



Universität Potsdam



Marcus Ruge

Stimmungen und Erwartungen im System der Märkte

Eine Analyse mit DPLS-Modellen

Potsdamer Schriften zu Statistik und Wirtschaft | 1
Hans Gerhard Strohe (Hrsg.)

Potsdamer Schriften zu Statistik und Wirtschaft
Hans Gerhard Strohe (Hrsg.)

Potsdamer Schriften zu Statistik und Wirtschaft | 1
Hans Gerhard Strohe (Hrsg.)

Marcus Ruge

Stimmungen und Erwartungen im System der Märkte

Eine Analyse mit DPLS-Modellen

Universitätsverlag Potsdam

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.de/> abrufbar.

Universitätsverlag Potsdam 2011

<http://info.ub.uni-potsdam.de/verlag.htm>

Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam
Tel.: +49 (0)331 977 2533 / Fax: 2292
E-Mail: verlag@uni-potsdam.de

Die Schriftenreihe **Potsdamer Schriften zu Statistik und Wirtschaft** wird herausgegeben von Prof. Dr. em. Hans Gerhard Strohe.

ISSN (print) 2192-8061
ISSN (online) 2192-807X

Zugl.: Potsdam, Univ., Diss., 2011

Das Manuskript ist urheberrechtlich geschützt.
Umschlagbild: Patrick Hoesly, bearbeitete Version des Bildes
<http://www.flickr.com/photos/zooboing/4649039510/in/photostream/> (CC BY 2.0)

Online veröffentlicht auf dem Publikationsserver der
Universität Potsdam:
URL <http://pub.ub.uni-potsdam.de/volltexte/2011/5290/>
URN <urn:nbn:de:kobv:517-opus-52900>
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:kobv:517-opus-52900>

Zugleich gedruckt erschienen im Universitätsverlag Potsdam:
ISBN 978-3-86956-142-4

Kurzfassung

Diese Forschungsarbeit widmet sich der Analyse von Stimmungen und Erwartungen im System der Märkte mit Dynamic Partial Least Squares (DPLS) Modellen. Die Analyse komplexer Systeme mit umfangreichen Datensätzen und die Erkennung relevanter Muster erfordern die Verwendung moderner statistischer Verfahren. DPLS-Modelle, eine Variante der Strukturgleichungsmodelle mit Latenten Variablen, werden methodisch erweitert, um mehrere zeitliche Verzögerungsstufen gleichzeitig modellieren zu können. Die ökonomischen Modelle versuchen, zahlreiche latente Einflussfaktoren und ihre verdeckten Beziehungen zu identifizieren. Als Daten werden rund 80 Indikatoren verwendet von Januar 1991 bis Juni 2010, um Stimmungen, Erwartungen und wirtschaftlich relevanten Größen zu operationalisieren und die Zusammenhänge detailliert zu untersuchen. Die Modellergebnisse zeigen, dass Stimmungen, also die Einschätzung der aktuellen wirtschaftlichen Lage, deutlich mit wirtschaftlichen Größen zusammenhängen, unter anderem mit Investitionen, Auftrags-eingängen oder Aktienmarktentwicklungen. Die Erwartungen, also die Einschätzung der zukünftigen Entwicklung, bieten eine mittlere bis schwache Prognosekraft für sechs bis maximal achtzehn Monate in die Zukunft. Für kürzere Zeiträume von sechs Monaten sind Stimmungen und Erwartungen die besten verfügbaren Prognosevariablen. Die Analyse der Modellabweichungen erlaubt Rückschlüsse auf wirtschaftstheoretische Konzepte, wie Rationalität der Erwartungen. Auffällig sind scheinbare Phasen der systematischen Über- und Unterbewertungen der aktuellen Situation oder zukünftigen Entwicklung, insbesondere vor und nach Krisensituationen. Die Ergebnisse dieser Arbeit geben somit einen erweiterten Einblick in die empirischen Zusammenhänge subjektiver Einschätzungen mit realen wirtschaftlichen Größen.

JEL-Klassifizierung: C32, C53, E27

Schlagnworte: Stimmungen, Erwartungen, Wirtschaft, PLS, DPLS

Abstract

This research thesis is devoted to the analysis of sentiments and expectations in the system of economic markets with Dynamic Partial Least Squares (DPLS) models with time-series. The analysis of complex systems with large data sets and discovering relevant patterns require the use of modern statistical methods. The DPLS models, a variant of structural equation models with latent variables, are methodically extended to include multiple lags simultaneously. The econometric models try to identify a large number of latent factors and their unobservable relations. The data consists of about 80 indicators from January 1991 to June 2010 to quantify sentiments, expectations and economically relevant variables and examine the relations in detail. The results show, that the sentiments, the assessment of the current economic situation, are clearly linked with economic variables like investments, incoming orders and stock market developments. The expectations, the assessment of future development, provide a weak to moderate predictive power for up to 18 months in the future. For shorter periods of six months sentiments and expectations are the best available forecast variables. The analysis of model deviations allows to draw conclusions about theoretical concepts such as rationality of expectations. There seem to be phases of systematic over- and undervaluation of the current situation and future development, especially before and after economic crisis. The results should provide a deeper insight into the empirical relationships between subjective assessments and real economic variables.

JEL-Classification: C32, C53, E27

Keywords: sentiments, expectations, economy, PLS, DPLS

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Statistische Methoden.....	5
2.1	Übersicht der statistischen Methoden	5
2.2	Partial Least Squares (PLS).....	10
2.2.1	PLS Grundlagen	10
2.2.2	PLS-Modellstruktur.....	21
2.2.3	PLS-Schätzverfahren	26
2.2.4	Reflektive und formative Latente Variable	36
2.2.5	Modellbewertung und Testverfahren	42
2.3	Dynamic Partial Least Squares (DPLS)	53
2.3.1	DPLS-Modellstruktur	53
2.3.2	DPLS-Schätzverfahren	57
2.3.3	Erweiterte DPLS-Modellstruktur	61
2.3.4	Erweitertes DPLS-Schätzverfahren	65
2.3.5	Erweiterte DPLS-Software	69
2.4	Verwandte statistische Methoden	72
2.5	Zusammenfassung.....	79
3	Datenanalyse	81
3.1	Datenübersicht	81
3.2	Stimmungen und Erwartungen	85

4	Wirtschaftstheoretische Aspekte	97
4.1	Stimmungen, Erwartungen und der Homo oeconomicus	97
4.2	Rationale und irrationale Erwartungen	102
4.3	Verwandte ökonometrische Studien	114
4.4	Zusammenfassung	118
5	Statistische Modelle	121
5.1	Übersicht	121
5.2	Modelle der Stimmungen	124
5.2.1	Gütermarkt	124
5.2.2	Kapitalmarkt	130
5.2.3	Geldmarkt	136
5.2.4	Arbeitsmarkt	142
5.2.5	PLS-Gesamtmodell Stimmungen	148
5.2.6	DPLS-Modelle Stimmungen	152
5.2.7	Rationalität der Stimmungen	161
5.2.8	Internationaler Vergleich	167
5.3	Modelle der Erwartungen	170
5.3.1	Prognose Erwartungen und Stimmungen	170
5.3.2	Prognose der wirtschaftlichen Entwicklung	174
5.3.3	Rationalität der Erwartungen	184
5.4	Kausalitäten	190
5.5	Zusammenfassung	196
6	Fazit	199
	Anhang	205
	Literaturverzeichnis	241

Abkürzungsverzeichnis

ADF	Augmented Dickey-Fuller-Test
ARDL	Autoregressive distributed lag
DPLS	Dynamic (oder Dynamisches) Partial Least Squares
eDPLS	erweitertes Dynamisches Partial Least Squares
EZB	Europäische Zentralbank
geb	geboren
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
HKA	Hauptkomponentenanalyse, HK = Hauptkomponente
HRS	Hauptrefinanzierungssatz
Korr	Korrelation
Koef	Koeffizient
KNN	Künstliche Neuronale Netze
Kovar-SGM	Kovarianzbasierte Strukturgleichungsmodelle (insbes. LISREL)
Ifo	Information und Forschung (ifo-)Institut
LISREL	Linear Structural Relations
LV	Latente Variable
LVPLS	Latent Variables Path Analysis with Partial Least Squares
ML	Maximum Likelihood
NN	Neuronale Netze
OLS	Ordinary Least Squares
PLS	Partial Least Squares
SGM	Strukturgleichungsmodell
SRS	Spitzenrefinanzierungssatz
VAR	Vektorautoregressive Modelle
Var-SGM	Varianzbasierte Strukturgleichungsmodelle (PLS)
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: <i>Einordnung PLS-Modelle in der Statistik</i>	6
Abbildung 2: <i>Vergleich statistischer Verfahren</i>	9
Abbildung 3: <i>PLS-Modell als Pfaddiagramm</i>	22
Abbildung 4: <i>Vergleich Genauigkeit PLS vs. Kovar-SGM (LISREL)</i>	32
Abbildung 5: <i>Reflektive Latente Variable</i>	38
Abbildung 6: <i>Formative Latente Variable</i>	39
Abbildung 7: <i>DPLS als Pfaddiagramm</i>	54
Abbildung 8: <i>Erweitertes DPLS als Pfadmodell</i>	62
Abbildung 9: <i>Hauptkomponentenanalyse</i>	73
Abbildung 10: <i>Ausgewählte Modellansätze für Neuronale Netze</i>	77
Abbildung 11: <i>Entwicklung Indikatoren der Stimmungen</i>	90
Abbildung 12: <i>Entwicklung Indikatoren der Erwartungen</i>	91
Abbildung 13: <i>Faktoranalyse Stimmungen und Erwartungen</i>	94
Abbildung 14: <i>Übersicht Latente Variable und Modelle</i>	123
Abbildung 15: <i>Entwicklung der Indikatoren der Investitionen</i>	125
Abbildung 16: <i>Entwicklung der Indikatoren der Nachfrage</i>	126
Abbildung 17: <i>Entwicklung der Indikatoren der Auftragseingänge</i>	127
Abbildung 18: <i>Stimmungen am Gütermarkt (Modell 1)</i>	128
Abbildung 19: <i>Entwicklung der Indikatoren an den Aktienmärkten</i>	132
Abbildung 20: <i>Entwicklung der Indikatoren am Anleihenmarkt</i>	133
Abbildung 21: <i>Stimmungen am Kapitalmarkt (Modell 2)</i>	134
Abbildung 22: <i>Entwicklung der Indikatoren Leitzinsen</i>	137
Abbildung 23: <i>Entwicklung der Indikatoren für Geldmarktzinsen</i>	138
Abbildung 24: <i>Entwicklung der Indikatoren für Inflation</i>	139
Abbildung 25: <i>Stimmungen am Geldmarkt (Modell 3)</i>	140
Abbildung 26: <i>Entwicklung der Indikatoren für Beschäftigung</i>	144
Abbildung 27: <i>Entwicklung der Indikatoren für Arbeitskosten</i>	145
Abbildung 28: <i>Stimmungen am Arbeitsmarkt (Modell 4)</i>	145
Abbildung 29: <i>Pfaddiagramm PLS-Gesamtmodell Stimmungen (Modell 5)</i>	149
Abbildung 30: <i>Pfaddiagramm DPLS-Modell Stimmungen (Modell 6)</i>	153

Abbildung 31: <i>Reduziertes DPLS-Modell Stimmungen (Modell 7)</i>	156
Abbildung 32: <i>Minimales DPLS-Modell Stimmungen (Modell 8)</i>	157
Abbildung 33: <i>Reduziertes DPLS-Modell Stimmungen ohne AR (Modell 9)</i>	159
Abbildung 34: <i>Residuen der Stimmungen</i>	164
Abbildung 35: <i>Residuen Stimmungen bei Autoregression</i>	166
Abbildung 36: <i>Stimmungen (ESI) in EU, Eurozone, Dtl, FR und VK</i>	168
Abbildung 37: <i>Prognose Erwartungen (t-0) und Stimmungen (Modell 10)</i> ...	171
Abbildung 38: <i>Prognose Erwartungen (t-6) und Stimmungen (Modell 10)</i> ...	172
Abbildung 39: <i>Prognosekraft Erwartungen auf Stimmungen</i>	173
Abbildung 40: <i>Ansatz Prognosemodell Wirt. Entwicklung (Modell 11)</i>	176
Abbildung 41: <i>Prognose Erwartungen auf wirt. Entwicklung (Modell 12)</i>	178
Abbildung 42: <i>DPLS Erwartungen und wirt. Entwicklung (Modell 13)</i>	180
Abbildung 43: <i>Prognosekraft für wirt. Entwicklung (Wachstumsraten)</i>	183
Abbildung 44: <i>Residuen Erwartungen (Wachstumsraten)</i>	187
Abbildung 45: <i>Residuen Erwartungen (Niveaus)</i>	188

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: <i>Vergleich PLS und LISREL</i>	19
Tabelle 2: <i>Vergleich PLS-Algorithmus von Wold und Lohmöller</i>	30
Tabelle 3: <i>Konvergenz der PLS-Pfadmodellierung</i>	35
Tabelle 4: <i>Entscheidungskriterien für reflektive oder formative LV</i>	37
Tabelle 5: <i>Reflektive vs. formative Latente Variable</i>	40
Tabelle 6: <i>Bewertungsmethoden in PLS-Modellen</i>	49
Tabelle 7: <i>Benötigte Stichprobengröße für Teststärke > 0,8</i>	50
Tabelle 8: <i>Vergleich Teststärke in PLS und Kovar-SGM</i>	51
Tabelle 9: <i>Übersicht Indikatoren und Latente Variable</i>	82
Tabelle 10: <i>Datenbank Stimmungen und Erwartungen</i>	86
Tabelle 11: <i>Verwendete Indikatoren für Stimmungen und Erwartungen</i>	87
Tabelle 12: <i>Korrelationsmatrix Stimmungen und Erwartungen</i>	92
Tabelle 13: <i>Rotierte Komponenten der Stimmungen und Erwartungen</i>	94
Tabelle 14: <i>Übersicht verwandte Studien</i>	114
Tabelle 15: <i>PLS Gesamtmodell Stimmungen (Modell 5)</i>	149
Tabelle 16: <i>Ergebnisse DPLS-Modell Stimmungen (Modell 6)</i>	154
Tabelle 17: <i>Korrelationen internationale Stimmungen 1985–2010</i>	169
Tabelle 18: <i>Ergebnisse Prognose wirt. Entwicklung (Niveaus) (Modell 11)</i>	177
Tabelle 19: <i>Ergebnisse Prognose wirt. Entwicklung (WR) (Modell 14)</i>	181
Tabelle 20: <i>ADF-Test auf Stationarität der Latenten Variablen</i>	195
Tabelle 21: <i>Ergebnisse Granger-Kausalität</i>	196
Tabelle 22: <i>Erweiterte Übersicht Indikatoren und Latente Variable</i>	205

Symbolverzeichnis

Indices und Symbole

t	Zeitindex von 1 bis T (verzichtbar im undynamischen PLS)
τ	Zeitliche Verzögerung (Lag) von 1 bis τ_{max}
i, j	Variablenindizes, Zählindizes
K	Anzahl aller Latenten Variablen
M	Anzahl aller Indikatoren
\otimes	Elementweise Matrixmultiplikation

Matrizen und Vektoren der (D)PLS-Modellstruktur

B	$K \times K$	Matrix (Beta) der unverzögerten Pfadkoeffizienten im inneren Modell mit den Elementen β_{ij} .
C	$K \times K$	Matrix der Korrelationen der Latenten Variablen untereinander mit den Elementen c_{ij} .
$\Gamma^{t-\tau}$ Γ	$K \times K$	Matrix der verzögerten Pfadkoeffizienten im inneren Modell bei τ Verzögerungen mit den Elementen $\gamma_{ij}^{t-\tau}$, vereinfachend Γ bei nur einer Verzögerung mit den Elementen γ_{ij} .
η	$K \times 1$	Vektor der Latenten Variablen mit den Elementen η_j .
ε	$M \times 1$	Vektor der Fehlerterme der Ladungsbeziehungen im äußeren Modell mit den Elementen ε_i .
P	$M \times K$	Ladungsmatrix (Rho) im äußeren Modell mit den Elementen ρ_{ij} .
x	$M \times 1$	Vektor der Indikatoren mit den Elementen x_i .
u	$K \times 1$	Vektor der Fehler im inneren Modell mit den Elementen u_i .
W	$M \times K$	Gewichtsmatrix im äußeren Modell mit den Elementen w_{ij} .

Matrizen im (D)PLS-Schätzverfahren:

$\mathbf{A}^{t-\tau}$ \mathbf{A}	$K \times K$	Auto-Kreuzkorrelationsmatrix der Latenten Variablen bei τ Verzögerungen, vereinfacht \mathbf{A} bei $\tau=1$.
$\mathbf{A}_*^{t-\tau}$ \mathbf{A}_*	$K \times K$	Begrenzte Auto-Kreuzkorrelationsmatrix der Latenten Variablen bei τ Verzögerungen, vereinfacht \mathbf{A}_* bei $\tau=1$.
$\mathbf{A}_0^{t-\tau}$ \mathbf{A}_0	$K \times K$	Begrenzte Auto-Kreuzkorrelationsmatrix der Latenten Variablen bei τ Verzögerungen mit Elementen der Diagonalen gleich Null gesetzt, vereinfacht \mathbf{A}_0 bei $\tau=1$.
\mathbf{D}_B	$K \times K$	Designmatrix der unverzögerten Koeffizienten im inneren Modell mit den Elementen Null und Eins. Entspricht im Aufbau der Koeffizientenmatrix \mathbf{B} .
$\mathbf{D}_C^{t-\tau}$ \mathbf{D}_C	$K \times K$	Designmatrix der verzögerten Koeffizienten im inneren Modell bei τ Verzögerungen mit den Elementen Null und Eins. Entspricht im Aufbau der verzögerten Koeffizientenmatrix $\mathbf{\Gamma}^{t-\tau}$, vereinfacht \mathbf{D}_C bei $\tau=1$.
$\mathbf{D}_0^{t-\tau}$ \mathbf{D}_0	$K \times K$	Designmatrix der verzögerten Koeffizienten im inneren Modell bei τ Verzögerungen mit den Elementen Null und Eins und der Mitteldiagonalen gleich Null gesetzt, vereinfacht \mathbf{D}_0 bei $\tau=1$.
\mathbf{D}_W	$M \times K$	Designmatrix der Gewichte im äußeren Modell mit den Elementen Null und Eins, entspricht im Aufbau der Gewichtsmatrix \mathbf{W} .
\mathbf{R}	$K \times K$	Innere Gewichtungsmatrix in der inneren Modellapproximation, z.B. als temporäre Korrelationsmatrix der Latenten Variablen.
\mathbf{R}_*	$K \times K$	Begrenzte innere Gewichtungsmatrix in der inneren Modellapproximation, z.B. als begrenzte Korrelationsmatrix \mathbf{R} .
\mathbf{Y}	$M \times T$	Datenmatrix der Werte der Indikatoren für alle Beobachtungen.

