

Knüpling  
Regimewechselmodelle

**GABLER** EDITION WISSENSCHAFT

Frieder Knüpling

# Regimewechselmodelle

Mit einer empirischen Untersuchung  
von Wechselkursen im  
Europäischen Währungssystem

Mit einem Geleitwort  
von Prof. Dr. Dietrich Lüdeke

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

**Knüpling, Frieder:**

Regimewechselmodelle : mit einer empirischen Untersuchung von Wechselkursen im Europäischen Währungssystem / Frieder Knüpling. Mit einem Geleitw. von Dietrich Lüdeke.

(Gabler Edition Wissenschaft)

Zugl.: Freiburg (Brsg.), Univ., Diss., 1999

ISBN 978-3-8244-7039-6

ISBN 978-3-663-08918-6 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-663-08918-6

Alle Rechte vorbehalten

© Springer Fachmedien Wiesbaden 1999

Ursprünglich erschienen bei Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, Wiesbaden, und Deutscher Universitäts-Verlag GmbH, Wiesbaden, 1999

Lektorat: Ute Wrasmann / Jutta Hinrichsen



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.

<http://www.gabler.de>

<http://www.duv.de>

Höchste inhaltliche und technische Qualität unserer Werke ist unser Ziel. Bei der Produktion und Verbreitung unserer Werke wollen wir die Umwelt schonen. Dieses Buch ist deshalb auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt. Die Einschweißfolie besteht aus Polyäthylen und damit aus organischen Grundstoffen, die weder bei der Herstellung noch bei der Verbrennung Schadstoffe freisetzen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

ISBN 978-3-8244-7039-6

## Geleitwort

Viele, wenn nicht sogar die meisten Wirtschaftsgeschehen, die man mit ökonomischen Modellen zu erklären versucht, sind im Zeitverlauf durch diskontinuierliche oder kontinuierliche strukturelle Veränderungen gekennzeichnet. In diesen Fällen stellen Modelle mit konstanten, d.h. zeitunabhängigen Parametern insofern keine adäquaten Erklärungsansätze dar, als strukturelle Veränderungen, seien es Veränderungen in den Verhaltensweisen der Wirtschaftssubjekte oder seien es Veränderungen in den Produktionsprozessen, zu Änderungen der Modellparameter führen.

Seit den sechziger Jahren sind zahlreiche Modellansätze entwickelt worden, die solche Veränderungen über geeignete Modellierungen zu erfassen versuchen. Darunter sind insbesondere solche Ansätze von Interesse, bei denen die Parametervariation systematisch ist und einem einfachen Prinzip folgt. Zum einen sind solche Modelle, deren Parametervariation von einem hohen Grad an Regelmäßigkeit gekennzeichnet ist, den klassischen ökonomischen Modellen nahe verwandt und erlauben den Rückgriff auf die entsprechenden Schätz-, Test- und Prognoseverfahren. Zum anderen läßt sich das Prinzip der Veränderung der Parameter hier häufig inhaltlich interpretieren und gestattet die Konfrontation der Modelle mit wirtschaftstheoretischen Hypothesen.

Unter solchen Modellen mit systematischer Parametervariation stellen Regimewechselmodelle eine wichtige Gruppe dar. Bei diesen Modellen unterliegen die Parameter von Zeit zu Zeit abrupten Sprüngen, wobei aber regelmäßig wieder frühere Parameterwerte angenommen werden. Diesen Modelle, deren Parametervariation verschiedenen Gesetzmäßigkeiten folgen kann, ist seit Beginn der neunziger Jahre neue Aufmerksamkeit zuteil geworden, als die entsprechenden Ansätze von Regressions- auf Zeitreihenmodelle übertragen wurden.

In der vorliegenden Arbeit werden die verschiedenen Erweiterungen der Theorie zum ersten Mal wieder systematisch in einem einheitlichen Rahmen dargestellt. Darüber hinaus werden neue methodische Ansätze, insbesondere für die bisher vernachlässigte Testtheorie, präsentiert. Die vorgestellten Methoden werden an verschiedenen Anwendungsbeispielen zur Problematik der Modellierung von Wechselkursen im EWS exemplarisch durchgeführt. Diese empirischen Anwendungen sind für den Leser, der sich anhand dieser Arbeit mit den neueren Methoden für Regimewechselmodelle vertraut machen möchte, eine wichtige didaktische Hilfe. Sie sind aber auch von eigenständiger Bedeutung und leisten einen interessanten Beitrag für die Analyse der jüngeren Phase des EWS.

