen, gewinnt die Problematik der Wechselkursprognose an Bedeutung.

Aufbauend auf den Erkenntnissen bisheriger Finanzmarktforschung über einen möglicherweise unterstellten inadäquaten funktionalen Zusammenhang zwischen den zu erklärenden Wechselkursen und den erklärenden Variablen, sowie generellen Untersuchungen über eventuell vorliegende nichtlineare Wirkungszusammenhänge auf Finanzmärkten, integriert die vorliegende Dissertation die aus dem ökonometrischen Kontext stammende Methode der multivariaten Kointegration mit Künstlichen Neuronalen Netzen als Vertreter Maschineller Lernverfahren. Um darüber hinaus die multilateralen Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Devisenkursen und ihren Determinanten besser abbilden zu können, und um die zunehmende Integration auf den internationalen Finanzmärkten modellierungstechnisch zu berücksichtigen, sowie diese Interdependenzen als zusätzliche Informationsquelle über das Wirkungsgefüge zur Bestimmung der Wechselkurse zu verwerten, stellt die Arbeit einen *Multi-Task Learning* Ansatz zur Zeitreihenprognose vor.

Das Ziel der Arbeit ist es, einen integrierten, multivariaten, nichtlinearen sogenannten hybriden Prognoseansatz zu entwickeln, der sich an der zugrundeliegenden Devisenmarktcharakteristik und spezifischen Problemstellung der Wechselkursanalyse orientiert.

Obwohl der Verlauf flexibler Wechselkurse stark durch zufällige Schwankungen, spekulative Einflüsse und andere Störfaktoren überlagert ist, erweist sich der gewähl-

te Prognoseansatz aus Kombinationsmöglichkeiten von multivariater Kointegration, Neuronalen Netzen und *Multi-Task Learning* als vielversprechend. In den empirischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit führt die Umsetzung des entwickelten hybriden Prognosemodells zu befriedigenden Ergebnissen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
Abstract	vii
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	4
1.3 Abgrenzung zu anderen Arbeiten	5
1.3.1 Gerhards (1994)	5
1.3.2 Steurer (1997)	5
1.3.3 Grimm (1997)	5
1.3.4 Caruana (1997)	6
1.3.5 Poddig (1996)	6
1.4 Forschungshypothesen und Annahmen	7
1.5 Gliederung und Inhaltsübersicht	9
2 Vorhersage von Wechselkursen	13
2.1 Grundlagen	13
2.1.1 Prozeßmodell	14
2.1.2 Definition Wechselkurs	16
2.1.3 Prognosefokus und Motivation	17
2.2 Wechselkurstheorien	19
2.2.1 Kaufkraftparitätentheorie	20
2.2.2 Zinsparitätentheorie	25
2.2.3 Weitere Wechselkurstheorien	27
2.2.4 Empirie theoretischer Wechselkursmodelle	34
2.3 Kritik, Erweiterung und Datenbasis	37

2.3.1	Gründe für schlechte empirische Ergebnisse theoretischer Wechselkursmodelle	37
2.3.2	Erweiterter Ansatz zur Vorhersage von Wechselkursen	40
2.3.3	Datengrundlage	47
2.4	Zieldefinition	57
3	Evaluierung der Prognoseleistung	59
3.1	Grundlagen der Performance-Messung	59
3.2	Evaluierungskriterien	61
3.3	Gütemaße	64
3.3.1	Primäre statistische Maße	65
3.3.2	Rendite-Maße	71
3.3.3	Risiko-Maße	76
3.3.4	Kombinations-Maße	82
3.3.5	Benchmark-Maße	83
3.4	Beurteilungsmetrik	86
4	Finanzmarkteigenschaften	93
4.1	Charakteristiken internationaler Finanzmärkte	95
4.1.1	Finanzmarktliberalisierung	95
4.1.2	Nichtlinearität	97
4.1.3	Ineffizienz	102
4.1.4	Nichtstationarität	107
4.2	Analyse der Finanzmarktintegration	111
4.3	Hybrider Prognoseansatz	115
5	Nichtlineare multivariate Kointegration	119
5.1	Testverfahren auf den Integrationsgrad	119
5.1.1	Test nach Dickey/Fuller	120
5.1.2	Test nach Phillips/Perron	122
5.1.3	Empirische Anwendung	123
5.1.4	Modellierungsmöglichkeiten nichtstationärer Zeitreihen	124
5.2	Konzept der Kointegration	126
5.2.1	Engle-Granger-Verfahren	126
5.2.2	Johansen-Verfahren	128