Matrizen: Großbuchstaben, fett Vektoren: Kleinbuchstaben, fett Skalare: kursiv

Kapitel 1

Einleitung

Die wirtschaftlichen Ereignisse der letzten Jahrzehnte, insbesondere die Folgen der Krisen, haben verstärkt Aufmerksamkeit auf die Bedeutung psychologischer Faktoren in der Wirtschaft gelenkt. Der Einfluss subjektiver Einschätzungen, wie Stimmungen und Erwartungen, wird in den Wirtschaftswissenschaften seit Jahrzehnten theoretisch und empirisch untersucht. Die wissenschaftliche und populäre Debatte umfasst eine Bandbreite an Theorien, daraus abgeleiteten wirtschaftspolitischen Empfehlungen und abstraktere, normative Vorstellungen über die Rolle von Wirtschaft, Staat und Gesellschaft. Die Zusammenhänge von Stimmungen und Erwartungen zu realen Entwicklungen auf den Märkten und die Rationalität solch latenter Größen in Krisensituationen stehen im Fokus der Forschung. Die zunehmende Vernetzung und Digitalisierung der modernen Welt führt zu wachsenden Datenmengen und erfordert moderne statistische Verfahren, um die zunehmend volatilen und unübersichtlichen Entwicklungen adäquat abbilden zu können.¹

¹ Zur Entstehungsgeschichte dieser Arbeit; zwei Diskussionsbeiträge (Ruge und Strohe, 2008) und (Ruge, 2009) widmeten sich der Erkundung der verfügbaren Methoden, Daten und Modelle. Zwei Auftritte auf internationalen Fachkonferenzen in Berlin und Peking ermöglichten den akademischen Austausch zur neusten Entwicklung im Bereich der statistischen Methodik. Im Rahmen der Konferenzen erschien ein kurzer Konferenzbeitrag (Ruge und Strohe, 2009) mit dem Auszug eines Teilmodells. Vorträge im Quantitativ Ökonomischen Colloquium der FU-Berlin und im Dualen Forschungsseminar mit der staatlichen Universität für Wirtschaft und Finanzen St. Petersburg ermöglichten weitere Diskussionen. Ein kurzer Konferenzbeitrag (Ruge, 2011) erschien in dem Zusammenhang. Ein verwandter Beitrag (Ruge, 2010) widmete sich dem Thema Schattenwirtschaft mit PLS.

Bei einer Vielzahl an möglichen Fragestellungen besteht noch immer grundlegender Forschungsbedarf, welches die Motivation für die vorliegende Arbeit ist. Diese Untersuchung ist primär eine statistisch-ökonomische Forschungsarbeit und widmet sich im Kern folgenden Themenbereichen.

- Methodik: Welche geeigneten statistischen Verfahren existieren und wie können diese für eine dynamische Zeitreihenanalyse erweitert werden?
- Daten: Welche Daten sind verfügbar, um Stimmungen, Erwartungen und wirtschaftlich relevante Größen sinnvoll zu operationalisieren?
- Wirtschaftstheorie: Welche relevanten Aussagen der Wirtschaftstheorie existieren und welche Aspekte sollen mit den ökonometrischen Modellen geprüft werden?
- Modelle: Mit welchen wirtschaftlichen Größen stehen Stimmungen und Erwartungen in systematischen Zusammenhängen und wie können diese interpretiert werden?

Die Themenbereiche nehmen die Gliederung der Arbeit vorweg. Das zweite Kapitel ist das statistisch-methodische Kernstück der Arbeit und erläutert die Funktionsweise der verwendeten Strukturgleichungsmodelle mit Latenten Variablen und im speziellen den Partial-Least-Squares (PLS) Ansatz. Die Analyse komplexer Systeme mit umfangreichen Datensätzen und die Erkennung relevanter Muster erfordern die Verwendung moderner statistischer Verfahren. Die verwendeten PLS-Modelle erlauben die Nutzung zahlreicher Indikatoren, welche thematisch in Blöcke gruppiert werden, um sogenannte Latente Variable zu operationalisieren. Das Dynamische PLS (DPLS) für Zeitreihenanalysen von Strohe (1995) wird in dieser Arbeit methodisch erweitert, um Abhängigkeiten mit mehreren Verzögerungsstufen gleichzeitig modellieren zu können.

Im dritten Kapitel wird die zusammengestellte Datenbank mit ca. 80 Indikatoren als Zeitreihen vorgestellt für den Zeitraum Januar 1991 bis Juni 2010, um Stimmungen, Erwartungen und wirtschaftlich relevante Größen im In- und Ausland zu quantifizieren. Zu den Herausgebern zählen Forschungsinstitute, wie das Ifo-Institut, das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung und die Gesellschaft für Konsumforschung, sowie öffentliche Institutionen wie das Statistische Bundesamt und internationale Zentralbanken.

Das vierte Kapitel bietet eine Übersicht der wesentlichen Aspekte der Wirtschaftstheorie zum Thema Stimmungen und Erwartungen. Die Theorien berühren Grundfragen der Ökonomik und entsprechend beteiligten sich im Laufe der Jahrzehnte namhafte Wissenschaftler an den Diskussionen, wie Arthur Pigou, John M. Keynes, John F. Muth, Robert Lucas, Richard Thaler und Daniel Kahneman. Als Kernaspekt wird in dieser Arbeit das theoretische Konzept der Rationalität der Erwartungen tiefergehend betrachtet, welches in den 1960er Jahren von John F. Muth entwickelt und von Robert E. Lucas fortgeführt wurde, der 1995 den Nobelpreis erhielt. Die Betrachtung der Nichtrationalität menschlicher Entscheidungsprozesse rückte unter anderem mit der Prospect Theory von Kahneman und Tversky wieder in den Mittelpunkt, 2002 ebenfalls mit dem Nobelpreis geehrt.

Kapitel 5 ist das ökonometrische Kernstück der Arbeit. Wesentliches Ziel der (D)PLS-Modelle ist eine umfassende Quantifizierung der Zusammenhänge von Stimmungen und Erwartungen mit relevanten wirtschaftlichen Größen. Dabei werden insbesondere zwei inhaltliche Hauptfragestellungen untersucht. Inwieweit stehen die Stimmungen der befragten Wirtschaftssubjekte, also die Einschätzung der aktuellen wirtschaftlichen Lage, mit der wirtschaftlichen Situation an den Märkten im Einklang und können die befragten Erwartungen sinnvoll zur Prognose genutzt werden? Im Detail wird untersucht, welche Größen dabei von Bedeutung sind und welche Rolle politische und wirtschaftliche Ausnahmeereignisse spielen. Die Analyse der Abweichungen in den Modellen erlaubt Rückschlüsse auf systematische Fehleinschätzungen und eröffnet damit Ansatzpunkte für die Untersuchung der wirtschaftstheoretischen Konzepte der Rationalität.

Die methodische Erweiterung des DPLS, die Datensammlung und Schätzung der ökonometrischen Modelle mit Verknüpfung zur ökonomischen Theorie sind die wesentlichen eigenständigen Forschungsleistungen dieser Arbeit. Die entwickelten Methoden bieten vielfältige Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Analyse und Prognose komplexer Systeme – hier liegt der langfristige Nutzen des Forschungsgebietes, weit über den Horizont einer einzelnen Anwendung hinaus.

Kapitel 2

Statistische Methoden

2.1 Übersicht der statistischen Methoden

Für die Untersuchung von Zusammenhängen in komplexen Systemen bietet die Statistik eine Vielzahl an möglichen Modellen und Schätzverfahren. Dieser Abschnitt gibt eine Übersicht an potentiell geeigneten Methoden und zeigt die jeweils verbundenen Möglichkeiten und Grenzen.

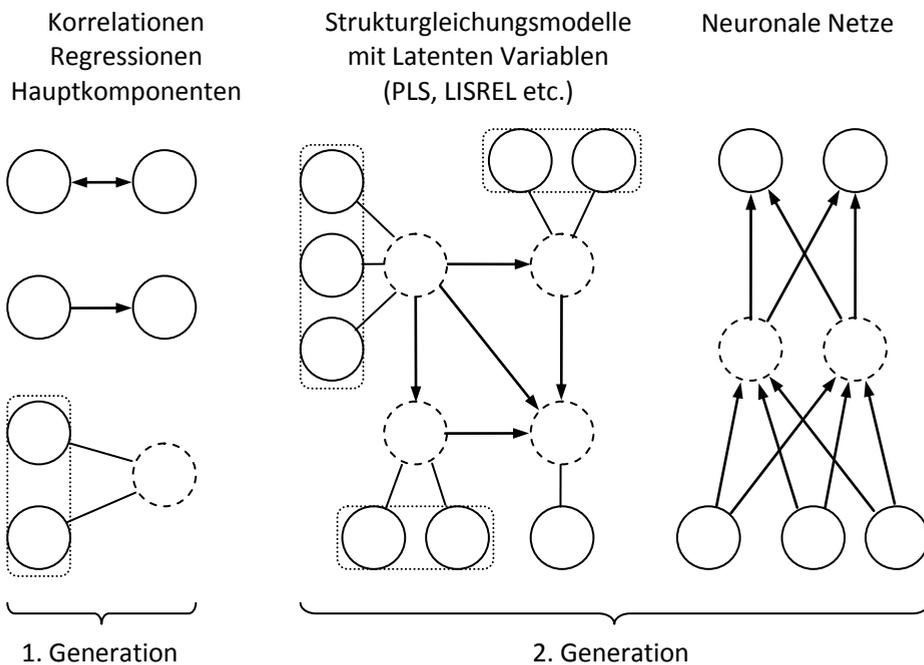
Der Bereich der ökonometrischen Modelle, welche sich grundsätzlich für den Zweck dieser Arbeit eignen, kann in die erste und zweite Generation der multivariaten Verfahren gegliedert werden, wobei sich die Unterscheidung auf die erhöhte Komplexität und spätere Verbreitung der moderneren Ansätze bezieht.² Abbildung 1 soll schematisch die verschiedenen Modellstrukturen veranschaulichen. Geschlossene Kreise symbolisieren Indikatoren (beobachtbare Variablen), welche über Pfadkonstruktionen verbunden sind mit Latenten Variablen oder mit *Hidden units* bei Neuronalen Netzen. Die Pfadnetzwerke symbolisieren die Modellstrukturen in Form von Gewichts- und Regressionsgleichungen.

Die erste Generation beinhaltet bekannte bivariate Kennzahlen und grundlegende multivariate Verfahren, wie Korrelationen und die Eingleichungs-Regressionsanalyse. Diese Modellansätze stoßen allerdings in komplexen Systemen mit einer Vielzahl an Variablen und Zusammenhängen schnell an ihre

² Vgl. u.a. Fornell (1985, S. 3) und Maass (1997, S. 2). Die Einteilung der Verfahren nach Generationen ist in der Literatur nicht immer eindeutig, so werden auch innerhalb der Neuronalen Netze verschiedene Generationen abgegrenzt.

Grenzen. Mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse bzw. der Faktorenanalyse können mehrere korrelierte Indikatoren auf eine geringere Zahl an Faktoren reduziert werden, wodurch die Komplexität gesenkt wird. Dieser Grundgedanke findet sich auch in Strukturgleichungsmodellen wieder. Erst die zweite Generation der multivariaten Verfahren bietet die Voraussetzungen, um sich der Komplexität der Aufgabenstellung adäquat zu widmen. Zahlreiche Variablen und Zusammenhänge können in diesen Ansätzen simultan betrachtet werden.

Abbildung 1: Einordnung PLS-Modelle in der Statistik



Für diese Arbeit sind vor allem Strukturgleichungsmodelle mit Latenten Variablen relevant und innerhalb dieser Gruppe vor allem der Partial-Least-Squares (PLS) Ansatz und seine dynamischen Erweiterungen. Da diese statistischen Verfahren in der volkswirtschaftlichen Ökonometrie bisher wenig verbreitet sind und ihre Eigenschaften Teil eines andauernden Diskurses in der wissenschaftlichen Literatur sind, werden sie in dieser Arbeit noch ausführlicher vorgestellt.

Strukturgleichungsmodelle (SGM) werden auch als Pfadmodelle mit Latenten Variablen bezeichnet aufgrund ihrer netzartigen Pfadkonstruktionen, die ein System aus Regressionsgleichungen darstellen, also eine Mehrgleichungsanalyse. Die Unterscheidung innerhalb der Gruppe der Strukturgleichungsmodelle bezieht sich vor allem auf die Art der Schätzverfahren und die damit verbundenen Annahmen. Das Ziel der varianzorientierten Strukturgleichungsmodelle (Var-SGM), wie PLS besteht laut Chin (1995) in der Maximierung der erklärten Varianz der endogenen durch die exogenen Latenten Variablen.³ PLS-Modelle erlauben die Verwendung zahlreicher Indikatoren, welche thematisch in Blöcke gruppiert werden, um komplexe latente Größen zu operationalisieren. Das Verfahren wurde vor allem in den 1970er Jahren vom schwedischen Statistiker und Wirtschaftswissenschaftler Herman Wold (geb. 1908–1992) entwickelt. PLS enthält als Oberbegriff zwei grundlegende Strömungen, die PLS-Regression und die beschriebene PLS-Pfadmodellierung, welche in dieser Arbeit verwendet wird. Für Zeitreihenanalysen wird das Dynamische PLS (DPLS) von Strohe (1995) in dieser Arbeit methodisch erweitert, um Abhängigkeiten mit mehreren Verzögerungsstufen gleichzeitig modellieren zu können. Die steigende Verfügbarkeit immer komplexerer Datensätze erfordert die Verwendung dieser modernen statistischen Methoden.

Eine weit verbreitete Alternative innerhalb der Welt der Strukturgleichungsmodelle ist das statistische Modell und Softwarepaket LISREL (Linear Structural Relationships), welches beinahe Synonym mit Strukturgleichungen geworden ist. Es basiert in seiner ursprünglichen Form auf einem kovarianzorientierten Schätzverfahren (Kovar-SGM), welches eine bestmögliche Anpassung an eine gegebene Kovarianzmatrix der Daten schätzt. Dafür stehen eine Vielzahl an konkreten Schätzfunktionen zur Verfügung, wie das klassische Maximum-Likelihood-Verfahren oder Weighted-Least-Squares. LISREL wurde etwa zur selben Zeit wie PLS Anfang der 1970er Jahre entwickelt vom schwedischen Statistiker Karl Gustav Jöreskog (geb. 1935), der Doktorand von Herman Wold war. LISREL benötigt als klassisches statistisches Modell eine Vielzahl an Voraussetzungen, wie Normalverteilung und Unabhängigkeit der Variablen, welche in der Praxis und in dieser Arbeit nicht immer gegeben sind. Die Analyse der Leistungsfähigkeit der Verfahren in der aktuellen Literatur legt den Schluss nahe,

³ Chin (1995, S. 3) erläutert dazu: „*The goal of PLS is primarily to estimate the variance of endogenous constructs and in turn their respective manifest variables (if reflective).*“.

dass letztendlich kovarianzorientierte Strukturgleichungsmodelle weniger geeignet sind für die Zwecke dieser Arbeit, insbesondere da die Anzahl der Beobachtungen unterhalb der Empfehlungen liegt.⁴

Eine dritte bisher weniger verbreitete und erforschte Alternative stellen Künstliche Neuronale Netze (KNN) dar, welche in den letzten Jahren einen Aufschwung in der Forschung und Anwendung erleben. Die Fähigkeiten des Lernens und der Selbstregulierung biologischer Netze sollen auf künstliche Netze übertragen werden. KNN eignen sich vor allem, um komplexe nichtlineare Zusammenhänge zwischen einer begrenzten Anzahl an Variablen zu modellieren. Den KNN wird allerdings häufig ein Black-Box-Charakter unterstellt.⁵ Aufgrund der Vielschichtigkeit des Ansatzes, einer gewissen inhärenten Intransparenz und der Experimentalität einiger Algorithmen sollen diese Verfahren letztendlich nicht in dieser Arbeit genutzt werden.