## Vorwort

Diese Arbeit entstand größtenteils während meiner Zeit als wissenschaftlicher Angestellter an der Abteilung für Statistik und Ökonometrie des Instituts für Allgemeine Wirtschaftsforschung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Mein besonderer und herzlicher Dank gilt meinem Betreuer Herrn Prof. Dr. Dietrich Lüdeke für seine verständnisvolle Unterstützung und Förderung. Er war für die offene und freundliche Atmosphäre an der Abteilung verantwortlich, in der diese Arbeit gedeihen konnte. Herrn Prof. Dr. Siegfried Hauser danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Meinen Kollegen Dr. Oliver Schwarz, Wolfgang Hummel, Petra Stellmach und Dr. Bernhard Pfaff danke ich für die unzähligen kleinen und großen Hilfeleistungen, ohne die ich mich aus vielen geistigen und technischen Fußangeln nur schwerlich hätte befreien können. Allen Mitgliedern der Abteilung bin ich zu Dank für ihre Rücksichtnahme und weitgehende Freistellung von universitären Verpflichtungen während der letzten Monate meiner Arbeit an der Dissertation verpflichtet.

Einige der in der Arbeit dargestellten Ergebnisse wurden auf der EC<sup>2</sup>-Konferenz über „Simulation Methods in Econometrics“ am 12.-14. Dezember 1996 am „Centro Interuniversitario di Econometria“ (CIDE) und der Universität Florenz präsentiert. Die sich daraus ergebenden Diskussionen und Anregungen waren sehr hilfreich. Von Ian Marsh und Philippe Protin stammen wertvolle technische Hinweise zur Implementierung der Schätzverfahren.

Ich danke der Studienstiftung des Deutschen Volkes, die meine Arbeit zeitweise mit einem Promotionsstipendium unterstützt hat, sowie der Wissenschaftlichen Gesellschaft in Freiburg im Breisgau, die die Veröffentlichung gefördert hat.

Frieder Knüpling

---

## Inhaltsübersicht

1	Einleitung .....	1
2	Regimewechselmodelle.....	4
3	Wechselkurse im Europäischen Währungssystem.....	21
4	ML-Schätzung.....	35
5	ML-Schätzung von Regimewechselmodellen für Wochendaten des FF/DM- Wechselkurses.....	69
6	Asymptotische Eigenschaften der ML-Schätzer und Tests .....	84
7	Tests von Regimewechselmodellen für Wochendaten des FF/DM- Wechselkurses.....	111
8	Prognosen .....	117
9	Prognosen für Wochendaten des FF/DM-Wechselkurses .....	122
10	Weitere empirische Ergebnisse und ökonomische Implikationen .....	127
11	Schlußbemerkungen.....	137
	Literaturverzeichnis .....	139
	Personen- und Sachregister .....	148