5.3	Beurteilung der Kointegrationsansätze	133
5.3.1	Vor- und Nachteile	133
5.3.2	Schlußfolgerungen	135
5.4	Vektorielle Fehlerkorrekturmodelle	137
5.4.1	Theoretisches Grundmodell	138
5.4.2	Modifizierung des Grundmodells	143
5.4.3	Komentierung der bisherigen Ergebnisse	153
5.5	Übertragung auf Neuronale Netze	154
5.5.1	„Conditional Cointegration“	154
5.5.2	Nichtlineare Fehlerkorrektur	156
5.6	Neuronale Fehlerkorrekturmodelle	157
5.6.1	Neuronale Netzwerk Modellierung	158
5.6.2	Empirische Untersuchungen	170
5.6.3	Zusammenfassung	174
6	Multi-Task Learning	177
6.1	Maschinelles Lernen und Multi-Task Learning	178
6.1.1	Prior Knowledge	179
6.1.2	Induktive Lernsysteme	179
6.1.3	Multi-Task Learning Bias	181
6.2	MTL zur integrierten Finanzmarktanalyse	182
6.2.1	Anforderungen	182
6.2.2	Konsequenzen	183
6.2.3	Kritikpunkte einer segmentierten Finanzanalyse	183
6.2.4	Erweiterungen einer integrierten Finanzanalyse	184
6.3	Multi-Task Learning und Neuronale Netze	186
6.3.1	Berücksichtigung zusätzlicher Informationen	186
6.3.2	Wissenstransfer ähnlicher Aufgaben	186
6.3.3	Multiple Ausgabeneuronen	189
6.3.4	Neuronales Multi-Task Learning	190
6.4	Theorie und Funktionsweise von MTL	193
6.4.1	Verstärkung der Dateninformation	193
6.4.2	Sinnvolle Auswahl von Attributen	195
6.4.3	Abschauen relevanter Inputverbindungen	196

6.4.4	Repräsentations-Bias	198
6.4.5	Zusammenfassung der Multi-Task Learning Mechanismen	200
6.5	Identifikation von Hilfsaufgaben	203
6.5.1	Multiple Aufgabenrepräsentationen und Fehlermetriken	204
6.5.2	Unterschiedliche Zeithorizonte	206
6.5.3	Fokussierung des Lernsystems	208
6.5.4	Lernen von Lehrern	210
6.5.5	Verwendung beim Prognoseschritt nicht mehr zugänglicher Informationen	212
6.5.6	Lernen mit Werten aus der Zukunft	214
6.5.7	Transfer von recyceltem Wissen	217
6.5.8	Kointegrierte Ausgabezeitreihen	218
6.6	Empirische Multi-Task Learning Untersuchungen	220
6.6.1	Realisierung der Multi-Task Learning Modelle	220
6.6.2	Verbesserte Modellierung von Kointegrationssystemen durch gleichzeitiges Erlernen aller kointegrierten Variablen	225
6.6.3	Induktion zusätzlichen Wissens durch simultanes Erlernen theoretischer Zusammenhänge	231
6.6.4	Unterstützung der Problemrepräsentation durch Berücksichtigung internationaler Wechselkursbeziehungen	235
6.6.5	Binden von Freiheitsgraden durch Erzwingen von Konsistenzbedingungen	241
6.6.6	Erhöhung der Generalisierungsfähigkeit durch Beschreibung der Zielaufgabe als Zustand	246
6.6.7	Abschließende Bemerkungen	250
7	Schlußbetrachtungen	253
7.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	253
7.2	Abschließende Würdigung	257
7.3	Ausblick	258
A	Datenbeschreibung	261
A.1	Zeitreihen für USA	262
A.2	Zeitreihen für Japan	263
A.3	Zeitreihen für Deutschland	264
A.4	Wechselkurse	264

<i>INHALTSVERZEICHNIS</i>	xiii
B Integrationsgrad-Testergebnisse	265
C Software und Informationssysteme	267
Literaturverzeichnis	269