Dynamische Strukturgleichungsmodelle wie DPLS bieten gegenüber der weit verbreiteten multivariaten Regression den Vorteil, eine wesentliche höhere Anzahl an Variablen gleichzeitig nutzen zu können, etwa mehr Variable als Beobachtungen. Gegenüber der dynamischen Faktoranalyse besteht der Vorteil, dass besser für die Prognose geeignete Indikatoren automatisch höhere Gewichte und Ladungen erhalten und sich somit die Prognosekraft erhöht. Gegenüber den Vektor-Autoregressiven Modellen (VAR) besteht der Vorteil, ein einheitliches Modell zu schätzen, ohne die Zerlegung in zahlreiche Teilmodelle.⁶

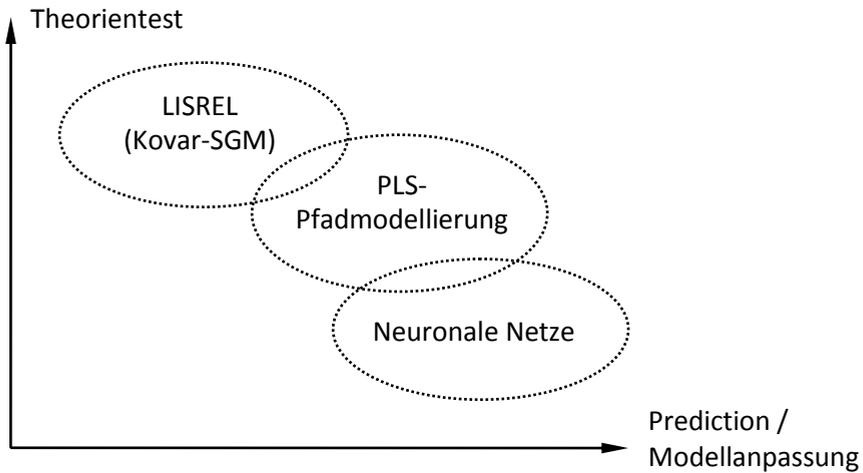
Abbildung 2 erläutert die Position der drei vorher genannten Modellansätze der zweiten Generation innerhalb eines Zielssystems aus guter Modellanpassung und klassischen Testverfahren. Die Einteilung basiert auf Henseler et al. (2009) und ist in vergleichbarer Form weitgehend Konsens in der Literatur. Die PLS-Pfadmodellierung bietet demnach einen guten Kompromiss aus Modellanpassung und Möglichkeiten des Theorientestens.

⁴ Empfohlen sind je nach Modell und Datenqualität über 250 Beobachtungen. Siehe Kapitel 2.2.1 und 2.2.3 für tiefergehende Erläuterungen.

⁵ Etwa durch Dayhoff und DeLeo (2001). Johannet et al. (2007, S. 1) erläutern dazu: „*Nevertheless the fact that the model obtained with neural network is not understandable in terms of physical parameters (black box model) is a brake to their use*“.

⁶ Ausschnitte dieser Arbeit finden sich im Konferenzbeitrag Ruge (2011).

Abbildung 2: Vergleich statistischer Verfahren



Quelle: Henseler et al. (2009, S. 296), mit Ergänzungen

Zusammenfassend gilt, dass die Analyse komplexer Systeme mit zahlreichen Variablen moderne statistische Verfahren erfordert. Strukturgleichungsmodelle ermöglichen es, mehrere ähnliche beobachtbare Indikatoren zu Latenten Variablen zusammenzufassen und die Zusammenhänge zwischen diesen zu schätzen. Latente Variable umfassen nicht direkt messbare oder komplexe Größen, die sinnvoll durch mehrere Indikatoren approximiert werden können. Innerhalb der Welt der Strukturgleichungsmodelle existiert eine Vielzahl an Ansätzen, wobei für diese Arbeit die PLS-Pfadmodellierung gewählt wird inklusive ihrer dynamischen Erweiterungen.

2.2 Partial Least Squares (PLS)

2.2.1 PLS Grundlagen

Partial Least Squares (PLS)⁷ beschreibt einen Ansatz für Strukturgleichungsmodelle bzw. Pfadmodelle mit Latenten Variablen. Die definitorische Einordnung in der Welt der statistischen Verfahren verbleibt etwas unscharf und wird von diversen Autoren unterschiedlich verwendet.⁸ Der PLS-Ansatz wurde vor allem vom norwegischen Statistiker und Wirtschaftswissenschaftler Herman Wold (geb. 1908–1992) in den 1970–1980er Jahren entwickelt, basierend auf seinen vorherigen Arbeiten.⁹ Einige Vereinheitlichungen und Weiterentwicklungen im Bereich der PLS-Pfadmodellierung wurden von Jan-Bernd Lohmöller (1989) vorgenommen, welcher ebenfalls das erste Softwareprogramm LVPLS veröffentlichte. Wold beschrieb seinen gedanklichen Prozess, bei dem er vorhandene Verfahren der Hauptkomponentenanalyse und Kanonischen Korrelation für Pfadmodelle erweiterte.

„It struck me that it might be possible to estimate models with the same arrow scheme by an appropriate generalization of my Least Squares algorithms for principal components and canonical correlation. The extension involved two crucial steps, namely from two to three LVs and corresponding blocks of indicators and from one to two inner relations. Once these steps were taken, the road to an iterative LS algorithm of general scope for estimation of path models with latent variables observed by multiple indicators was straightforward.“

Herman Wold (1982a, S. 200)¹⁰

Der Grundgedanke der PLS-Pfadmodellierung ist die Abbildung und Vereinfachung komplexer Zusammenhänge zwischen zahlreichen gemessenen Indikatoren (auch bezeichnet als manifeste Variable, beobachtete Variable, Proxy,

⁷ Selten auch „Projection to Latent Structures“, etwa in Wold, S. (2001, S. 109–130) und Wold, S. et al. (2004, S. 1).

⁸ Vgl. dazu u.a. Knoche und Lind (2005, S. 1).

⁹ Es existiert eine Vielzahl an Veröffentlichungen, u.a. Wold (1966) und Wold (1985).

¹⁰ Zitiert aus Ringle (2004, S. 7).

Item), welche in einzelne Blöcke zusammengefasst werden und durch jeweils eine Latente Variable (auch bezeichnet als Faktoren, Komponenten, Indices) repräsentiert werden. Die PLS-Pfadmodellierung stellt in der Regel eine deutliche Vereinfachung gegenüber einem komplexen Ausgangszustand dar, bei dem alle Zusammenhänge auf Ebene der Indikatoren betrachtet werden müssen. Trotz der potentiellen Vorteile für die Modellierung komplexer Systeme mit zahlreichen Abhängigkeiten fanden Strukturgleichungsmodelle bisher wenig Verbreitung in den Wirtschaftswissenschaften. Die vorliegende Arbeit kann somit helfen, eine Brücke zwischen der volkswirtschaftlichen Theorie und Ökonometrie zu bauen. Die PLS-Ansätze lassen sich in zwei große Bereiche gliedern, die PLS-Regression und die PLS-Pfadmodellierung. Da diese Arbeit ausschließlich die PLS-Pfadmodellierung nutzt, soll nur dieses Verfahren erläutert werden. Die Vielfältigkeit des Ansatzes verhindert eine scharfe definitorische Abgrenzung innerhalb der statistischen Verfahren.¹¹

Der zentrale Begriff **Latente Variable** soll genauer erläutert werden. Latente Variable umfassen Größen, die sich einem eindeutigen theoretischem Konzept bzw. einer präzisen Messung entziehen oder aus komplexen Teilbereichen bestehen. Dazu zählen etwa Nutzen und Erwartungen oder Aktienmarktindizes, welche in zahlreiche Teilindizes zerfallen. Latente Variable werden in (D)PLS als Linearkombinationen der jeweiligen Indikatoren gebildet, wobei die Gewichte im Schätzverfahren gebildet werden. Die Indikatoren müssen so gruppiert werden, dass jeder Block sinnvoll durch eine einzelne Latente Variable repräsentiert werden kann. Aus pragmatischerer und datenorientierter Sicht können Latente Variable auch als Index betrachtet werden, der mit seinen Indikatoren gewichtet wird im Sinne einer Multiblock-Analyse.¹² Weitere Beispiele für Latente Variable in der VWL sind unscharfe oder komplexe Konzepte wie Wohlfahrt, Korruption, Schattenwirtschaft, Technologie, Staat, Umwelt, Nutzen so-

¹¹ Vgl. Ruge und Strohe (2008) für eine kurze Einführung zum klassischen PLS.

¹² Vgl. Vinzi et al. (2010), welche in diese Richtung argumentieren. Als Anmerkung sei gegeben, dass in der Wirtschaftswissenschaft Latente Variable seltener den Charakter von abstrakten, unergründlichen Ideen haben, sondern eher als fragmentierte, zersplitterte Konstrukte einer recht konkreten Größe erkennbar sind. Als Beispiel sei das volkswirtschaftliche Zinsniveau genannt, welches auf mathematischer und logischer Ebene präzise begreifbar ist, aber in der Realität prismenhaft in zahlreiche Realisationen zerfällt. Als Kontrast sind in der Psychologie Latente Variable häufig eher Schatten an der Wand einer inhärent unergründlichen Idee.

wie Stimmungen und Erwartungen. Für einige konkretere Größen wie Nachfrage oder Aktienindizes besteht eine Wahlmöglichkeit, ob diese univariat in einfachen Regressionsanalysen oder als Latente Variable in Strukturgleichungsmodellen verwendet werden sollen. In dieser Arbeit werden ausschließlich Latente Variable mit mehreren Indikatoren verwendet. In der volkswirtschaftlichen Literatur finden sich Anwendungen für Latente Variable unter anderem bei Krelle (1989) für technischen Fortschritt, bei Strohe et al. (1999) für Aktienindizes und makroökonomische Märkte sowie bei Bajada und Schneider (2009) für Schattenwirtschaft.

Eine umfangreiche und aktuelle Meta-Untersuchung von Henseler, Ringle und Sinkovics (2009) mit 33 ausgewählten, referierten Veröffentlichungen in internationalen Journalen nennt folgende fünf primäre Motive für die Verwendung von PLS. Die genannten Vorteile werden in vergleichbarer Form in der Literatur der letzten Jahrzehnte stetig wiederholt.¹³ Als Vergleichmaßstab der Leistungsfähigkeit von PLS werden häufig kovarianzorientierte Strukturgleichungsmodelle (Kovar-SGM), wie LISREL genutzt.

1. PLS berechnet konkrete Werte (scores) für die Latenten Variablen.
2. PLS kann sehr komplexe Modelle schätzen mit zahlreichen Variablen.
3. PLS kann bei kleinen Datensätzen verwendet werden.
4. PLS benötigt weniger strenge oder keine Modellannahmen.
5. PLS kann problemlos reflektive und formative Latente Variable bilden.¹⁴

Einige dieser genannten Argumente wurden bestätigt, andere müssen relativiert werden aufgrund der Erkenntnisse neuer Forschungsarbeiten. Einige Aspekte sind miteinander verbunden und erschweren so die Analyse, beispielsweise treten bestimmte Probleme nur bei kleinen Stichproben oder bei Fehlspezifizierung der Latenten Variablen auf. Zentrale statistische Eigenschaften wie Konsistenz, Genauigkeit, Konvergenz und Teststärke werden in den Kapiteln

¹³ Etwa durch Fornell und Bookstein (1982), Jöreskog und Wold (1982), Dijkstra (1983), Lohmöller (1989), Schneeweiß (1991), zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 288).

¹⁴ Vgl. Henseler et al. (2009, S. 283) für diese fünf Punkte.

2.2.3 und 2.2.5 näher erläutert. Henseler et al. (2009) analysieren die fünf Punkte kritisch, wie nachfolgend dargelegt.

Das PLS-Verfahren berechnet stets konkrete Zahlenwerte für die Latenten Variablen (Punkt 1) als Linearkombination der jeweiligen Indikatoren und bietet damit eine anschauliche Annäherung an die hypothetischen Konstrukte. Die Gewichte und Werte der Latenten Variablen ergeben sich als integraler Bestandteil im PLS-Schätzverfahren durch die Gewichtsbeziehung. Die Latenten Variablen können als eine anschauliche Annäherung oder als Komponente bzw. Index der theoretischen Konstrukte betrachtet werden. Bei verwandten Verfahren wie LISREL ergibt sich unter Umständen eine inhärente Unbestimmbarkeit der Werte der Latenten Variablen.¹⁵ PLS zielt dagegen auf eine möglichst gute Rekonstruktion der originalen Daten und wird deshalb als datenorientiert bezeichnet.¹⁶ In diesem Sinne kann der PLS-Ansatz über die Maximierung der erklärten Varianz besser geeignet sein, um genaue Schätzwerte der Latenten Variablen zu erhalten.¹⁷ Dies wäre insbesondere für zeitliche Prognosemodelle sinnvoll, wie sie in dieser Arbeit vorkommen, bei denen die Bestimmung konkreter Prognosewerte das Ziel ist. Die Berechnung der Werte der Latenten Variablen ermöglicht zudem eine flexible Weiterverarbeitung, beispielsweise als graphische Darstellung, falls Zeitreihen vorliegen.

Die Komplexität der PLS-Modelle (Punkt 2) übersteigt deutlich die Möglichkeiten der Eingleichungsmodelle, welche in der Ökonometrie häufig verwendet werden. Da das innere Modell (Strukturmodell) in Einzelgleichungen mit OLS

¹⁵ Vgl. Bollen (1987), Chen et al. (2001) oder Krijnen et al. (1998). Weitere Ausführungen bei Vittadini (1989, S. 1): *„The latent variables and errors of the Lisrel model are indeterminate even when the parameters of the model are perfectly identified. The reason for the indeterminacy is that the Lisrel model gives a solution in terms of estimation of latent variables by means of observed variables.“* Es werden vor allem in diesem Kapitel in den Fußnoten auch längere Originalzitate genutzt, damit die Feinheiten der Sprache und statistische Fachbegriffe besser verständlich sind.

¹⁶ Lohmöller (1989, S. 6) schrieb dazu *„PLS is data-structured oriented, while the ML-estimation method of LISREL is covariance-structure oriented“*, zitiert aus Betzin (2000, S. 17). Diese Aussagen werden häufig in ähnlicher Form in der Literatur wiedergegeben, wobei die exakte Bedeutung der Begriffe unscharf bleibt. Zudem verbleibt unklar, ob Kovarianzorientierung bzw. Datenorientierung nicht letztendlich ähnliche oder gar identische Ziele sind.

¹⁷ Vgl. Reinartz et al. (2009, S. 38) für diese Argumentation.

geschätzt wird, ergeben sich allerdings auch für PLS die aus OLS-Gleichungsmodellen bekannten Probleme. Falls zwischen Latenten Variablen erhöhte Multikollinearität auftritt, also ein starker Zusammenhang der erklärenden Latenten Variablen untereinander, erschwert sich die Differenzierung und präzise Zuordnung der einzelnen Einflüsse. Bei formativen Latenten Variablen werden die jeweiligen Gewichte über multiple OLS-Regressionen geschätzt, deshalb können in dem Fall Probleme bei hoch korrelierten Indikatoren auftreten.¹⁸ In dieser Arbeit tritt vor allem Multikollinearität zwischen den zahlreichen hoch korrelierten Latenten Variablen im inneren Modell auf und begrenzt damit die Komplexität der Modelle. Dieses Problem kann allerdings relativ leicht erkannt werden durch Analyse der Korrelationen der Latenten Variablen. Multikollinearität kann „unerwartete“ Vorzeichen, künstlich erhöhte oder erniedrigte Testsignifikanzen und instabile Parameterschätzungen verursachen.¹⁹ Als Lösungsmöglichkeiten bieten sich die Zusammenlegung oder Entfernung hoch korrelierter Latenter Variablen an und eine vorsichtige Interpretation der multiplen Pfadkoeffizienten in Verbindung mit den bivariaten Korrelationen. Der Entwickler Herman Wold sah zu PLS dennoch keine Alternative: „*In large, complex models with latent variables PLS is virtually without competition*“.²⁰

Die Möglichkeit, mit relativ kleinen Stichprobengrößen bzw. Datenumfängen (Punkt 3) zu arbeiten wird gemäß Henseler et al. häufig als Argument für PLS vorgebracht. Weniger als 200 Beobachtungen stellen selbst bei einfachen Modellen für kovarianzbasierte Verfahren wie LISREL ein Schätzproblem dar, welches zu Nichtkonvergenz oder unplausiblen Lösungen führen kann.²¹ Im Gegensatz dazu kann PLS wesentlich kleinere Stichproben verarbeiten, etwa mit weniger Beobachtungen als Variable oder teilweise fehlenden Daten.²² Eine Untersuchung von Herman Wold (1989) schätzte ein PLS-Pfadmodell mit 27 Indikatoren und nur 10 Beobachtungen. Eine Monte-Carlo-Simulation von Chin und Newsted (1999) ermittelt für PLS-Modelle mit nur 20 Beobachtungen noch sinnvolle Informationen über die Eignung der Indikatoren. Diese Untersuchung

¹⁸ Vgl. Gustafsson und Johnson (2004), zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 283).

¹⁹ Vgl. Vinzi (2005, S. 6).

²⁰ Vgl. Herman Wold (1985, S. 589 f), zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 294).

²¹ Vgl. Boomsma and Hoogland (2001), zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 291).