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Regimewechselmodelle</b> .....	<b>4</b>
2.1	Modelle mit beobachtbaren Zuständen: Schwellenmodelle .....	6
2.2	Modelle mit latenten Zuständen: Mischungs- und Markov-Modelle .....	8
2.2.1	Homogene Modelle.....	8
2.2.2	Inhomogene Modelle .....	11
2.3	Systematik der Modelltypen .....	14
2.4	Weitere Modelle mit veränderlichen Parametern .....	15
2.4.1	Regimewechselmodelle als Modelle mit variablen Parametern .....	16
2.4.2	Homogene Markov-Modelle als Zustandsraummodelle.....	17
	Anhang: Markov-Ketten.....	18
<b>3</b>	<b>Wechselkurse im Europäischen Währungssystem</b> .....	<b>21</b>
3.1	Das Europäische Währungssystem .....	21
3.1.1	Geschichtlicher Hintergrund und Entstehung des EWS .....	21
3.1.2	Die Funktionsweise des EWS.....	22
3.1.2.1	Der ECU und das Paritätengitter .....	22
3.1.2.2	Der Interventionsmechanismus.....	23
3.1.2.3	Das Verfahren zur Neufestlegung der Paritäten .....	24
3.1.2.4	Die Entwicklung des EWS von 1979 bis zur EWU .....	24
3.1.2.5	Der Wechselkursmechanismus seit dem 1. Januar 1999 .....	25
3.2	Theoretische Grundlagen für Wechselkursmodelle.....	26
3.2.1	Determinanten des Wechselkurses.....	27
3.2.1.1	Kaufkraftparitätentheorie.....	27
3.2.1.2	Zinsparitätentheorie .....	28
3.2.2	Monetäre Wechselkursmodelle für flexible Wechselkurse .....	30
3.2.3	Modelle für Wechselkurse in Bandbreitensystemen.....	31
3.2.3.1	Modelle vom Krugmann-Typ .....	31
3.2.3.2	Modelle für den Verlauf von Wechselkursen im EWS .....	31
3.3	Die empirische Untersuchung von Wechselkursen im EWS mit Hilfe von Regimewechselmodellen .....	33



---

<b>4 ML-Schätzung</b> .....	<b>35</b>
4.1 Stochastische Spezifikation.....	35
4.2 Schwellenmodelle.....	38
4.2.1 Bekannter Schwellenwert.....	40
4.2.1.1 Bestimmung der Normalgleichungen.....	40
4.2.1.2 Berechnung von Parameterschätzern durch Hilfsregressionen.....	41
4.2.1.3 Berechnung der ML-Schätzer für heteroskedastische Modelle mit regimeunabhängigen Parametern.....	44
4.2.2 Unbekannter Schwellenwert.....	46
4.3 Mischungs- und Markov-Modelle.....	47
4.3.1 Numerische Maximierung der Likelihood.....	51
4.3.2 Der EM-Algorithmus.....	52
4.3.2.1 Der E-Schritt.....	55
4.3.2.2 Der M-Schritt.....	58
4.3.2.2.1 Die Normalgleichungen für die Regressionsparameter und die Störvarianz(en).....	58
4.3.2.2.2 Berechnung der neuen Regressionsparameter und Störvarianz(en) durch Hilfsregressionen.....	59
4.3.2.2.3 Berechnung der neuen Regressionsparameter und Störvarianz(en) für heteroskedastische Modelle mit regimeunabhängigen Parametern.....	61
4.3.2.2.4 Berechnung der neuen Parameter des Zustandsprozesses.....	62
Anhang A: Berechnung der geglätteten Wahrscheinlichkeiten der Zustandsvariablen für Markov-Modelle.....	64
Anhang B: Berechnung der neuen Parameterschätzer des Zustandsprozesses für inhomogene Mischungs- und Markov-Modelle.....	66
<b>5 ML-Schätzung von Regimewechselmodellen für Wochendaten des FF/DM- Wechselkurses</b> .....	<b>69</b>
5.1 Ein Schwellenmodell.....	73
5.2 Ein Mischungsmodell.....	75
5.3 Ein Markov-Modell.....	78
Anhang: Verwendete Schätzverfahren.....	81