Abbildungsverzeichnis

1.1	Induziertes Währungsrisiko	2
1.2	Inhaltsübersicht	10
2.1	Prozeß der Wissensentdeckung in Finanzmarktdaten	14
2.2	Internationaler Devisenhandel	18
2.3	Beschreibung des Wechselkurses	20
2.4	Weitere Wechselkurstheorien	27
2.5	Nichtlinearer Zusammenhang	43
2.6	Bias-Varianz-Dilemma	44
2.7	Dollar/Mark versus Inflation	50
2.8	Dollar/Mark versus langfristige Zinsen	51
2.9	Dollar/Mark versus kurzfristige Zinsen	52
2.10	Dollar/Mark versus Geldmenge	53
2.11	Dollar/Mark versus Handelsbilanz	54
2.12	Dollar/Mark versus Industrieproduktion	55
2.13	Dollar/Mark versus Aktienmarktentwicklung	56
3.1	Prognosebeispiel für <i>RMSE</i> -Problematik	68
3.2	Beispiel für summierte Renditen	74
3.3	Beispiel für Regression über summierten Renditeverlauf	77
3.4	Beispiel für <i>maximum drawdown</i> (D_{max})	81
4.1	<i>Multi-Layer Perceptrons</i> Neuronales Netzwerk	101
4.2	Beispiel für nichtstationäre Zeitreihen	109
4.3	Dreidimensionaler Untersuchungsrahmen	117
5.1	Untersuchungsrahmen, erste Dimension	138
5.2	DAX und deutsche Industrieproduktion	144

5.3	Dollar/Mark versus Spread langfristiger Zinsen	146
5.4	Renditeverlauf Prognosemodell VFKM (V2)	149
5.5	Dollar/Mark versus Zinsstruktur	150
5.6	Renditeverlauf Prognosemodell VFKM (V3)	153
5.7	Untersuchungsrahmen, zweite Dimension	155
5.8	Lineare und nichtlineare Fehlerkorrektur	157
5.9	Neuronales Fehlerkorrekturmodell (N1)	171
5.10	Neuronales Fehlerkorrekturmodell (N2)	173
6.1	Untersuchungsrahmen, dritte Dimension	178
6.2	Induktives <i>Single-Task Learning</i> System	180
6.3	Induktives <i>Multi-Task Learning</i> System	182
6.4	Methoden zum Wissenstransfer	187
6.5	<i>Multi-Task Learning</i> Neuronales Netzwerk	190
6.6	Abschauen relevanter Inputverbindungen	198
6.7	Repräsentations-Bias	200
6.8	Informationsfluß beim <i>Backpropagation</i>	201
6.9	Verwendung verschiedener Fehlermaße als ähnliche Aufgaben	205
6.10	Prognose unterschiedlicher Zeithorizonte	207
6.11	Fokussierung	210
6.12	Verwendung der Symmetrie von Wechselkursen als Lehrer	212
6.13	Verwendung zukünftiger Daten zum Lernen	216
6.14	Transfer von recyceltem Wissen	217
6.15	Neuronales <i>Single-Task Learning</i> Kointegrationsmodell	227
6.16	Neuronales <i>Multi-Task Learning</i> Kointegrationsmodell	228
6.17	<i>STL</i> versus <i>MTL</i> Neuronales Netz (2)	232
6.18	Tatsächlicher versus theoretischer Dollar/Mark-Wechselkurs	233
6.19	Dollar/Mark versus Dollar/Yen	237
6.20	<i>STL</i> versus <i>MTL</i> Neuronales Netz (3)	238
6.21	<i>STL</i> versus <i>MTL</i> Neuronales Netz (4)	243
6.22	Granger-Kausalitätsbeziehungen	244
6.23	<i>STL</i> versus <i>MTL</i> Neuronales Netz (5)	248

Tabellenverzeichnis

2.1	„Big Mac“ Index	24
2.2	Übersicht monetäre Wechselkursmodelle	29
2.3	Zusammenfassung der Kritikpunkte und Erweiterungen	47
2.4	Datenauswahl	49
3.1	Übersicht Performance-Maße	87
5.1	Übersicht Integrationsgrad Niveauwerte	124
5.2	Übersicht Integrationsgrad Differenzen	125
5.3	Vergleich Engle-Granger-/Johansen-Kointegrationsverfahren	136
5.4	Bestimmung Anzahl lags	139
5.5	Bestimmung Anzahl Kointegrationsvektoren in X^I	140
5.6	Prognoseergebnisse VF KM (V1)	143
5.7	Integrationsgrad langfristiger Zinsspread	147
5.8	Bestimmung Anzahl Kointegrationsvektoren in X^{II}	147
5.9	Prognoseergebnisse VF KM (V2)	148
5.10	Integrationsgrad kurzfristiger Zinsspread und Zinsstruktur	151
5.11	Bestimmung Anzahl Kointegrationsvektoren in X^{III}	152
5.12	Prognoseergebnisse VF KM (V3)	152
5.13	Prognoseergebnisse NFKM (N1)	172
5.14	Prognoseergebnisse NFKM (N2)	173
6.1	Kritikpunkte einer segmentierten Finanzanalyse	184
6.2	Erweiterungen einer integrierten Finanzanalyse	184
6.3	Spezifikation <i>Multi-Task Learning</i> Neuronales Netz (1)	228
6.4	Prognoseergebnisse MTL Netz (1)	230
6.5	Spezifikation <i>Multi-Task Learning</i> Neuronales Netz (2)	233
6.6	Prognoseergebnisse MTL Netz (2)	235