²² Tenenhaus et al. (2005, S. 202) erläutern dazu: „*there can be more variables than observations and there may be a small amount of data that are missing completely at random.*“, zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 292).

bestätigt zudem die asymptotische Konsistenz, bezeichnet als „consistency at large“, der Schätzungen für steigende Stichproben und zunehmende Indikatorenzahl.²³ Als einfache Daumenregel sollten mindestens zehnmal so viele Beobachtungen wie Pfade im inneren Modell vorhanden sein, wobei weitere Kriterien beachtet werden sollten, wie eine möglichst hohe Effektstärke und zahlreiche reflektive Indikatoren.²⁴ Zudem sollte eine möglichst hohe Qualität der Daten in Form bekannter Verteilungseigenschaften vorliegen als Ergänzung zur Betrachtung der reinen Stichprobengröße.²⁵ Allerdings ist PLS kein Zaubermittel („magic bullet“²⁶, „silver bullet“²⁷) für genaue Schätzungen und hohe Teststärken bei kleinen Stichproben oder Datenumfängen. In dieser Arbeit werden über 230 Beobachtungen genutzt bei maximal 12 Pfaden im inneren Modell, so dass zumindest die einfache Daumenregel erfüllt ist. Aufgrund der kritischen

²³ Henseler et al. (2009, S. 292) erläutern dazu: „*Chin and Newsted (1999) present a Monte Carlo simulation study on PLS with small samples. They find that the PLS path modeling approach can provide information about the appropriateness of indicators at sample size as low as 20. This study confirms the consistency at large on loading estimates with increased numbers of observations and numbers of manifest variables per measurement model. This study confirms the consistency at large on loading estimates with increased numbers of observations and numbers of manifest variables per measurement model.*“

²⁴ Henseler et al. (2009, S. 292 f) erläutern dazu: „*A rule of thumb for robust PLS path modeling estimations suggests that the sample size be equal to the larger of the following (Barclay, Higgins und Thompson, 1995): ... (2) ten times the largest number of structural paths directed at a particular construct in the inner path model ... However, the authors [Goodhue et al., 2006] provide strong evidence that the ten-times-rule does not take into account effect size, reliability, the number of indicators, or other factors which are known to affect power.*“

²⁵ Marcoulides und Saunders (2006, S. VI) erläutern dazu: „*a researcher must consider the distributional characteristics of the data, potential missing data, the psychometric properties of the variables examined, and the magnitude of the relationships considered before deciding on an appropriate sample size to use or to ensure that a sufficient sample size is actually available to study the phenomena of interest*“, zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 292 f).

²⁶ Goodhue et al. (2006, S. 10) erläutern dazu: „*[u]nfortunately PLS does not provide researchers with a magic bullet for achieving adequate statistical power at small sample sizes.*“, zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 293).

²⁷ Marcoulides and Saunders (2006, S. VIII) erläutern dazu: „*PLS is not a silver bullet to be used with samples of any size!*“, zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 293).

Einwände muss zudem die weitere Qualität der Daten beachtet werden, wobei dies eher auf einer qualitativen Einschätzung beruht.

Die PLS-Modellierung benötige weniger strenge oder keine Annahmen bezüglich der Verteilung der Variablen gemäß Henseler et al. (Punkt 4) und wird deshalb als *soft modeling* bezeichnet, im Gegensatz zum streng annahmebasierten *hard modeling* der kovarianzorientierten Verfahren wie LISREL.²⁸ Obwohl die Aussagen lange Zeit ohne viel Widerspruch akzeptiert wurden, sind in den letzten Jahren kritische Forschungsarbeiten durchgeführt worden, insbesondere Simulationsstudien. Eine Monte-Carlo-Simulation von Vilares, Almeida und Coelho (2009) untersucht Folgen für die Parameterschätzung bei Verletzung der Annahmen.²⁹ Für normalverteilte Daten und korrekt reflektiv gebildete Latente Variable ergeben PLS und LISREL ähnliche Ergebnisse, wobei PLS die äußeren Ladungen geringfügig überschätzt und die Pfadkoeffizienten unterschätzt und LISREL konträr die Ladungen geringfügig unterschätzt und die Pfadkoeffizienten überschätzt. Bei schief verteilten Daten und fehlerhaft reflektiv statt formativ gebildeten Latenten Variablen sind die PLS-Schätzungen weniger verzerrt und präziser und damit vorzuziehen.³⁰ Eine zweite Simulationsstudie von Ringle, Wilson und Götz (2007) bestätigt die vorherigen Ergebnisse teilweise. Für nicht-normalverteilte Daten verliert PLS weniger Genauigkeit und Robustheit beim Schätzen als kovarianzbasierte Verfahren, insbesondere bei formativen Latenten Variablen.³¹ Sind die Bedingungen des *hard modeling* allerdings erfüllt, also multivariate Normalverteilung, große Stichproben etc., dann liefert LISREL zuverlässig genauere und robustere Schätzungen als PLS. Die PLS-Schätzungen sind asymptotisch konsistent für große Stichproben und eine steigende Anzahl an Indikatoren.³² In der Ökonometrie und auch in dieser Arbeit

²⁸ Vgl. Chin (1998b) und Fornell (1982), zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 294).

²⁹ Zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 295).

³⁰ Henseler et al. (2009, S. 295) erläutern dazu: „*the authors conclude that in case of skewed data, PLS estimates are better than ML estimates, in terms of both bias and precision.*“.

³¹ Henseler et al. (2009, S. 295) erläutern dazu: „*but the decline in accuracy and robustness is considerably lower compared to covariance-based structural equation modeling.*“.

³² Jöreskog und Wold (1982) erläutern dazu: „*The estimates will be asymptotically correct under the condition of consistency at large, i.e. both a large sample size and large numbers of indicators per latent variable*“, zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 296).

sind Daten häufig nicht normalverteilt, so dass PLS letztendlich Vorteile bieten kann. Durch die Abwesenheit von Verteilungsannahmen bei PLS besteht allerdings keine originäre Möglichkeit, klassische Testverfahren anzuwenden, so dass stattdessen meist Resampling-Methoden genutzt werden. Die Frage der Genauigkeit und Konsistenz der Schätzungen wird im Kapitel 2.2.3 weiterführend erläutert.

Ein Vorteil von PLS ist gemäß Henseler et al. die Möglichkeit, Latente Variable problemlos reflektiv oder formativ zu bilden (Punkt 5). Die Wahl bestimmt, wie die Zusammenhänge zwischen den Indikatoren und Latenten Variablen theoretisch angenommen und mathematisch spezifiziert werden. Reflektive Latente Variable haben ihren Ursprung in der klassischen Testtheorie und der Faktoranalyse.³³ Die jeweiligen Indikatoren repräsentieren bzw. reflektieren dabei eine fehlerbehaftete Messung der zugehörigen Latenten Variablen, welche die ursächliche Größe darstellt. Alternativ kann eine formative Latente Variable als ein Index angenommen werden, der aus seinen Indikatoren formiert wird.³⁴ Als Besonderheit bei PLS sind die Latenten Variablen stets Linearkombinationen ihrer Indikatoren, auch im reflektiven Fall – an dieser Stelle verschwimmen also die Grenzen zwischen klassischen Latenten Variablen und gewichteten Komponenten. Die Nutzung formativer Messmodelle ist auch für kovarianzbasierte Verfahren wie LISREL bereits beschrieben worden, dennoch treten Identifikationsprobleme auf.³⁵

Meta-Untersuchungen von Jarvis et al. (2003) und Eberl (2004) mit ausgewählten Marketing-Journalen legen nahe, dass ein relativ großer Anteil der Latenten Variablen fehlspezifiziert sind, insbesondere wurden formative Latente Variable fehlerhaft reflektiv gebildet. Diese Fragestellungen werden also in der Literatur häufig unzureichend gewürdigt. In dieser Arbeit werden überwiegend reflektive und wenige formative Latente Variable genutzt, so dass die Wahlmöglichkeit in PLS zumindest hilfreich ist. Eine tiefergehende Erläuterung zum Thema findet sich im Kapitel 2.2.4.

³³ Vgl. Nunnally und Bernstein (1994), zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 289).

³⁴ Vgl. Diamantopoulos (2006), zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 289f).

³⁵ Etwa durch Jöreskog und Goldberger (1975) und Jöreskog und Sörbom (1996), zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 290).

Der partielle, iterative Aufbau des PLS-Ansatzes erschwert die Herleitung allgemeingültiger Aussagen über die Eigenschaften der Schätzer und Testverfahren. Da diese kaum analytisch abgeleitet werden können, sind sie Teil eines fortlaufenden Diskurses in der Literatur.³⁶

McDonald (1996) fasst diese Probleme zusammen:

„The PLS methods are difficult to describe and extremely difficult to evaluate, partly because PLS constitutes a set of ad hoc algorithms that have generally not been formally analysed or shown to possess any clear global optimizing properties ... it can be difficult to determine what properties of latent variable models they possess, if any.“

McDonald (1996, S. 240)

Rouse et al. (2008) ergänzen kritisch, dass die Literatur veraltet sei, viele Autoren die Verfahren kaum verstanden und Limitationen wenig bekannt seien.³⁷ Die Kritiker der reinen Methodik befinden sich allerdings scheinbar in einer Minderheitenposition, da vorteilhafte Eigenschaften des PLS-Ansatzes zumindest in der Gesamtheit der Erfahrungsberichte erkennbar sind. In den letzten zwei Jahren wurden deutliche Fortschritte erreicht, insbesondere durch Simulationsstudien wurden die Eigenschaften von PLS genauer untersucht und mit anderen Verfahren verglichen.

Tabelle 1 fasst die genannten Eigenschaften von PLS zusammen im Vergleich zum kovarianzbasierten Verfahren LISREL. Alle Angaben gelten unter den vorher diskutierten Einschränkungen.

³⁶ Mathematisch ableitbare Eigenschaften (wie in LISREL) dienen vor allem dem besseren Verständnis und Bewertung der Schätzer. Dennoch beschreiben mathematische Ableitungen nicht immer zwangsläufig optimal die Realität, wie die später vorgestellten Simulationsstudien zeigen, die PLS eine bessere Schätzgenauigkeit bei kleinen Stichproben attestieren.

³⁷ Rouse et al. (2008, S. 850) erläutern dazu: *„psychometric literature [is] outdated and poorly understood; underlying [PLS] algorithms not widely published nor tested to establish limitations“*.

Tabelle 1: Vergleich PLS und LISREL

Eigenschaften	LISREL (Kovar-SGM)	PLS (Var-SGM)
Modell	Lineares Strukturgleichungsmodell mit Latenten Variablen	Ebenso
Schätzverfahren	Kovarianzorientiert, ML - Maximum Likelihood, GLS, ULS und weitere	Varianzorientiert, iterative Kleinste Quadrate, PLS-Regression/Pfadmodellierung
Dateninput	Kovarianz- oder Korrelationsmatrix	Datenwerte
Latente Variable	Abstrakte Konstrukte, originär indeterminiert, reflektiv (formativ problematisch)	Gewichtete Komponenten, konkrete Zahlenwerte, problemlos reflektiv und formativ
Tests	Klassische Testverfahren, verbunden mit Annahmen	Eingeschränkte Auswahl an Resampling-Methoden
Modellannahmen ³⁸	<i>Hard modeling:</i> multivariate Normalverteilung	<i>Soft modeling:</i> geringe Verteilungsannahmen
Datenumfang ³⁹	Groß, über 250–500 empfohlen	Klein möglich (ab 10)
Software	LISREL, AMOS, EQS, MPlus etc.	SmartPLS, DPLS, LVPLS etc.
Verbreitung	Weit verbreitet (Sozialwissenschaften etc.)	Weniger verbreitet (Chemometrie, Marketing etc.)

Einige definitorische Abgrenzungen verbleiben unscharf. Dazu zählt die Frage, ob die PLS-Modellierung im engeren Sinne ein statistisches Modell darstellt oder ein datenbeschreibendes Verfahren. Statistische Modelle zeichnen sich dadurch aus, dass die Koeffizienten des Modells als unbekannte, aber wahre Parameter einer Grundgesamtheit angenommen werden und das Schätzverfahren versucht, mit Hilfe von repräsentativen Stichproben unter bestimmten Annahmen Schätzwerte für die Parameter zu liefern. In dieser Arbeit soll der Gedanke aufgenommen werden, dass es sich um ein Modell im statistischen Sinne handelt, auch wenn die Zeitreihendaten keine klassische Stichprobe dar-

³⁸ LISREL beherrscht auch asymptotically distribution-free (ADF) Schätzungen ohne strenge Modellannahmen wie PLS, obwohl diese selten genutzt werden in der Literatur. Vgl. dazu Henseler et al. (2009, S. 310).

³⁹ Der tatsächlich benötigte Stichprobenumfang hängt von der Komplexität und Spezifikation des Modells ab, die Werte sind also nur grobe Richtwerte.

stellen. Die Einordnung der PLS-Pfadmodellierung innerhalb der Verfahren der Statistik ist ebenfalls unscharf in der Literatur. PLS kann als Alternative zu Strukturgleichungsmodellen gesehen werden oder als Bestandteil dieser Gruppe.⁴⁰ Tenenhaus und Vinzi (2005) und Vinzi et al. (2010) argumentieren, dass die PLS-Pfadmodellierung streng betrachtet keine Latenten Variablen bildet, sondern Blockvariablen (Komponenten) und damit eher ein datenbeschreibender Ansatz ist als ein theoretisches Modell.⁴¹ Die abstrakten definitorischen Fragestellungen mögen für statistisch-theoretische Grundlagenforschung bedeutend sein, aber für diese anwendungsorientierte ökonomische Arbeit bleiben sie letztendlich zweitrangig.

Zusammenfassend gilt, dass die PLS-Pfadmodellierung für die Analyse komplexer Zusammenhänge mit zahlreichen Variablen genutzt werden kann. Dabei werden beobachtbare Indikatoren zu Latenten Variablen zusammengefasst im äußeren Modell, zwischen denen lineare Beziehungen geschätzt werden im inneren Modell. Die Herleitung genauer statistischer Eigenschaften ist Teil eines andauernden Diskurses in der Literatur. Im Vergleich zu ähnlichen Verfahren wie LISREL bestehen spezifische Vor- und Nachteile, etwa die Möglichkeit formative und reflektive Latente Variable zu verwenden oder eingeschränkte Testverfahren durch Resampling-Methoden. Empfehlenswert sind eine möglichst große Anzahl an Indikatoren und Beobachtungen sowie normalverteilte Daten für zuverlässige Schätz- und Testergebnisse. Die folgenden Abschnitte erläutern Modellstruktur, Schätzverfahren und Bewertungsmethoden im Detail.

⁴⁰ Beispielsweise sehen Rouse et al. (2008) PLS eher als Alternative zu SGM, während Henseler et al. (2009) oder Reinartz et al. (2009) PLS als Bestandteil der SGM sehen.

⁴¹ Vinzi et al. (2010, S. 2 f) erläutern dazu: „*PLS-path (PLS-PM) modelling is a component-based approach ... From the standpoint of data analysis, PLS-PM may be viewed as a very flexible approach to multi-block (or multiple table) analysis. Tenenhaus et al. (2007) show direct relations between PLS-PM and several techniques for multi-block analysis ... This approach clearly shows how the data-driven tradition of multiple table analysis can be merged in the theory-driven tradition of structural equations modeling.*“.

2.2.2 PLS-Modellstruktur

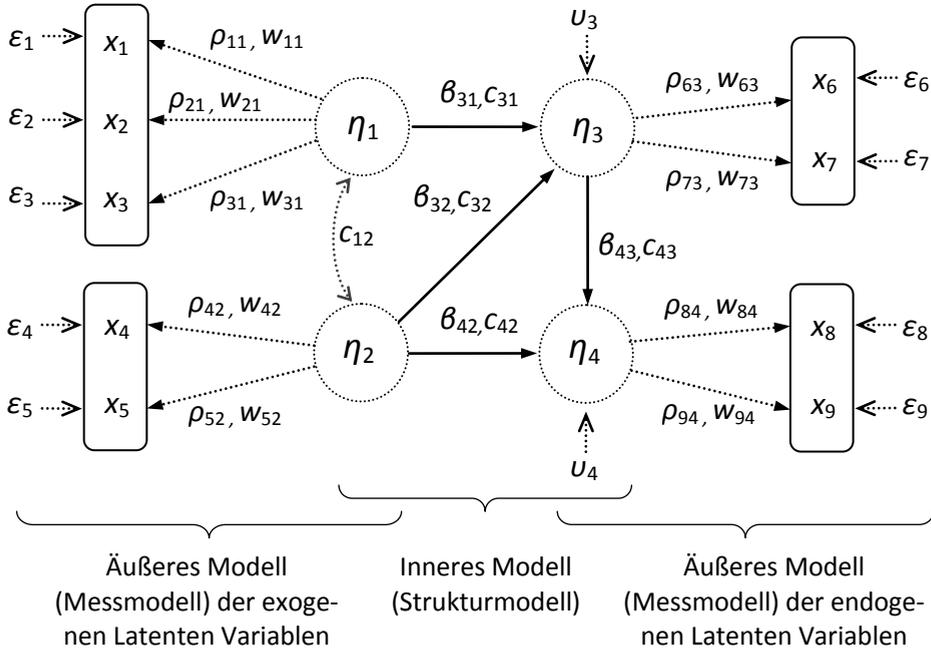
Die Struktur eines PLS-Pfadmodells gemäß Herman Wold wird durch ein System aus linearen Gleichungen spezifiziert, welches in Abbildung 3 als Pfaddiagramm dargestellt ist. Gepunktete Kreise symbolisieren Latente Variable, Rechtecke die zusammengehörigen Blöcke an Indikatoren und Pfeile Modellbeziehungen in Form von Gleichungen. Der Vektor \mathbf{x} beinhaltet die beobachteten Indikatoren, in diesem Beispiel x_1 bis x_9 . Im inneren Modell beinhaltet der Vektor $\boldsymbol{\eta}$ (Eta) die insgesamt vier Latenten Variablen η_1 bis η_4 . Die Pfadkoeffizienten des inneren Modells β_{ij} bilden die Koeffizientenmatrix \mathbf{B} (Beta). Der Fehlervektor \boldsymbol{u} (Ypsilon) enthält die Fehlerterme u_i der Gleichungen im inneren Modell mit Erwartungswerten von Null. Zwischen den Latenten Variablen können zudem Korrelationen c_{ij} berechnet werden.⁴²

Im äußeren Modell beinhaltet die Gewichtsmatrix \mathbf{W} die Gewichte w_{ij} und die Ladungsmatrix \mathbf{P} (Rho) die Ladungen ρ_{ij} , welche die Beziehungen zwischen den Indikatoren und Latenten Variablen spezifizieren. Der Fehlervektor $\boldsymbol{\varepsilon}$ beinhaltet die Fehlerterme ε_i der Ladungsbeziehungen im äußeren Modell. Die Indizes ij beziehen sich auf die jeweils verbundenen Latenten Variablen bzw. Indikatoren. Auf die symbolhafte Unterscheidung zwischen den empirischen Schätzwerten für die Parameter und den wahren unbekanntem Parametern soll aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet werden. Die Werte (scores) der Latenten Variablen werden durch die PLS-Schätzung bestimmt.