---

<b>6 Asymptotische Eigenschaften der ML-Schätzer und Tests</b> .....	<b>84</b>
6.1 Asymptotische Eigenschaften der ML-Schätzer .....	84
6.1.1 Schwellenmodelle .....	84
6.1.1.1 Bekannter Schwellenwert .....	84
6.1.1.2 Unbekannter Schwellenwert .....	90
6.1.2 Mischungs- und Markov-Modelle .....	91
6.2 Tests .....	92
6.2.1 Asymptotische Tests im Kontext von Regimewechselmodellen .....	93
6.2.2 Tests linearer Modelle gegen Regimewechselmodelle .....	95
6.2.2.1 Schwellenmodelle .....	97
6.2.2.1.1 Bekannter Schwellenwert .....	97
6.2.2.1.2 Unbekannter Schwellenwert .....	97
6.2.2.2 Mischungs- und Markov-Modelle .....	98
6.2.3 Tests zwischen Regimewechselmodellen mit verschiedener Dynamik des Zustandsprozesses .....	101
6.2.3.1 Tests zwischen verschiedenen Typen von Schwellenmodellen .....	102
6.2.3.2 Tests zwischen verschiedenen Typen von Mischungs- und Markov- Modellen .....	102
6.2.3.3 Tests von Schwellen- gegen inhomogene Mischungs- und Markov- Modelle .....	103
6.2.4 Spezifikationstests .....	105
6.2.4.1 Schwellenmodelle .....	106
6.2.4.1.1 Bekannter Schwellenwert .....	106
6.2.4.1.2 Unbekannter Schwellenwert .....	107
6.2.4.2 Mischungs- und Markov-Modelle .....	107
6.2.5 Tests zwischen getrennten Hypothesen .....	107
<b>7 Tests von Regimewechselmodellen für Wochendaten des FF/DM- Wechselkurses</b> .....	<b>111</b>
7.1 Tests linearer Modelle gegen Regimewechselmodelle .....	111
7.2 Tests zwischen verschiedenen Typen von Regimewechselmodellen .....	112
7.3 Spezifikationstests .....	114
Anhang: Verwendete Testverfahren .....	115

---

<b>8</b>	<b>Prognosen .....</b>	<b>117</b>
8.1	Schwellenmodelle .....	118
8.2	Mischungs- und Markov-Modelle .....	120
<b>9</b>	<b>Prognosen für Wochendaten des FF/DM-Wechselkurses .....</b>	<b>122</b>
<b>10</b>	<b>Weitere empirische Ergebnisse und ökonomische Implikationen .....</b>	<b>127</b>
10.1	Untersuchung der Wochendaten .....	127
10.1.1	Zusammenfassung der Ergebnisse für den FF/DM-Kurs und ökonomische Schlußfolgerungen .....	127
10.1.2	Der NG/DM-Kurs .....	127
10.1.3	Vergleich der Modelle für die beiden Währungen.....	133
10.2	Eine Empirische Überprüfung der relativen Kaufkraftparitätentheorie am Beispiel von Monatsdaten des FF/DM- und des NG/DM-Kurses .....	133
<b>11</b>	<b>Schlußbemerkungen.....</b>	<b>137</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>139</b>
	<b>Personen- und Sachregister .....</b>	<b>148</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Logistische Funktion mit verschiedenen Werten für $\gamma$ und $c = 0$ .	12
Abbildung 2: Ein Beispiel mit Sprungfunktionen als Übergangswahrscheinlichkeiten $p^{11}(z_t)$ (oben) und $p^{22}(z_t)$ (unten)	13
Abbildung 3: Systematik der Regimewechselmodelle. Zahlen in eckigen Klammern geben die Anzahl der freien Parameter des Zustandsprozesses $s_t$ an.	15
Abbildung 4: Wechselkurs zwischen FF und DM, Leitkurs und Interventionsgrenzen	69
Abbildung 5: Häufigkeitspolygon und Dichte der geschätzten Normalverteilung von $r_t$	72
Abbildung 6: Differenz zwischen FF- und DM-Zinsen und FF/DM-Wechselkurs	73
Abbildung 7: Abfolge der Zustände im Schwellenmodell (senkrechte Linien entsprechen Zustandswechseln)	75
Abbildung 8: Häufigkeitspolygon, Dichte der geschätzten Normal- und Mischungsverteilung von $r_t$	77
Abbildung 9: Geglättete Wahrscheinlichkeit für Zustand 1 (Mischungsmodell)	78
Abbildung 10: Geglättete Wahrscheinlichkeit für Zustand 1 (Markov-Modell)	80
Abbildung 11: Vergleich der Übergangswahrscheinlichkeiten des homogenen und des inhomogenen Markov-Modells	113
Abbildung 12: Geglättete und prognostizierte Wahrscheinlichkeiten für den Zustand mit der hohen Volatilität (Prognose 1)	123
Abbildung 13: 95 %-Prognoseintervalle des linearen und des Markov-Modells (Prognose 1)	124
Abbildung 14: Geglättete und prognostizierte Wahrscheinlichkeiten für den Zustand mit der hohen Volatilität (Prognose 2)	125
Abbildung 15: 95 %-Prognoseintervalle des linearen und des Markov-Modells (Prognose 2)	126
Abbildung 16: Wechselkurs zwischen Gulden und DM, Leitkurs und Interventionsgrenzen	128
Abbildung 17: Geglättete Wahrscheinlichkeit für Zustand 1 (Markov-Modell mit AR(1)- Mechanismus in Zustand 1)	132
Abbildung 18: Geglättete Wahrscheinlichkeit für Zustand 1 (Markov-Modell)	136