6.7	Korrelation DEM/USD- und JPY/USD-Wechselkurs	237
6.8	Spezifikation <i>Multi-Task Learning</i> Neuronales Netz (3)	240
6.9	Prognoseergebnisse MTL Netz (3)	240
6.10	Spezifikation <i>Multi-Task Learning</i> Neuronales Netz (4)	242
6.11	Prognoseergebnisse MTL Netz (4)	245
6.12	Spezifikation <i>Multi-Task Learning</i> Neuronales Netz (5)	249
6.13	Prognoseergebnisse MTL Netz (5)	249
A.1	Zeitreihen für USA	262
A.2	Zeitreihen für Japan	263
A.3	Zeitreihen für Deutschland	264
A.4	Wechselkurse	264
B.1	Integrationsgrad Niveauewerte (Trainings-, Testzeitraum)	265
B.2	Integrationsgrad Differenzen (Trainings-, Testzeitraum)	266

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Problemstellung

Spätestens seit dem Übergang zu flexiblen Wechselkursen und dem Zusammenbruch des Finanzsystems fixer Devisenparitäten von Bretton-Woods 1973, stellt die Suche nach gehaltvollen Erklärungs- und Prognosemodellen für Währungszusammenhänge eine faszinierende und gleichsam schwierige Aufgabe dar. Die Aufgabenstellung der Wechselkursprognose ist neben reinen Kapitalanlegern und Spekulanten insbesondere für Ex- und Importeure von großem Interesse, um die Entscheidungen über Kursicherungsmaßnahmen mittels abgeleiteten Erwartungshaltungen zu optimieren. Durch die Diversifizierung der internationalen Geschäftstätigkeit,¹ die Zunahme des weltwirtschaftlichen Handelsvolumens und der Kapitalbewegungen auf den internationalen Devisenmärkten,² gepaart mit wachsenden Währungsunsicherheiten und Kursschwankungen,³ gewinnt die Problematik der Wechselkursprognose an Bedeutung.

Abbildung 1.1, S. 2, bringt das Zusammenspiel von Währungsexposure und Wechselkurschwankungen zum Ausdruck. Die beiden Schaubilder zeigen die deutschen Exporte⁴ und die monatlichen Veränderungen des Dollar/Mark-Wechselkurses.⁵ Die Kombination von zunehmenden deutschen Ausfuhren in ausländische Märkte, die in Fremdwährungen fakturiert werden, mit der äußerst volatilen Entwicklung eines der wichtigsten Wechselkurse, verursacht im Zusammenspiel ein erhebliches Risiko.

¹ Zum Beispiel erwirtschaftete der Daimler-Benz Konzern von Januar bis September 1998 mehr als 68 Prozent des Gesamtumsatzes im Ausland (siehe Daimler-Benz (1998)).

² Der weltweite Devisenhandel erreichte im April 1998 ein tägliches Volumen von fast 1,5 Billionen US-Dollar (siehe Bank for International Settlements (1998)).

³ „Ever since the shift in 1973 from pegged to managed floating exchange rates among the industrial countries, there has been concern with the increased volatility of both nominal and real exchange rates.“ (vergleiche Clark (1997), S. 49)

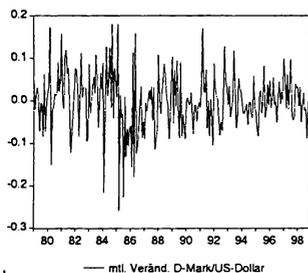
⁴ saisonbereinigte vierteljährliche Werte von 1. Quartal 1979 bis 2. Quartal 1998, Quelle: *Bloomberg* (vergleiche Anhang C, S. 267)

⁵ Zeitraum: Januar 1979 bis Dezember 1998, Quelle: *Bloomberg*

So gaben 88 Prozent der in einer Studie⁶ befragten Unternehmen an, erheblichen Devisenkursrisiken ausgesetzt zu sein.