In der Modellstruktur wird zwischen dem äußeren und inneren Modell unterschieden. Die Abbildung und Zuordnung der Gruppen von Indikatoren durch die jeweiligen Latenten Variablen wird als das äußere Modell bzw. Messmodell bezeichnet, da hier versucht wird, die unbeobachtbaren Latenten Variablen durch ihre Indikatoren zu messen. Das innere Modell bzw. Strukturmodell beschreibt dagegen die unbeobachtbaren Beziehungen zwischen den Latenten Variablen.

⁴² Die verwendeten Symbole und Notationen unterscheiden sich je nach Autor deutlich. Diese Arbeit orientiert sich an Strohes (1995) Notation, welche letztendlich auf Lohmöller (1989) und dem PLS-Entwickler H. Wold (1982, weitere) basiert.

Abbildung 3: PLS-Modell als Pfaddiagramm



PLS-Modelle kombinieren somit Elemente der Hauptkomponentenanalyse und der multiplen linearen Regression. Das Pfadsystem des inneren Modells beinhaltet die linearen Beziehungen der Latenten Variablen als Gleichungssystem. Dieses kann allerdings nicht beliebig zusammengesetzt werden, rekursive Zusammenhänge führen in der Regel zu keiner eindeutigen Lösung. Im äußeren Modell werden die Zusammenhänge zwischen den Latenten Variablen und ihren jeweils zugehörigen Indikatoren durch Gewichts- und Ladungsbeziehungen beschrieben, ähnlich der Hauptkomponenten- bzw. Faktoranalyse. Ein vollständiges PLS-Modell kann in Anlehnung an Strohe (1995) durch drei Gleichungssysteme spezifiziert werden, zusammengefasst in drei Matrixgleichungen.

$$\boldsymbol{\eta} = \mathbf{B}\boldsymbol{\eta} + \mathbf{u} \quad (\text{Inneres Modell, Strukturmodell}) \quad (1)$$

$$\boldsymbol{\eta} = \mathbf{W}'\mathbf{x} \quad (\text{Gewichtsbeziehungen des äußeren Modells}) \quad (2)$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{P}\boldsymbol{\eta} + \boldsymbol{\epsilon} \quad (\text{Ladungsbeziehungen des äußeren Modells}) \quad (3)$$

Die Koeffizientenmatrix \mathbf{B} des inneren Modells beinhaltet die Koeffizienten, wobei die Diagonale und fehlende Beziehungen gleich Null gesetzt sind. Im PLS-Modell aus Abbildung 3 ergibt sich als Gleichungssystem im inneren Modell (1) folgende Gleichung in ausgeschriebener Matrixform.

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \\ \eta_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \beta_{31} & \beta_{32} & 0 & 0 \\ 0 & \beta_{42} & \beta_{43} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \\ \eta_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix}$$

Damit besteht dieses innere Modell konkret aus folgenden zwei Gleichungen.

$$\eta_3 = \beta_{31}\eta_1 + \beta_{32}\eta_2 + u_3$$

$$\eta_4 = \beta_{42}\eta_2 + \beta_{43}\eta_3 + u_4$$

Die endogene Latente Variable η_3 hängt von den beiden exogenen Latenten Variablen η_1 und η_2 ab. Die endogene Latente Variable η_4 hängt von der exogenen Latenten Variablen η_2 und der endogenen Latenten Variablen η_3 ab. Als endogen wird eine Latente Variable bezeichnet, wenn sie von mindestens einer anderen Latenten Variable abhängt, im Pfaddiagramm gekennzeichnet durch einen eingehenden Pfeil, ansonsten wird sie als exogen bezeichnet. Es ist zu beachten, dass nur für endogene Latente Variable im inneren Modell Gleichungen angegeben werden, in diesem Fall für η_3 und η_4 .

Im äußeren Modell beschreiben die Gewichtsbeziehungen (2), wie sich die Latenten Variablen aus ihren Indikatoren als Linearkombination ergeben, also als gewichtete Summen. Für jede Latente Variable existiert eine einzelne Gewichtsgleichung. Die Gewichtsmatrix \mathbf{W} legt durch die Position der jeweiligen Gewichte und Nullen die Zuordnung der Indikatoren zu den Latenten Variablen fest. Für das Beispiel aus Abbildung 3 ergeben sich folgende Gewichtsbeziehungen in Matrixform.

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \\ \eta_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & 0 & 0 & 0 \\ w_{31} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & w_{42} & 0 & 0 \\ 0 & w_{52} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & w_{63} & 0 \\ 0 & 0 & w_{73} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w_{84} \\ 0 & 0 & 0 & w_{94} \end{bmatrix}' \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \\ x_9 \end{bmatrix}$$

Damit beinhaltet dieses äußere Modell konkret folgende vier Gewichtsbeziehungen.

$$\eta_1 = w_{11}x_1 + w_{21}x_2 + w_{31}x_3$$

$$\eta_2 = w_{42}x_4 + w_{52}x_5$$

$$\eta_3 = w_{63}x_6 + w_{73}x_7$$

$$\eta_4 = w_{84}x_8 + w_{94}x_9$$

Die Latente Variable η_1 wird somit gebildet mit den Indikatoren x_1 , x_2 und x_3 gewichtet mit w_{11} , w_{21} , w_{31} und analog für alle weiteren Latenten Variablen. Die Gewichtsbeziehungen sind als Definitionsgleichung fehlerfrei, deshalb werden keine Fehlerterme benötigt. Die Bestimmung der optimalen Gewichte ist der eigentliche Kernpunkt der PLS-Schätzung und wird im nächsten Kapitel näher erläutert.

Die Ladungsbeziehungen (3) im äußeren Modell beschreiben die Zusammenhänge der Indikatoren zu den Latenten Variablen in Form einfacher linearer Regressionen mit jeweiligen Fehlertermen ϵ . Ein PLS-Modell ermöglicht damit, zwischen Fehlern im inneren und äußeren Modell zu unterscheiden. Für jeden Indikator existiert eine Ladungsbeziehung. Die Ladungsmatrix \mathbf{P} hat den gleichen Aufbau wie die Gewichtsmatrix \mathbf{W} . Für das Modell in Abbildung 3 ergeben sich folgende Ladungsbeziehungen.

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \\ x_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_{11} & 0 & 0 & 0 \\ \rho_{21} & 0 & 0 & 0 \\ \rho_{31} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \rho_{42} & 0 & 0 \\ 0 & \rho_{52} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \rho_{63} & 0 \\ 0 & 0 & \rho_{73} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \rho_{84} \\ 0 & 0 & 0 & \rho_{94} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \\ \eta_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \varepsilon_5 \\ \varepsilon_6 \\ \varepsilon_7 \\ \varepsilon_8 \\ \varepsilon_9 \end{bmatrix}$$

Damit beinhaltet dieses äußere Modell konkret folgende neun Ladungsbeziehungen.

$$\begin{array}{lll}
 x_1 = \rho_{11}\eta_1 + \varepsilon_1 & x_4 = \rho_{42}\eta_2 + \varepsilon_4 & x_7 = \rho_{73}\eta_3 + \varepsilon_7 \\
 x_2 = \rho_{21}\eta_1 + \varepsilon_2 & x_5 = \rho_{52}\eta_2 + \varepsilon_5 & x_8 = \rho_{84}\eta_4 + \varepsilon_8 \\
 x_3 = \rho_{31}\eta_1 + \varepsilon_3 & x_6 = \rho_{63}\eta_3 + \varepsilon_6 & x_9 = \rho_{94}\eta_4 + \varepsilon_9
 \end{array}$$

Jeder der Indikatoren x_i wird durch die zugehörige Latente Variable η_j beeinflusst. Diese Regressionen sind nicht fehlerfrei wie die Gewichtsbeziehungen, deshalb wird jeweils ein Fehlerterm ε_i benötigt. Da es sich um einfache, bivariate lineare Regressionen handelt, entspricht die Ladung (Regressionskoeffizient) ρ_{ij} der Korrelation der Indikatoren mit ihrer Latenten Variable, falls alle Variablen standardisiert sind auf Varianz Eins, denn es gilt für bivariate Regressionen:

$$\text{Regressionskoeff}(x_i; \eta_j) = \text{Korrelation}(x_i; \eta_j) \frac{\text{Standardabweichung}(x_i)}{\text{Standardabweichung}(\eta_j)} \quad (4)$$

Wobei die Standardabweichungen gleich Eins wären. Mit den Strukturbeziehungen, den Gewichtsbeziehungen und den Ladungsbeziehungen ist ein PLS-Modell vollständig spezifiziert als Strukturgleichungsmodell mit Latenten Variablen.

2.2.3 PLS-Schätzverfahren

Das PLS-Schätzverfahren der Pfadmodellierung, also die Bestimmung der optimalen Parameter im Modell, insbesondere der Gewichte und Werte der Latenten Variablen soll in diesem Abschnitt beschrieben werden. Das Verfahren wurde ursprünglich von Herman Wold (1975, weitere) entwickelt und später von Lohmöller (1989) in Matrizenschreibweise übertragen und dabei geringfügig modifiziert. Der Name Partial Least Squares deutet die Funktionsweise des Algorithmus an. Das Modell wird nicht als Ganzes geschätzt, sondern partiell in iterativen Einzelschritten. Für diese partiellen Schätzungen wird vor allem die Kleinste-Quadrate-Methode (OLS) verwendet. Da die Latenten Variablen gleichzeitig sowohl das innere als auch das äußere Modell bestmöglich abbilden sollen, muss ein Ausgleich zwischen den Modellteilen gefunden werden. Nach dem Auswählen zufälliger Startwerte für die Latenten Variablen, wechselt das PLS-Verfahren iterativ zwischen Schätzungen im inneren und äußeren Modell bis sich Konvergenz der Parameter andeutet. Nachdem die Werte der Latenten Variablen bestimmt sind, werden in einem zweiten Schritt die Pfadkoeffizienten und Bestimmtheitsmaße des inneren Modells geschätzt mit OLS-Regressionen. Der Kern des PLS-Algorithmus durchläuft wiederholend folgende Prozeduren, die jeweils zwei Unterschritte beinhalten (Notation weiterhin in Anlehnung an Strohe, 1995). Die erste Prozedur findet innerhalb der äußeren Modelle statt, die zweite im inneren Modell.

0. Festlegung von passenden Startwerten (z.B. Zufallswerte) für die äußeren Gewichte \mathbf{W}^0 und damit der Startwerte der Latenten Variablen $\boldsymbol{\eta}^0$ entsprechend der Gewichtsbeziehung und anschließender Standardisierung der Latenten Variablen auf Varianz Eins und Mittelwert Null. Die Berechnung erfolgt über die bekannte Gewichtsbeziehung (2).

$$\boldsymbol{\eta}^0 = \mathbf{W}^0 \mathbf{x}$$

1. Äußere Approximation (Bildung der Latenten Variablen im äußeren Modell)

Bei jedem Durchlauf des äußeren Iterationsschritts werden neue äußere Gewichte \mathbf{W}^{neu} zwischen den Latenten Variablen $\boldsymbol{\eta}$ und ihren zugehörigen Indikatoren \mathbf{x} bestimmt. Die neuen Gewichte werden geschätzt entweder als Regres-

sionskoeffizienten der bivariaten Regression jedes einzelnen Indikators mit seiner Latenten Variablen (reflektiv, Modus A) oder als multiple Regression jeder Latenten Variablen mit ihren Indikatoren (formativ, Modus B) in der Form:

$$x_i = w_{ij}^{\text{neu}} \eta_j^{\text{neu}} + e_i^* \quad \text{für alle } i=1\dots M \text{ und } j=1\dots K \quad (\text{reflektiv}) \quad (5)$$

$$\eta_j^{\text{neu}} = w_{11}^{\text{neu}} x_1 + \dots + w_{ij}^{\text{neu}} x_i + e_j^* \quad \text{für alle } i=1\dots M \text{ und } j=1\dots K \quad (\text{formativ}) \quad (6)$$

Die Kennzeichnung der Größen mit ^{neu} deutet an, dass sie im PLS-Schätzverfahren temporär bleiben, bis das Verfahren gegen die letztendlichen Gewichte bzw. Latenten Variablen konvergiert. Die temporären Fehlerterme für den inneren Iterationsschritt werden mit e^* bezeichnet. Für das Modell in Abbildung 3 ergeben sich im reflektiven Fall neun bivariate Regressionen, für den formativen Fall vier multivariate Regressionen. Auf die Unterschiede der beiden Ansätze soll im nächsten Kapitel der Arbeit genauer eingegangen werden. Mit Hilfe der neuen äußeren Gewichte \mathbf{W}^{neu} werden neue Schätzwerte für die Latenten Variablen $\boldsymbol{\eta}^{\text{neu}}$ gebildet als Linearkombinationen ihrer Indikatoren entsprechend der Gewichtsbeziehung (2).

$$\boldsymbol{\eta}^{\text{neu}} = \mathbf{W}^{\text{neu}} \mathbf{x}$$

2. Innere Approximation (Bildung der Latenten Variablen im inneren Modell)

Für die innere Approximation werden neue Hilfsgrößen, bezeichnet als innere Gewichte, für alle direkten Verbindungen von Latenten Variablen im Pfaddiagramm bestimmt. Für jeden Pfeil im Pfaddiagramm existiert also ein inneres Gewicht, welches nach verschiedenen Gewichtungsschemen, wie Zentroid-, Pfad- oder Faktorgewichtung gebildet werden kann. Die innere begrenzte Gewichtungsmatrix \mathbf{R}^* kann die Korrelationen aus der temporären Korrelationsmatrix \mathbf{R} der Latenten Variablen beinhalten mit den Einzelkorrelationen r_{ij} , welches der Faktorgewichtung entspricht. Die Beschränkung von \mathbf{R}^* erfolgt gemäß Strohe über die Designmatrix \mathbf{D}_B , welche im Aufbau ihrer Elemente der Koeffizientenmatrix \mathbf{B} entspricht und aus den Elementen Null und Eins besteht für die Ab- oder Anwesenheit einer Verbindung der entsprechenden Latenten Variablen. Die elementweise Multiplikation von Matrizen wird mit \otimes gekennzeichnet. Für die Bestimmung der inneren Gewichtungsmatrix \mathbf{R}^* in dem Bei-

spiel in Abbildung 3 gelten bei einer Faktorgewichtung folgende Zusammenhänge.

$$\mathbf{R}^* = (\mathbf{D}_B + \mathbf{D}'_B) \otimes \mathbf{R} \quad (7)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & r_{13} & 0 \\ 0 & 0 & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & 0 & r_{34} \\ 0 & r_{42} & r_{43} & 0 \end{bmatrix} = \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \right) \otimes \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} \end{bmatrix}$$

Unter Verwendung der inneren Gewichte \mathbf{R}^* werden neue Schätzwerte für die Latenten Variablen gebildet als Linearkombinationen aller Latenten Umgebungsvariablen, also ihrer im Pfaddiagramm direkt verbundenen Latenten Variablen. Die inneren Gewichtungsbeziehungen entsprechen den Pfadverbindungen in Abbildung 3.

$$\boldsymbol{\eta}^{\text{neu}} = \mathbf{R}^* \boldsymbol{\eta} \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} \eta_1^{\text{neu}} \\ \eta_2^{\text{neu}} \\ \eta_3^{\text{neu}} \\ \eta_4^{\text{neu}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & r_{13} & 0 \\ 0 & 0 & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & 0 & r_{34} \\ 0 & r_{42} & r_{43} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \\ \eta_4 \end{bmatrix}$$

$$\eta_1^{\text{neu}} = r_{13} \eta_3$$

$$\eta_2^{\text{neu}} = r_{23} \eta_3 + r_{24} \eta_4$$

$$\eta_3^{\text{neu}} = r_{31} \eta_1 + r_{32} \eta_2 + r_{34} \eta_4$$

$$\eta_4^{\text{neu}} = r_{42} \eta_2 + r_{43} \eta_3$$

Mit den neu gewonnenen Werten der Latenten Variablen $\boldsymbol{\eta}^{\text{neu}}$ wird im nächsten Iterationsschritt wieder die *äußere Approximation* begonnen. Die beiden beschriebenen Iterationsschritte werden so lange durchlaufen, bis sich die äußeren Gewichte und damit die Zahlenwerte der Latenten Variablen nicht mehr deutlich ändern und diese somit konvergieren. Das PLS-Schätzverfahren basiert

also im äußeren Modell auf einer Reihe wiederholter linearer Regressionen und im inneren Modell auf dem Austausch der Werte der Latenten Variablen untereinander, damit die Latenten Variablen an das äußere und innere Modell angepasst werden.