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Statistische Daten der Verteilung von $r_t$ .....	71
Tabelle 2: Geschätzte Parameter eines Schwellenmodells für $r_t$ .....	74
Tabelle 3: Geschätzte Parameter eines Mischungsmodells für $r_t$ .....	76
Tabelle 4: Momente der geschätzten Mischungsverteilung .....	76
Tabelle 5: Geschätzte Parameter eines Markov-Modells für $r_t$ .....	79
Tabelle 6: Kritische Werte des LQ-Tests für homogene Mischungsmodelle mit s unabhängigen Restriktionen von identifizierten Parametern mit Hilfe der Approximation von Davies [1987].....	100
Tabelle 7: Kritische Werte der LQ-Statistik aus 10.000 Realisationen einer Simulation unter der Nullhypothese eines Schwellenmodells mit bekanntem und der Alternative eines Schwellenmodells mit unbekanntem Schwellenwert.....	102
Tabelle 8: Kritische Werte des LQ-Tests aus 1.000 Realisationen einer Simulation unter der Nullhypothese eines Schwellenmodells und der Alternative eines Mischungs- und eines Markov-Modells.....	105
Tabelle 9: Entscheidungsregel des Tests zwischen getrennten Hypothesen .....	108
Tabelle 10: LQ-Teststatistiken für die Tests des linearen Modells gegen Regimewechselmodelle.....	111
Tabelle 11: Schätzwerte eines inhomogenen Markov-Modells .....	113
Tabelle 12: Geschätzte Parameter eines Markov-Modells mit zustandsunabhängigem Mittelwert.....	115
Tabelle 13: Geschätzte Parameter eines Markov-Modells mit Schätzzeitraum 23. Januar 1987 bis 15. September 1995 / 26. Juni 1998 .....	122
Tabelle 14: Statistische Daten der Verteilung von $r_t$ .....	129
Tabelle 15: Geschätzte Parameter eines AR(1)-Modells für $r_t$ .....	130
Tabelle 16: Schätzwerte eines AR(1)-Markov-Modells für den NG/DM-Kurs.....	130
Tabelle 17: Schätzwerte eines AR(1)-Markov-Modells für den NG/DM-Kurs mit der Restriktion $\varphi_2 = 0$ .....	131
Tabelle 18: OLS-Schätzergebnisse der relativen PPP (ohne Konstante) .....	134
Tabelle 19: Schätzergebnisse des Markov-Modells (PPP) für den FF/DM-Kurs .....	135

**Abkürzungsverzeichnis**

AR	Autoregressiv
ARCH	Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
BHHH	Berndt-Hall-Hall-Hausman
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BLUE	Best Linear Unbiased Estimator
BSP	Bruttosozialprodukt
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CIP	Covered Interest Parity
CPI	Consumer Price Index
DF	Dickey-Fuller
DFP	Davidson-Fletcher-Powell
DW	Durbin-Watson
ECU	European Currency Unit
EM	Expectation Maximisation
EWS	Europäisches Währungssystem
EWU	Europäische Währungsunion
EZB	Europäische Zentralbank
FF	Französischer Franc
FGLS	Feasible Generalised Least Squares
GARCH	Generalised Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
GLS	Generalised Least Squares
LB	Ljung-Box
LM	Lagrange-Multiplikator
LQ	Likelihood-Quotient
ML	Maximum Likelihood
MSE	Mean Square Error
NG	Niederländischer Gulden
OLS	Ordinary Least Squares
PPP	Purchasing Power Parity
SETAR	Self Exciting Threshold Autoregressive
STAR	Smooth Transition Autoregressive
TAR	Threshold Autoregressive
UIP	Uncovered Interest Parity
WKM II	Wechselkursmechanismus II
WPI	Wholesale Price Index