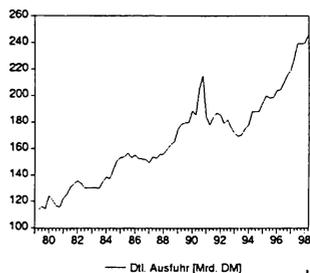
Wertschwankungen:

volatile Entwicklung von Fremdwährungen, dargestellt am Beispiel der monatlichen Veränderungen des Dollar/Mark-Wechselkurses



Exposure:

im Zeitverlauf zunehmende deutsche Exporte die, da fakturiert in Fremdwährungen, Wertschwankungen unterliegen



Kombination von Wertschwankungen und Exposure: **Risiko**

Abbildung 1.1: Induziertes Währungsrisiko

Der Devisen- oder Wechselkurs, als Ausdruck der Währungsparität zwischen zwei Ländern, nimmt eine zentrale Rolle bei internationalen bi- und multilateralen Wirtschaftsbeziehungen ein. Neben den realwirtschaftlichen und ökonomischen Aspekten, sind es auch politische und psychologische Einflußfaktoren, die eine wesentliche Wirkung auf die zukünftige Kursentwicklung zwischen einzelnen Währungen entfalten können.

Einerseits erscheint es aus Sicht von ökonomischen Überlegungen und währungstheoretischen Zusammenhängen naheliegend, daß sich bilaterale Wechselkurse trotz ihrer hohen Volatilität nicht auf Dauer oder nicht nachhaltig unabhängig von dem zugrundeliegenden fundamentalen Umfeld der jeweiligen Volkswirtschaften entfalten können. Somit sollten sich Währungszusammenhänge zumindest auf lange Sicht in Abhängigkeit von Determinanten wie Zinsen, Preisen, Handelsbilanzen oder Einkommen und deren Erwartungsgrößen entwickeln und somit auch erklären lassen.

Auf der anderen Seite sind es unvorhergesehene Entwicklungen bei den Einflußfaktoren, zufällige oder zufällig erscheinende Schocks, oder einfach der Marktteilnehmer

⁶siehe Price Waterhouse (1994)

Mensch mit seinen irrationalen Verhaltensweisen, die dem Prognostiker und seinem Vorhersagemodell einen Strich durch die Rechnung machen können:

„Derartige spekulative, psychologische und politische Aspekte des Marktgeschehens sind nur sehr schwer zu erfassen und abzubilden.“⁷

Als Konsequenz dieses Szenarios drängt sich die These in den Vordergrund, daß die Entwicklung des Wechselkurses einem Zufallsprozeß folgt und als sogenannter *Random Walk*⁸ nicht prognostizierbar ist. Viele ältere empirische Untersuchungen können zum überwiegenden Teil diese These des *Random Walk* Verhaltens von Wechselkursen nicht widerlegen.⁹ Frenkel/Mussa (1985), S. 740, fassen die damalige Ernüchterung folgendermaßen zusammen:

„It seems that at the present stage the empirical evidence taken as a whole suggests the lack of satisfactory structural models accounting for exchange rate behaviour.“

Neuere Arbeiten allerdings,¹⁰ die insbesondere an einer Fehlspezifikation der Prognosegleichungen angreifen¹¹ und neue Arten der verwendeten Schätzverfahren zum Beispiel aus dem Gebiet des Maschinellen Lernens oder der Künstlichen Intelligenz vorschlagen,¹² beziehungsweise moderne statistische Methoden der Ökonometrie anwenden,¹³ erbringen den empirischen Nachweis, daß unter bestimmten Umständen und in den jeweils untersuchten Zeitabschnitten die naive Hypothese des *Random Walk* suboptimal ist. Dies läßt nach Grimm (1997), S. 215, den Schluß zu,

„daß Wechselkursprognosen mit Hilfe fundamentaler Wechselkurstheorien durchaus zu günstigeren Ergebnissen als die naive Prognose führen können, womit die These, daß der Wechselkurs einem Random Walk Prozeß folgt, zumindest für die hier untersuchten Währungen in dem betrachteten Zeitraum widerlegt sein dürfte.“

⁷vergleiche Hillmer (1993), S. 23

⁸Wenn Wechselkurse durch einen *Random Walk* Prozeß charakterisiert werden, folgen die Veränderungen beziehungsweise Renditen einem sogenannten *White Noise* Prozeß (vergleiche Steurer (1997), S. 42f). Letzteres ist gleichbedeutend mit der Aussage, daß die Wechselkursveränderungen einem reinen Zufallsprozeß oder geometrischen Wiener-Prozeß folgen (vergleiche Zimmermann et al. (1996), S. 198).

⁹siehe vor allem Meese/Rogoff (1983a)

¹⁰vergleiche auch Abschnitt 1.3, S. 5

¹¹siehe zum Beispiel Grimm (1997)

¹²siehe zum Beispiel Steurer (1997)

¹³siehe zum Beispiel Gerhards (1994)