Nach Konvergenz des iterativen Algorithmus werden in einer zweiten Stufe mit den endgültigen Werten der Latenten Variablen lineare OLS-Regressionen durchgeführt gemäß den Gleichungen aus den Strukturbeziehungen des inneren Modells (1), um die Pfadkoeffizienten \mathbf{B} und Bestimmtheitsmaße R^2 zu erhalten.

$$\boldsymbol{\eta} = \mathbf{B}\boldsymbol{\eta} + \mathbf{u}$$

Es bestehen geringfügige Unterschiede zwischen dem originalen PLS-Algorithmus von Herman Wold und den Modifikationen von Jan-Bernd Lohmöller (1989). Die bisherige Darstellung des PLS-Verfahrens basiert auf den Modifikationen von Lohmöller. Der Vorteil seiner Modifikationen besteht laut Henseler (2010, S. 112) unter anderem in der Möglichkeit der effizienten Notation und Berechnung über Matrixalgebra. Aus diesem Grund nutzen die meisten PLS-Programme wie Lohmöllers LVPLS (1987) und SmartPLS (Ringle et al., 2007) die modifizierte Version. Lohmöllers Algorithmus berechnet in der inneren Approximationsstufe die Werte der Latenten Variablen $\boldsymbol{\eta}^{(i)}$ im Iterationsschritt i ausschließlich mit den Werten $\boldsymbol{\eta}^{(i-1)}$ aus der vorherigen Iterationsstufe über das entsprechende Gewichtungsschema f .⁴³ Wolds originaler Algorithmus berechnet die Werte der Latenten Variablen $\boldsymbol{\eta}^{(i)}$ mit den Werten $\boldsymbol{\eta}^{(i-1)}$ und $\boldsymbol{\eta}^{(i)}$ der Iterationsstufe $i-1$ und i .⁴⁴

Die Berechnungen in dieser Arbeit basieren auf der Version von Lohmöller, auch die späteren dynamischen Erweiterungen DPLS und eDPLS folgen Lohmöllers Modifikationen. Tabelle 2 verdeutlicht den Unterschied der beiden Varianten mit drei Latenten Variablen.

⁴³ Mit demselben Symbol f können der Einfachheit halber unterschiedliche Funktionen bezeichnet werden.

⁴⁴ Vgl. Henseler (2010, S. 112).

Tabelle 2: Vergleich PLS-Algorithmus von Wold und Lohmöller

Iterationsstufe	Lohmöllers Algorithmus	H. Wolds Algorithmus
$i-1$	$\eta_1^{(i-1)}, \eta_2^{(i-1)}, \eta_3^{(i-1)}$	$\eta_1^{(i-1)}, \eta_2^{(i-1)}, \eta_3^{(i-1)}$
i	$\eta_1^{(i)} = f(\eta_1^{(i-1)}, \eta_2^{(i-1)}, \eta_3^{(i-1)})$	$\eta_1^{(i)} = f(\eta_1^{(i-1)}, \eta_2^{(i-1)}, \eta_3^{(i-1)})$
	$\eta_2^{(i)} = f(\eta_1^{(i-1)}, \eta_2^{(i-1)}, \eta_3^{(i-1)})$	$\eta_2^{(i)} = f(\eta_1^{(i)}, \eta_2^{(i-1)}, \eta_3^{(i-1)})$
	$\eta_3^{(i)} = f(\eta_1^{(i-1)}, \eta_2^{(i-1)}, \eta_3^{(i-1)})$	$\eta_3^{(i)} = f(\eta_1^{(i)}, \eta_2^{(i)}, \eta_3^{(i-1)})$
	$\eta_1^{(i)}, \eta_2^{(i)}, \eta_3^{(i)}$	$\eta_1^{(i)}, \eta_2^{(i)}, \eta_3^{(i)}$

Quelle: Henseler (2010, S. 112) mit Anpassung der Variablenbezeichnung.

Die zentralen **statistischen Eigenschaften** der PLS-Schätzungen, wie Erwartungstreue, Konsistenz, Teststärke, Konvergenz etc. werden seit etlichen Jahren in der Literatur untersucht. Dafür wurden vor allem Monte-Carlo-Simulationsstudien erstellt, so dass die erhaltenen Aussagen zwangsläufig nur bestimmte Teilaspekte umfassen und nicht den Anspruch einer allgemeingültigen Aussagekraft haben. Zu den Studien, welche explizit PLS, neben kovarianzbasierten Verfahren untersuchen, zählen Hui und Wold (1982) sowie Goodhue et al. (2006).⁴⁵ Für die Simulationen wurden meist Stichprobengröße sowie Anzahl und Verteilung der Ladungen der Indikatoren variiert.

Chin (1998c) simulierte ein einfaches Strukturgleichungsmodell mit zwei Latenten Variablen mit je zwei reflektiven Indikatoren bei wenigen Beobachtungen. Dabei schätzte PLS den Pfadkoeffizienten wesentlich besser als LISREL. Diese einfachen Formen der Untersuchung sind zumindest ein Hinweis für weiterführende Aussagen zur Leistungsfähigkeit der Verfahren. Die Veröffentlichungen von Chin zählen zu den meist zitierten Werken der PLS-Literatur und haben entsprechenden Einfluss auf den Meinungsbildungsprozess in der Forschergemeinschaft.

⁴⁵ Vgl. Reinartz et al. (2009, S. 8), weitere aufgeführte Studien sind Areskoug (1982), Balderjahn (1986), Babakus et al. (1987), Sharma et al. (1989), Marsh et al. (1998), Cas-sel et al. (1999), Chin und Newsted (1999), Chen et al. (2001).

Die bisher umfangreichste Simulationsstudie von Reinartz, Haenlein und Henseler (2009) untersuchte Konsistenz und Genauigkeit der PLS-Schätzungen im Vergleich zu kovarianzbasierten Strukturgleichungsmodellen (Kovar-SGM) wie LISREL.⁴⁶ Als inneres Modell wurden sechs Latente Variable gebildet in einem System von fünf Einzelgleichungen mit neun Pfadkoeffizienten. Die Anzahl der reflektiven Indikatoren wurde variiert zwischen 2, 4, 6 und 8 pro Latenter Variable. Die simulierten Stichprobengrößen umfassen 100, 250, 500, 1.000 und 10.000 Beobachtungen und damit für die Ökonometrie recht hohe Werte. Die Ladungen (Korrelationen) der Indikatoren wurden in drei Stufen niedrig, mittel und hoch (0,5; 0,7; 0,9) simuliert, ebenso die Schiefe und Wölbung der Verteilung in drei Stufen. Damit ergeben sich letztendlich 240 Modellszenarien, wobei jedes 200-mal simuliert wurde, also insgesamt 48.000 Modellschätzungen. Das Ergebnis der Untersuchung legt zunächst nahe, dass die kovarianzbasierten Verfahren Vorteile gegenüber PLS bieten in Bezug auf Konsistenz und Genauigkeit, also unverzerrte Schätzungen der wahren (und in der Simulation bekannten) Parameter der Grundgesamtheit.⁴⁷ Ein Blick in die detaillierten Ergebnisse relativiert diese Aussagen allerdings deutlich, denn PLS bietet deutlich genauere Schätzergebnisse für kleine und mittlere Stichprobengrößen unter 250–500 Beobachtungen sowie für wenige und gering ladende Indikatoren.

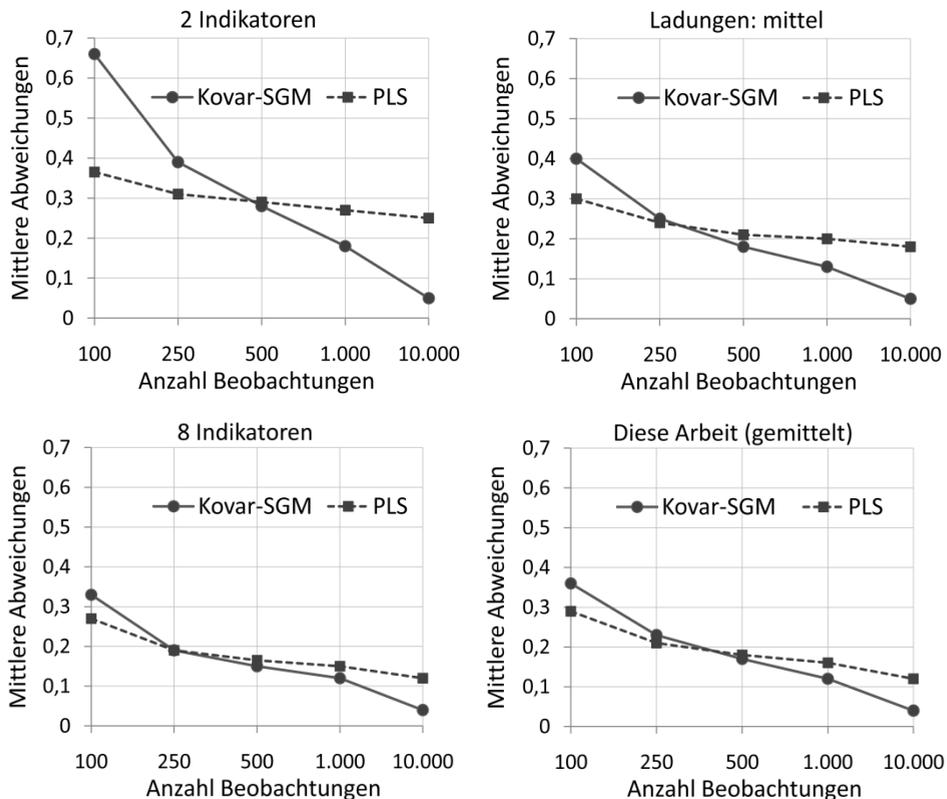
Abbildung 4 verdeutlicht die Anpassungsverläufe für verschiedene Modellszenarien und Stichprobengrößen in der vorherigen Studie von Reinartz et al. Es ist zu erkennen, dass kovarianzbasierte Strukturgleichungsmodelle (Kovar-SGM) asymptotisch konsistente Schätzungen liefern, also für steigende Stichprobengrößen genauere Schätzungen der Parameter der Grundgesamtheit er-

⁴⁶ Reinartz et al. (2009, S. 2) erläutern dazu: „parameter consistency and ... parameter accuracy“.

⁴⁷ Reinartz et al. (2009, S. 2) erläutern dazu: „We show that justifying the choice of PLS due to a lack of assumptions regarding indicator distribution and measurement scale is often inappropriate, as CBSEM proves extremely robust with respect to violations of its underlying distributional assumptions. Additionally, CBSEM clearly outperforms PLS in terms of parameter consistency and is preferable in terms of parameter accuracy as long as the sample size exceeds a certain threshold (250 observations). Nevertheless, PLS analysis should be preferred when the emphasis is on prediction and theory development, as the statistical power of PLS is always larger than or equal to that of CBSEM; already, 100 observations can be sufficient to achieve acceptable levels of statistical power given a certain quality of the measurement model.“.

zielen. Für PLS scheint dies nur zu gelten unter der Bedingung *consistency at large*, also für steigende Stichproben und eine steigende Anzahl an Indikatoren. PLS startet für kleine Stichproben stets genauer, wird für 250–500 Beobachtungen überholt von Kovar-SGM und liefert auch bei sehr vielen Beobachtungen teils deutliche Verzerrungen. Für den ungünstigen Fall von nur zwei Indikatoren pro Latenter Variable oder geringer Ladung von 0,5 liefert PLS zunächst deutlich genauere Schätzungen mit ca. der Hälfte an mittlerer relativer Abweichung ggü. Kovar-SGM. Erst ab ca. 500 Beobachtungen überholen die Kovar-SGM in diesem Szenario PLS aufgrund besserer Konsistenzeigenschaften.

Abbildung 4: Vergleich Genauigkeit PLS vs. Kovar-SGM (LISREL)



Quelle: Reinartz et al. (2009, S. 29) und eigene Berechnungen

Im zweiten Szenario mit Ladungen mittlerer Stärke von 0,7 flacht der Verlauf der Anpassungskurven ab, wobei sich ca. 250 Beobachtungen als Übergangswert der beiden Verfahren ergeben. Für ein drittes Szenario mit acht Indikatoren pro Latenter Variable bieten beide Verfahren einen sehr ähnlichen und guten Anpassungsverlauf, so dass für optimale Bedingungen die Verfahren als beinahe gleichwertig betrachtet werden können.

Auffällig ist allerdings die Größe der mittleren Abweichungen, welche laut Reinartz et al. selbst für vermeintlich gute Voraussetzungen noch 20 Prozent und mehr beträgt.⁴⁸ Der untersuchte Modellaufbau mit seinen fünf Gleichungen im inneren Modell unterscheidet sich allerdings deutlich von dieser Arbeit mit einem inneren Eingleichungsmodell, so dass die Ergebnisse nicht zwangsläufig vollständig übertragbar sind. In dieser Arbeit werden zwischen 200–250 Beobachtungen genutzt, bei durchschnittlich 3–9 Indikatoren pro Latenter Variable mit mittleren bis sehr hohen Ladungen, so dass tendenziell beide Verfahren anwendbar wären. Allerdings sind die Beobachtungen, wie bei Zeitreihen üblich, nicht unabhängig, sondern hoch autokorreliert, so dass dies wahrscheinlich äquivalent weniger Beobachtungen entspricht, ohne dass dieser Effekt genauer quantifiziert werden kann. Somit ist PLS letztendlich das Verfahren der Wahl. Die vierte Graphik in Abbildung 4 verdeutlicht die Anpassungsverläufe für ein Szenario, welches dieser Arbeit ähnlich ist mit Hilfe einer Mittelung vergleichbarer Szenarien (eigene Berechnungen) als grobe Annäherung.

Die Frage nach der zuverlässigen **Konvergenz** des PLS-Algorithmus ist seit Jahrzehnten nicht eindeutig geklärt, obwohl insbesondere in den letzten Jahren neue Erkenntnisse gewonnen wurden. Die Partialität des iterativen Algorithmus erschwert die mathematische Ableitung allgemeingültiger Aussagen zur Konvergenz. Laut Tenenhaus und Vinzi (2005) war die Konvergenz in der Praxis bisher immer bestätigt worden, aber mathematisch bewiesen nur für den Spezialfall mit zwei Blöcken bzw. Latenten Variablen.⁴⁹ Für diesen Fall überschneiden sich PLS-Regression und PLS-Pfadmodellierung und Konvergenz und Ergebnisse

⁴⁸ Vgl. Reinartz et al. (2009, S. 24 ff) für eine umfassendere Ergebnistabelle und eine ausführlichere Erläuterung der Berechnung der Abweichungen.

⁴⁹ Tenenhaus und Vinzi (2005, S. 169) erläutern dazu: „[convergence is] guaranteed only for the two-block case, but practically always encountered in practice even with more than two blocks“, zitiert aus Henseler (2010, S. 108).

des PLS-Algorithmus wären bekannt.⁵⁰ Je nach Spezifikation reduziert sich das PLS-Verfahren dann zu einer verallgemeinerten Kanonischen Korrelation, einer multiplen Faktorenanalyse oder einer Redundanzanalyse.⁵¹ Hanafi (2007) bestätigt mit seinen Forschungsarbeiten zunächst, dass Konvergenz des PLS-Algorithmus in der Praxis bisher immer auftrat.⁵² Ein Vorteil von Wolds ursprünglichem Verfahren sind die Monotonie-Eigenschaften. Hanafi (2007) beweist nach eigenen Aussagen, dass Wolds Algorithmus für Modus B, also alle Latenten Variablen formativ gebildet, mit Centroid- oder Faktorgewichtung monoton konvergiert, auch für mehr als zwei Blöcke bzw. Latente Variable. Zudem soll Wolds Verfahren schneller konvergieren als Lohmöllers Version.⁵³ Die genannten Ergebnisse bedeuten für die praktische Arbeit zunächst einen geringen Erkenntnisgewinn, da diese speziellen Modellspezifikationen eher selten genutzt werden.

Henseler (2010) veröffentlichte erstmals im Rahmen einer umfangreichen Monte-Carlo Simulation sechs Datensätze aus 3.000 geschätzten Simulationen, für die der PLS-Algorithmus bei wenigen Spezifikationen nicht konvergiert. Untersucht wurde ein relativ kleines PLS-Modell mit drei Latenten Variablen mit jeweils zwei reflektiven Indikatoren mit 20 und 50 Beobachtungen. Nichtkonvergenz trat nur bei Faktor- und Pfadgewichtung auf. Tatsächlich konnte Konvergenz durch andere Startwerte der äußeren Gewichte hergestellt werden, so dass letztendlich kein praktisches Anwendungsproblem entstand. Die Konvergenz ist somit weiterhin fast immer realisierbar in der Praxis.

Tabelle 3 fasst den aktuellen Forschungsstand zur Konvergenz zusammen. Für die gegebenen Spezifikationen gilt Konvergenz des PLS-Algorithmus entweder als bewiesen, als zumindest praktisch nicht widerlegt oder mit belegbaren Einzelfällen, die zum Teil nicht konvergieren (z.T. n. konv.). Unterstrichen sind die relevanten Spezifikationen, welche in dieser Arbeit vorkommen. Im Laufe dieser Arbeit wurden letztendlich Hunderte von PLS-Modellen in zahlreichen Variationen geschätzt mit augenscheinlich zuverlässiger Konvergenz, so dass (glücklicherweise) in diesem Kontext kein zusätzlicher Forschungsbeitrag entsteht.

⁵⁰ Vgl. Garthwaite (1994), zitiert aus Henseler (2010, S. 112).

⁵¹ Vgl. Henseler (2010, S. 112).

⁵² Hanafi (2007, S. 280) erläutert dazu: „*convergence ... is always verified in practice*“, zitiert aus Henseler (2010, S. 108).

⁵³ Vgl. Hanafi und Qannari (2005) und Hanafi (2007), zitiert aus Henseler (2010, S. 112).