## Verzeichnis mathematischer Symbole

$\operatorname{argmax}_\alpha(f(\alpha))$	das $\alpha$ , das die Funktion $f(\alpha)$ maximiert
$D_c$	Sprungfunktion mit Sprung bei $c$
$E$	Erwartungswert
$E(y x)$	bedingter Erwartungswert von $y$ gegeben $x$
$E_\gamma$	Erwartungswert, berechnet mit dem Parameter $\gamma$
$f(y x)$	Wahrscheinlichkeitsdichte von $y$ gegeben $x$
$F_{\alpha, T_1, T_2}$	kritischer Wert der $F$ -Verteilung mit $(T_1, T_2)$ Freiheitsgraden zum Niveau $\alpha$
<b>I</b>	Einheitsmatrix
$I(\eta)$	Informationsmatrix, berechnet mit dem Parameter $\eta$
$\lim$	Limes
$\log$	natürlicher Logarithmus
$\max$	Maximum
$\min$	Mimumum
$N(\mu, \Omega)$	Normalverteilung mit Mittelwertvektor $\mu$ und Varianz-Kovarianz-Matrix $\Omega$
$\operatorname{plim}$	stochastischer Limes
$P(y x)$	Wahrscheinlichkeit von $y$ gegeben $x$
$R^2$	Bestimmtheitsmaß
$\operatorname{Var}$	Varianz
$\chi^2(n)_\alpha$	kritischer Wert der $\chi^2$ -Verteilung mit $n$ Freiheitsgraden zum Niveau $\alpha$
$\Gamma$	Gammafunktion
$\Delta$	Differenzenoperator
$\xrightarrow{d}$	Konvergenz in Verteilung

## Verzeichnis der Variablen und Parameter

$c$	Schwellenwert eines Schwellenmodells
$I_t$	zum Zeitpunkt $t$ verfügbare Information
$m$	maximale Laglänge eines autoregressiven Modells
$p$	$P(s_t = 1)$ (Mischungsmodell)
$p^{ij}$	$P(s_t = i \mid s_{t-1} = j)$ (Markov-Modell)
$\mathbf{s} = (s_1, \dots, s_T)'$	Zustandsvariable
$S_t$	$(s_t, s_{t-1}, \dots, s_1)$
$\mathbf{u} = (u_1, \dots, u_T)'$	Störprozeß
$\mathbf{X}, \mathbf{W}$	Matrix der exogenen (vorherbestimmten) Variablen (Regressoren)
$\mathbf{X}_t$	$t$ -te Zeile von $\mathbf{X}$
$\mathbf{X}^1$	Matrix, deren $t$ -te Zeile gleich $\mathbf{X}_t$ ist, wenn $s_t = 1$ , und $\mathbf{0}$ sonst
$\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_T)'$	endogene (abhängige) Variablen
$\hat{y}_{T+r}$	Prognosewert für $y_{T+r}$
$Y_t$	$(y_t, y_{t-1}, \dots, y_1, y_0, \dots, y_{-m+1})$
$\mathbf{z} = (z_1, \dots, z_T)'$	Zustandsindikator
$\alpha, \beta_1, \beta_2$	Regressionsparameter
$\varphi_1, \varphi_2$	autoregressive Parameter
$\rho$	$P(s_1 = 1)$ (Markov-Modell)
$\sigma^2$	Fehlervarianz
$\Omega$	Varianz-Kovarianz-Matrix
$\hat{\alpha}, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots$	geschätzte Parameter

## Bezeichnung ökonomischer Variablen

$f_{t,t+1}$	Terminkurs zum Zeitpunkt $t$ für den Zeitpunkt $t + 1$
$i_t$	zeitstetig angepaßter nomineller Zinssatz zum Zeitpunkt $t$
$P_t$	Preisniveau zum Zeitpunkt $t$
$r_t$	$100(\log w_t - \log w_{t-1}) = 100(\log w_t / w_{t-1})$
$w_t$	Wechselkurs zum Zeitpunkt $t$
$w_{t,t+1}^e$	zum Zeitpunkt $t$ für den Zeitpunkt $t + 1$ erwarteter Wechselkurs
$w_t^r$	realer Wechselkurs zum Zeitpunkt $t$