Nichtkonvergenz ist in der Statistik ein bekanntes Problem bestimmter Algorithmen, welches auch in der Faktorenanalyse oder LISREL auftreten kann.⁵⁴

Tabelle 3: Konvergenz der PLS-Pfadmodellierung

Algorithmus	Gewichtung	Zwei LV		Mehr als zwei LV	
		refl. oder form.	reflektiv	formativ	gemischt
H. Wold	Centroid	bewiesen	praktisch	bewiesen	praktisch
	Faktor	bewiesen	praktisch	bewiesen	praktisch
	Pfad	bewiesen	praktisch	praktisch	praktisch
Lohmöller	Centroid	bewiesen	praktisch	praktisch	praktisch
	Faktor	bewiesen	<u>z.T. n. konv.</u>	praktisch	<u>praktisch</u>
	Pfad	bewiesen	z.T. n. konv.	praktisch	praktisch

Quelle: Henseler (2010, S. 118), mit Ergänzungen.

Zusammenfassend gilt, dass die Schätzungen im PLS-Verfahren auf einem partiellen, iterativen Algorithmus basieren. In der äußeren Approximationsstufe werden wiederholt lineare Regressionen durchgeführt, in der inneren Approximationsstufe erfolgt ein Austausch der Werte der Latenten Variablen nach Gewichtungsschemen. Die Latenten Variablen sollen somit sowohl das innere als auch das äußere Modell sinnvoll abbilden. Nach Konvergenz werden in einer zweiten Stufe die Pfadkoeffizienten und Bestimmtheitsmaße im inneren Modell mit OLS geschätzt. Die Konvergenz des PLS-Algorithmus ist praktisch immer gegeben. Simulationsstudien haben ergeben, dass die Genauigkeit der PLS-Parameterschätzungen für Stichproben unter 250–500 Beobachtungen höher ist als bei vergleichbaren kovarianzorientierten Verfahren wie LISREL. Die PLS-Schätzungen sind wahrscheinlich konsistent für steigende Stichprobengrößen in Verbindung mit einer steigenden Anzahl an Indikatoren (= *consistency at large*). Die Schätzer nähern sich also unter solch guten Bedingungen den wahren Parametern der Grundgesamtheit an.

⁵⁴ Vgl. Henseler (2010, S. 115). Einige meiner Testmodelle mit SPSS-Amos zeigten unplausible Schätzergebnisse, wie Korrelationen größer Eins. Möglicherweise ist der Datenumfang von ca. 230 zu klein für zuverlässige Kovar-SGM.

2.2.4 Reflektive und formative Latente Variable

Bei PLS-Modellen besteht die Möglichkeit, die Latenten Variablen reflektiv (Modus A) oder formativ (Modus B) zu bilden und damit die Art des Zusammenhangs zu den Indikatoren zu bestimmen. In diesem Abschnitt soll erläutert werden, welche Bedeutung diese Varianten implizieren und nach welchen Kriterien die Wahl getroffen werden kann. Die Entscheidung ist Teil der Modellspezifikation und kann die Ergebnisse und Interpretationen deutlich verändern. Es ist zudem möglich, innerhalb eines PLS-Modells sowohl reflektive als auch formative Latente Variable zu bilden (gemischt, Modus C). In dieser Arbeit werden reflektive und gemischte Modellvarianten genutzt.

Die passende Modellwahl der Latenten Variablen ist Teil eines anhaltenden Diskurses in der Literatur. In der Vergangenheit dominierten die rein reflektiven Latenten Variablen. Diese häufig getroffene Annahme trifft allerdings auf Kritik.⁵⁵ In der Literatur wurden zahlreiche Schemen entwickelt, um die Wahl der Spezifikation für den Anwender zu erleichtern. Im Kern basieren diese Empfehlungen auf ähnlichen Grundgedanken. Eine exakte Entscheidung für formative bzw. reflektive Latente Variable ist allerdings häufig nicht eindeutig möglich.⁵⁶ Tabelle 4 gibt einen Überblick einiger Aussagen aus der Literatur.

Es ist möglich, die Argumentationslinien in inhaltliche Argumente und datenorientierte Argumente zu trennen. Auf der inhaltlichen Seite steht die Kernfrage, ob die Latente Variable als solche existiert und durch ihre Indikatoren nur *reflektiert*, also gemessen wird oder eine neu geschaffene *Formation* ihrer Indikatoren ist. Damit wird eine Kausalität der Beziehungsrichtung angenommen, im reflektiven Fall verursacht die Latente Variable ihre Indikatoren, im formativen Fall ist dies umgekehrt. Die Indikatoren sollten für eine einzelne reflektive Latente Variable austauschbar sein ohne dass sich eine systematische Änderung des Gesamtkonstrukts ergibt, da die Indikatoren lediglich eine (fehlerbe-

⁵⁵ Bollen (1989, S. 65) erläutert dazu „*Most researchers in the social sciences assume that indicators are effect [=reflective] indicators. Cause [=formative] indicators are neglected despite their appropriateness in many instances*“, zitiert aus Eberl (2004, S. 2).

⁵⁶ Jarvis et al. (2003, S. 203) erläutern dazu: „*Of course, it is possible that researchers may have difficulty in answering some of the questions, or the answers may be contradictory*“, zitiert aus Eberl (2004, S. 2, 17).

haftete) Messung darstellen. Die Austauschbarkeit gilt unter der Einschränkung, dass die Fehlerbehaftung für die Indikatoren vergleichbar ist. In diesem Fall sollte sich eine Veränderung der Latenten Größen, unter Vernachlässigung von Mess- und Zufallsfehlern, in allen Indikatoren gleichmäßig widerspiegeln. Entsprechend sollen alle Indikatoren deutlich miteinander korreliert sein.⁵⁷

Tabelle 4: *Entscheidungskriterien für reflektive oder formative Latente Variable*

Autoren	Kriterien
Fornell und Bookstein (1982, S. 292)	Sind die Indikatoren des Konstrukts [LV] eher als Realisationen eines Faktors zu betrachten, der etwas Beobachtetes zur Folge hat [= refl] oder ist das Konstrukt als erklärende Kombination von Indikatoren konzipiert [= form]? Ist das Konstrukt eine hinter der beobachteten Variable stehende Erklärung [= refl] oder eine erläuternde Kombination aus den Beobachteten [= form]?
Bagozzi (1984, S. 331 f.)	Messen die Indikatoren einer Latenten Variable alle das Gleiche im engeren Sinne [= refl]? Ergibt sich die Bedeutung des Konstrukts [LV] aus der Bedeutung der Indikatoren [= form]?
MacCallum, Browne (1993, S. 533)	Repräsentieren die Items eher Konsequenzen [= refl] oder Ursachen [= form] des zugehörigen latenten Konstrukts?
Chin (1998 b, S. 9)	Eine notwendige Bedingung ist, dass eine Änderung in einem Indikator zwangsläufig zu einer Änderung der anderen Indikatoren derselben Latenten Variablen führt [= refl].
Jarvis et al. (2003, S. 203)	Sind die Indikatoren eines latenten Konstrukts untereinander beliebig austauschbar [= refl]?

Quelle: Eberl (2004, S. 18), gekürzt, teils übersetzt, (refl = reflektiv, form = formativ).

Die theoretischen Gedankengänge liefern nicht immer eine eindeutige Antwort für die Problemstellung, so dass Bedarf an objektiveren Kriterien besteht. Bei einer datenorientierten Argumentation wird vor allem die Korrelation der Indikatoren untersucht. Wenn die Indikatoren für eine einzelne reflektive Latente Variable austauschbar sein sollen, so müssen die Indikatoren untereinander hoch korreliert sein. Dies kann als Qualitätskriterium für die Indikatoren ge-

⁵⁷ Vgl. Eberl (2004, S. 1–7), welcher diese Gedanken der Literatur zusammenfasst.

nutzt werden. Geringe Korrelationen können als Hinweise auf formative Beziehungen oder hohe reflektive Messfehler gewertet werden. Ein Beispiel für typische reflektive Beziehungen sind Stimmungen und Erwartungen, welche durch vergleichbare Indikatoren wie Umfrageergebnisse verschiedener Institute approximiert werden.

Die Unterscheidung in reflektive und formative Latente Variable hat auf die reine PLS-Modellstruktur keinen Einfluss, die Gewichts- und Ladungsbeziehungen bleiben erhalten, allerdings ändert sich die Art der Schätzung und Interpretation der Gewichte und Ladungen.⁵⁸

Abbildung 5: *Reflektive Latente Variable*

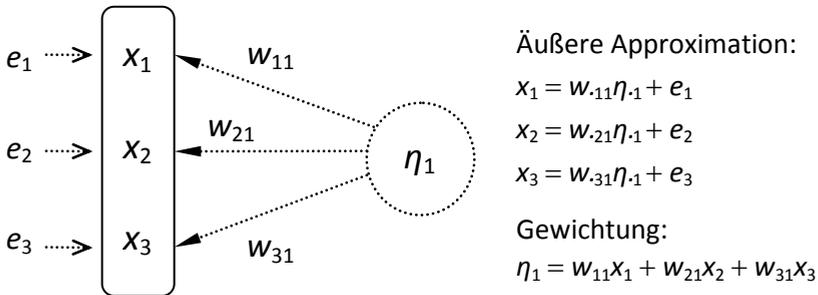


Abbildung 5 gibt einen schematischen Überblick einer reflektiven Latenten Variablen. Die drei Indikatoren x_i sind Funktionen der zugehörigen Latenten Variable η_1 und die Gewichte w_{i1} werden in der äußeren Approximationsstufe temporär geschätzt (als w_{\cdot} und η_{\cdot} gekennzeichnet) als Regressionskoeffizienten der drei bivariaten Regressionen jedes Indikators mit seiner Latenten Variablen. Die

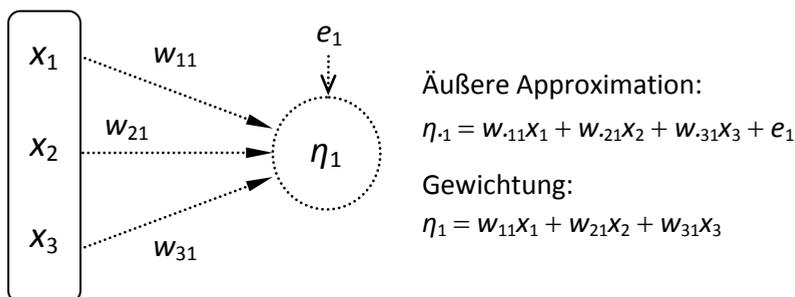
⁵⁸ Die inhaltliche Interpretation der reflektiven und formativen LV ist in der Literatur nicht immer eindeutig. Die erste Ebene der Betrachtung ist die inhaltliche Frage, ob die Indikatoren die LV reflektieren oder formen (reflektiv vs. formativ). Als zweite Ebene kann betrachtet werden, ob die LV als konkrete Daten aus ihren Indikatoren gebildet werden oder die Analyse nur abstraktere Kovarianzstrukturen betrachtet (daten- vs. kovarianzorientiert). Die beiden Ebenen werden in der Literatur häufig vermischt, so dass reflektiven LV in PLS ein formativer Charakter unterstellt wird, da sie immer fehlerfrei als gewichtete Summe ihrer Indikatoren gebildet werden. Im Anfang war allerdings die Hauptkomponente und sie war reflektiv auf der ersten Betrachtungsebene und nutzte konkrete Daten als zweite Ebene.

temporären Fehlerterme der jeweiligen Indikatoren für diesen Iterationsschritt werden mit e_i bezeichnet. Die Richtung der Pfeile im Pfaddiagramm verdeutlicht den angenommenen Ursache-Wirkungs-Zusammenhang. In jedem Iterationsschritt werden neue Gewichte bestimmt bis sich Konvergenz des Schätzverfahrens andeutet.

Formative Latente Variable fanden bisher weniger Beachtung in der Literatur. Diese Spezifikation sollte angewandt werden, wenn die Latente Variable erst durch ihre Indikatoren entsteht bzw. *formiert* wird. Die Richtung der Kausalität wird demnach von den Indikatoren zur Latenten Variablen angenommen. Eine Änderung der Werte der Latenten Variablen muss sich nicht zwangsläufig in allen Indikatoren widerspiegeln, entsprechend müssen die Indikatoren nicht untereinander korreliert sein. Wenn also mehrere weitgehend unabhängige Indikatoren zusammengefasst werden, so ist eine formative Spezifizierung angebracht. Das Hinzufügen oder Entfernen eines Indikators verändert die Bedeutung und Interpretation der Latenten Variablen.⁵⁹

Neben der inhaltlichen Argumentation besteht aus datenorientierter Sicht ein Problem mit hoch korrelierten Indikatoren, da die formative Bestimmung der Gewichte über eine multiple Regression erfolgt. Die entstehende Multikollinearität beeinflusst die Schätzungen der Gewichte. Im Extremfall nahezu perfekter Multikollinearität kann sogar eine Unlösbarkeit des Schätzverfahrens auftreten. Dies kann als ein Grund für die Dominanz reflektiver Latenter Variablen gewertet werden, da diese Probleme in dem Fall nicht auftreten können. Abbildung 6 zeigt schematisch den Aufbau einer formativen Latenten Variablen.

Abbildung 6: Formative Latente Variable



⁵⁹ Vgl. Eberl (2004, S. 18) mit Ausführungen weiterer Autoren.

Die temporären Gewichte w_{ij} werden geschätzt über eine einzelne multiple Regression mit der Latenten Variablen η_j als abhängiger Variable von ihren Indikatoren x_i . Der temporäre Fehler e_1 tritt nur einmal auf und wird der Latenten Variablen angelastet. Die Korrelationen zwischen den Indikatoren beeinflussen die Gewichte und damit die Formierung der Latenten Variablen. Tabelle 5 beinhaltet eine Zusammenfassung der genannten Eigenschaften.

Tabelle 5: *Reflektive vs. formative Latente Variable*

	reflektive Latente Variable	formative Latente Variable
Ursache-Wirkung	Indikatoren reflektieren LV (Ursache = LV)	Indikatoren formen LV (Ursache = Indikatoren)
Verbreitung	weit verbreitet	wenig verbreitet
Indikatoren	möglichst viele, möglichst hoch korreliert, untereinander austauschbar	begrenzte Anzahl, hohe Korrelationen problematisch, nicht beliebig austauschbar
PLS-Schätzung	mehrere bivariate Regressionen	einzelne multivariate Regression
Bewertungs- verfahren	etablierte Verfahren, mittlere erklärte Varianz, Faktorreliabilität etc.	keine etablierten Verfahren, qualitative Beurteilung

In dieser Arbeit werden für die Wahl zwischen reflektiven und formativen Beziehungen folgende Entscheidungsregeln angewandt:

1. Falls die Indikatoren einer Latenten Variablen hoch korreliert sind, wird ein reflektiver Zusammenhang unterstellt, um Probleme der Multikollinearität bei formativen Spezifikationen zu vermeiden. Bei niedriger Korrelation kann ein originärer formativer Zusammenhang bestehen oder ein reflektiver mit großen Messfehlern.
2. Sollte die Datenbetrachtung keine eindeutigen Ergebnisse hervorbringen, so muss inhaltlich argumentiert werden anhand der genannten Empfehlungen der Literatur.
3. Falls die Datenuntersuchung und die inhaltliche Betrachtung kein eindeutiges Ergebnis hervorbringen, so wird aus Gründen der Vergleichbarkeit und der besseren Bewertungsverfahren eine reflektive Beziehung unterstellt.

Eine Metastudie von Eberl (2004) untersuchte 47 Artikel mit Strukturgleichungsmodellen im *Journal of Marketing* von 1999 bis 2003 hinsichtlich der korrekten Modellspezifikation der Latenten Variablen. Von den 47 Artikeln enthielten 13 keine ausreichenden Angaben, in den verbleibenden 34 Artikeln wurde in nur fünf Fällen auf eine mögliche Unterscheidung zwischen formativen oder reflektiven Latenten Variablen eingegangen. Insgesamt konstruierten die untersuchten Autoren 353 Latente Variable, von denen 308 (87 Prozent) korrekt als reflektiv und 6 (1,7 Prozent) korrekt als formativ spezifiziert wurden. In 39 Fällen (11 Prozent) wurde eine eigentlich formative Latente Variable fälschlicherweise reflektiv gebildet. Der umgekehrte Fehler, also eine eigentlich reflektive Variable fehlerhaft formativ zu spezifizieren, trat nicht auf. Die Dominanz der reflektiven Modelle scheint zumindest im Bereich des Marketings gerechtfertigt, da tatsächlich häufig reflektive Zusammenhänge bestehen. Die Fehlerquote beträgt rund 11 Prozent und entsteht ausschließlich durch Vernachlässigung der formativen Latenten Variablen. Eine weitere Frage der Metastudie war die verwendete Software. In den 34 Artikeln verwendeten 18 Autoren LISREL, 6 EQS, 4 sonstige Programme und 6 gaben keine Angabe.⁶⁰

Zusammenfassend gilt, dass Latente Variable reflektiv oder formativ gebildet werden können. Auf inhaltlicher Seite steht die Kernfrage, ob die Latente Variable als solche existiert und durch ihre Indikatoren nur reflektiert also gemessen wird oder eine neu geschaffene Formierung ihrer Indikatoren ist. Damit wird eine Kausalität der Beziehungsrichtung angenommen. Im reflektiven Fall verursacht die Latente Variable ihre Indikatoren, im formativen Fall ist dies umgekehrt. Reflektive Indikatoren sollten möglichst hoch untereinander korreliert sein. Die passende Modellspezifizierung beeinflusst die Schätzung und Interpretation der Gewichte und ist Teil eines Diskurses in der Literatur. PLS hat die Besonderheit, dass in beiden Fällen die Latenten Variablen als gewichtet Summe ihrer Indikatoren berechnet werden, also einen konkreteren komponentenhaften Charakter haben. In dieser Arbeit werden überwiegend reflektive Latente Variable gebildet mit wenigen Ausnahmen, dies entspricht auch dem Standard in der Forschung.

⁶⁰ Vgl. Eberl (2004, S. 21–24). Eine zweite dort aufgeführte Studie von Eggert und Fassott (2003) im deutschsprachigen Raum ergab auf eine wesentlich höhere Fehlerquote bezüglich formativer LV, die fehlerhaft reflektiv gebildet wurden.

2.2.5 Modellbewertung und Testverfahren

Nachdem alle Parameter eines PLS-Modells geschätzt sind, kann die Modellbewertung über zahlreiche Kennzahlen und Testverfahren erfolgen, die im Laufe der Forschung entwickelt wurden. In der Literatur findet sich bisher kein eindeutiger Konsens für ein spezifisches Vorgehen zur Modellbeurteilung, ausführliche Vorschläge finden sich unter anderem bei Chin (1989b) und Tenenhaus et al. (2005). Die Ausführungen zu den Bewertungsmethoden in diesem Abschnitt basieren primär auf den Empfehlungen von Henseler, Ringle und Sinkovics (2009) sowie Ringle (2004), wobei sich auf relevante Bewertungsverfahren für diese Arbeit konzentriert wird.

Die Bewertung eines PLS-Modells zergliedert sich in die Bewertung der Teilmodelle, also der reflektiven und formativen äußeren Modelle der Latenten Variablen und des inneren Strukturmodells mit jeweils spezifischen Bewertungsverfahren. Aus den Teilbewertungen kann eine primär qualitative Beurteilung des Gesamtmodells abgeleitet werden, welche auch mit experimentellen Kennzahlen unterlegt werden kann. Die Stabilität der Schätzparameter lässt sich über Resampling-Verfahren wie Jackknifing, Bootstrapping oder Blindfolding prüfen in Anlehnung an klassische Signifikanztests, wie den t-Test der Regressionskoeffizienten.⁶¹ Die (D)PLS-Modelle in dieser Arbeit besitzen drei spezifische Eigenschaften. Die inneren Modelle bestehen aus nur einer einzelnen Regressionsgleichung, die Indikatoren für die Latenten Variablen sind häufig sehr hoch untereinander korreliert und diese Arbeit zielt primär auf ein wirtschaftswissenschaftliches Publikum. Diese Besonderheiten werden bei der Auswahl der passenden Bewertungsverfahren berücksichtigt.

Zur Beurteilung reflektiver Latenter Variablen können aus der Faktorenanalyse bekannte Verfahren genutzt werden. Es ist zunächst sinnvoll zu prüfen, ob die Gewichte w_{ij} und Ladungen (Korrelationen) ρ_{ij} der Indikatoren inhaltlich die angenommenen Zusammenhänge mit ihren Latenten Variablen η_j abbilden. Die Ladungen geben an, wie gut die Latenten Variablen durch ihre Indikatoren abgebildet werden, als Empfehlung werden Werte über 0,5 oder über 0,7 gege-

⁶¹ Eine kurze Einführung zur einfachen PLS-Modellbewertung findet sich in Ruge und Strohe (2008, S. 13 f).

ben.⁶² Für eine Mindesthöhe der standardisierten Gewichte gibt es in der Literatur Empfehlungen von mindestens 0,1 oder 0,2.⁶³ Bei einer reflektiven Spezifikation sollen die Indikatoren zudem untereinander hoch korreliert sein.

Die Faktorreliabilität $rel(\eta_j)$ gibt als Maß an, ob eine Gruppe von m Indikatoren x_{ij} als gute Messung der zugehörigen Latenten Variablen η_j angesehen werden kann und ermittelt damit die Qualität einer Latenten Variablen im Sinne der Einheitlichkeit und Eindeutigkeit. Die Faktorreliabilität (= Composite Reliability) kann sinnvolle Werte zwischen Null und Eins annehmen, als Empfehlung in der Literatur sollte sie mindestens 0,6 oder 0,7 betragen.⁶⁴ Zur Berechnung der Faktorreliabilität werden ausschließlich die Werte der Ladungen benötigt. Bei hohen Ladungen ergibt sich auch eine hohe Faktorreliabilität und vice versa. In dieser Arbeit wird vor allem die Faktorreliabilität genutzt, um eine schnelle Einschätzung der Latenten Variablen zu erhalten.

$$rel(\eta_j) = \frac{\left(\sum_{i=1}^m \rho_{ij}\right)^2}{\left(\sum_{i=1}^m \rho_{ij}\right)^2 + \sum_{i=1}^m \text{var}(\varepsilon_i)} = \frac{\left(\sum_{i=1}^m \rho_{ij}\right)^2}{\left(\sum_{i=1}^m \rho_{ij}\right)^2 + \sum_{i=1}^m (1 - \rho_{ij}^2)} \quad \text{(Faktorreliabilität)}^{65} \quad (9)$$

Die mittlere erklärte Varianz (*average variance explained*) $mev(\eta_j)$ ist alternatives Maß für die *Validität* einer Latenten Variablen η_j und gibt an, ob die Indikatoren eine gute Messung der Latenten Variablen sind und damit möglichst ein-dimensional. In der Literatur werden Werte von über 0,5 empfohlen, so dass die Latente Variable im Mittel mindestens die Hälfte der Varianz der Indikatoren erklärt.⁶⁶ Die mittlere erklärte Varianz wird in dieser Arbeit allerdings nicht verwendet, stattdessen die vorher erläuterte Faktorreliabilität.

⁶² Vgl. Henseler et al. (2009, S. 299). Diese Empfehlungen können je nach Wissenschaftsbereich deutlich variieren.

⁶³ Die Empfehlungen stammen originär von Lohmöller (1989, S. 60 f) und Chin (1998b, S. 324 f), zitiert aus Ringle (2004, S. 26).

⁶⁴ Vgl. Henseler et al. (2009, S. 299) für weitere Empfehlungen der Literatur.

⁶⁵ Vgl. Henseler et al. (2009, S. 300).

⁶⁶ Vgl. Henseler et al. (2009, S. 299) für weitere Empfehlungen der Literatur.

Ein ergänzendes Konzept untersucht die Diskriminanz bzw. Trennschärfe der reflektiven Latenten Variablen, also die Eigenschaft, dass die jeweiligen Indikatoren möglichst nur mit der zugehörigen Latenten Variablen hoch korreliert sein sollen. Fornell und Larcker (1981) empfahlen als Kriterium, dass die mittlere erklärte Varianz höher sein soll als die höchste quadrierte Korrelation mit einer anderen Latenten Variablen. Alternativ empfiehlt Chin (1998b) zu prüfen, ob die Ladungen der Indikatoren mit ihren Latenten Variablen größer sind als alle Kreuzladungen mit anderen Latenten Variablen.⁶⁷ Falls die Trennschärfe nicht sicher gestellt ist, kann eine betroffene Latente Variable entfernt oder mit einer ähnlichen zusammengelegt werden. Die Zusammenlegung ähnlicher Latenter Variablen wird in dieser Arbeit angewandt, insbesondere wenn diese zueinander hohe Korrelationen aufweisen und inhaltlich vergleichbar sind.

Die Bewertung formativer Latenter Variablen ist problematischer. Da formative Indikatoren ihre Latenten Variablen fehlerfrei verursachen bzw. formen, sind Konzepte wie Validität oder Konsistenz bedeutungslos.⁶⁸ Die Modellspezifikation muss deshalb vor allem sachlogisch, inhaltlich und qualitativ begründet werden. Es ist sinnvoll zu prüfen, ob die Gewichte und Ladungen die angenommenen inhaltlichen Zusammenhänge abbilden. Henseler et al. (2009) schlagen als ad-hoc Maß eine *externe Validität* $ev(\eta_j)$ vor, um eine Fehlervarianz im Vergleich zu einer hypothetischen reflektiven Latenten Variablen ξ zu approximieren. Die Korrelation zwischen der reflektiven und formativen Latenten Variablen wird hier mit γ bezeichnet. Die Faktorreliabilität der hypothetischen reflektiven Latenten Variablen wird mit rel bezeichnet. Als Empfehlung für die externe Validität werden Werte von mindestens 0,8 angegeben laut Henseler et al., mit der Interpretation, dass somit die formative Latente Variable mind. 80 Prozent der beabsichtigten Information beinhaltet.

$$ev(\eta_j) = \frac{\gamma^2}{rel(\xi)} \quad (\text{externe Validität})^{69} \quad (10)$$

⁶⁷ Vgl. Henseler et al. (2009, S. 299f).

⁶⁸ Diamantopoulos (2006, S. 11) erläutert dazu: „reliability becomes an irrelevant criterion for assessing measurement quality“, zitiert aus Henseler (2009, S. 300).

⁶⁹ Vgl. Henseler et al. (2009, S. 301).

Ein etabliertes Maß in der Literatur für die Bewertung formativer Latenter Variablen gibt es dennoch nicht.⁷⁰ In dieser Arbeit stellen formative Latente Variable eine Ausnahme dar und die Bewertung soll vor allem inhaltlich und qualitativ erfolgen.

Die bereits vorgestellte Abbildung 3 zeigt Ansatzpunkte zur Bewertung des inneren Modells bzw. Strukturmodells. Da es sich um ein System von linearen Regressionsgleichungen handelt und diese im zweiten Schritt des PLS-Schätzverfahrens über OLS geschätzt werden, bieten sich die bekannten Bewertungsverfahren der Regressionsanalyse an. In dieser Arbeit umfasst das Strukturmodell stets nur eine Regressionsgleichung, deshalb wird auch nur ein Bestimmtheitsmaß R^2 pro Gesamtmodell errechnet. Das Bestimmtheitsmaß liegt zwischen Null und Eins und gibt den Anteil der erklärten Varianz an der Gesamtvarianz an. Für die Beurteilung des R^2 liegen unterschiedliche Empfehlungen in der Literatur vor. Werte von 0,67 können als substantiell bezeichnet werden, während Werte von 0,33 und 0,19 als durchschnittlich bzw. schwach beurteilt werden können.⁷¹ Dabei bezeichnet η_t die endogene Latente Variable mit dem Mittelwert $\bar{\eta}$ und $\hat{\eta}_t$ bezeichnet die geschätzten Regressionswerte (fitted values). In dieser Arbeit fällt den Bestimmtheitsmaßen die zentrale Rolle der Bewertung der Strukturmodelle zu.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (\eta_t - \hat{\eta}_t)^2}{\sum_{t=1}^T (\eta_t - \bar{\eta})^2} = \frac{\text{erklärte Varianz}}{\text{Gesamtvarianz}} \quad (\text{Bestimmtheitsmaß}) \quad (11)$$

Unter Verwendung der Bestimmtheitsmaße lässt sich zudem die Effektstärke f^2 ermitteln, welche untersucht, ob eine bestimmte exogene Latente Variable einen substantiellen Einfluss auf ihre endogene Latente Variable hat. Die Größen $R_{\text{inkl.}}^2$ und $R_{\text{exkl.}}^2$ bezeichnen die Bestimmtheitsmaße unter Einschluss bzw. Aus-

⁷⁰ Vgl. Zinnbauer und Eberl (2004, S. 9).

⁷¹ Henseler et al. (2009, S.303) erläutern dazu: „Chin (1998, S. 323) describes R^2 values of 0.67, 0.33, and 0.19 in PLS path models as substantial, moderate, and weak, respectively.“. Diese Empfehlungen können je nach Wissenschaftsbereich deutlich variieren.

schluss der untersuchten exogenen Latenten Variablen. Werte von 0,02; 0,15 oder 0,35 deuten auf einen geringen, mittleren oder großen Einfluss hin.⁷²

$$f^2 = \frac{R_{inkl.}^2 - R_{exkl.}^2}{1 - R_{inkl.}^2} \quad (\text{Effektstärke})^{73} \quad (12)$$

Das von Stone (1974) und Geisser (1975) entwickelte Stone-Geisser-Kriterium Q^2 ist eine weitere Beurteilungsgröße für das Strukturmodell, welche die Vorhersagerelevanz bzw. Schätzrelevanz der Latenten Variablen bewertet. Der Ansatz basiert auf der Idee der Kreuzvalidierung, also der Zerlegung des Datensatzes in Teilstichproben, um die daraus resultierenden Teilergebnisse zu vergleichen. Die Berechnung des Q^2 erfolgt durch Resampling-Blindfolding, indem Teile der Daten für einen bestimmten Block an Indikatoren ausgelassen und anschließend neu geschätzt werden.⁷⁴ In dieser Arbeit wird das Q^2 nicht angewandt, da das Bestimmtheitsmaß R^2 eine etablierte Alternative darstellt.

Da PLS-Modelle partiell in Teilmodellen geschätzt werden, liegt kein natürliches Globalmaß für das gesamte Modell vor. Für die Gesamtmodellbewertung schlagen Tenenhaus et al. (2005) zwei zusammengesetzte Goodness-of-Fit-Indizes vor.

$$\begin{aligned} \text{GoF}_1 &= \sqrt{\overline{\text{kom}} \cdot \overline{R^2}} \\ \text{GoF}_2 &= \sqrt{\overline{\text{mev}} \cdot \overline{R^2}} \end{aligned} \quad (\text{Goodness-of-Fit-Indices})^{75} \quad (13)$$

Wobei $\overline{\text{kom}}$, $\overline{\text{mev}}$ und $\overline{R^2}$ die durchschnittlichen Kommunalitäten, mittleren erklärten Varianzen und Bestimmtheitsmaße im Gesamtmodell bezeichnen. Diese vorgeschlagenen Indices sind allerdings nicht berechenbar, falls formative Latente Variable vorkommen. Da es keine etablierten Richtwerte gibt, können die beiden Gütemaße noch nicht sinnvoll genutzt werden.⁷⁶ Grundsätzlich

⁷² Henseler et al. (2009, S. 304) erläutern dazu: „According to Cohen (1988), f^2 values of 0.02, 0.15, and 0.35 signify small, medium, and large effects, respectively.“

⁷³ Vgl. Henseler et al. (2009, S. 303).

⁷⁴ Vgl. Henseler et al. (2009, S. 303ff).

⁷⁵ Vgl. Tenenhaus et al. (2005), zitiert aus Jahn (2007, S. 29).

⁷⁶ Vgl. Jahn (2007, S. 29).

bleibt allerdings das Problem bestehen, dass kein Globalmaß existiert, deshalb wird in dieser Arbeit eine Kombination aus Kennzahlen und inhaltlicher Diskussion zur Modellbewertung genutzt.

Als (Quasi-)Testverfahren der Pfadkoeffizienten werden Resampling-Bootstrapping-Verfahren verwendet. Um die Verteilungseigenschaften der PLS-Schätzungen zu bestimmen, insbesondere die Standardfehler der Modellparameter, können grundsätzlich zwei Wege bestritten werden. Einerseits über komplexe analytische Ansätze wie Delta- oder Taylor-Serien, allerdings sind solche Ansätze nicht trivial und konnten sich bisher in der Praxis nicht durchsetzen, obwohl es weiter Forschungsarbeit in dieser Richtung gibt.⁷⁷ Bei PLS-Modellen stehen aufgrund fehlender Verteilungsannahmen der Variablen im Vergleich zur LISREL weniger Testverfahren zur Verfügung. Herman Wold (1982) schlug deshalb vor, Resampling-Testverfahren (englisch sinngemäß: künstliche Wiederholungsstichproben) zu verwenden, die eher dem verteilungsannahmenfreien Charakter entsprechen anstelle der klassischen, parametrisch ausgerichteten Signifikanztests. Wold schrieb dazu, dass Resampling zu PLS passe, wie „*hand in glove*“.⁷⁸ Resampling-Methoden wie Bootstrapping sind allerdings nach Ansicht einiger Autoren grundsätzlich verzerrt, wobei das Ausmaß und die Voraussetzungen nicht genau einschätzbar sind. Bradley Efron, der Bootstrapping 1979 entwickelt hat, verbrachte lange Zeit, um dieses Verfahren zu verbessern.⁷⁹ Die später in diesem Abschnitt vorgestellten Simulationsstudien bescheinigen PLS allerdings eine vergleichsweise gute Teststärke und damit zuverlässige Testverfahren abhängig von der Stichprobengröße und dem Modellaufbau.

Resampling t-Tests sind nicht-parametrischer Natur, sie benötigen also keine Verteilungsannahmen, was insbesondere im Bereich der Ökonometrie mit häufig schief verteilten Größen sinnvoll ist. Beim Resampling-Bootstrapping werden neue Teilstichproben über eine bestimmte Anzahl zufällig ausgewählter Beobachtungen aus der Gesamtstichprobe gebildet, während beim Jackknifing eine festgelegte Anzahl an Beobachtungen entfernt wird. Unter Verwendung

⁷⁷ Vgl. Marcoulides und Saunders (2006, S. V), als Forscher werden Dijkstra (1983), Denham (1997), Raykov und Marcoulides (2004) und Serneels et al. (2004) genannt.

⁷⁸ Vgl. Henseler et al. (2009, S. 305).

⁷⁹ Vgl. Efron und Tibshirani (1993, 1997).

der Teilstichproben lassen sich die PLS-Modelle neu schätzen, um damit Verteilungsparameter zu bestimmen. Dazu kann folgende Teststatistik genutzt werden in Anlehnung an klassische t-Tests, mit t_{res} als Resampling t-Wert, β als geschätzter Pfadkoeffizient und $se(\beta)$ als entsprechendem Resampling-Standardfehler.⁸⁰

$$t_{\text{res}} = \frac{\beta}{se(\beta)} \quad (\text{Resampling t-Test}) \quad (14)$$

Resampling-Verfahren werden erst seit den 1980er Jahren genutzt, da sie hohe Rechenleistungen voraussetzen. Empfohlen sind bis zu mehrere hundert Wiederholungen für ein PLS-Modell. Mit dem standardmäßigen t-Test wird untersucht, ob sich die erhaltenen Pfadkoeffizienten signifikant von Null unterscheiden und damit die Latenten Variablen einen signifikanten Einfluss ausüben zu einem gegebenen Signifikanzniveau.

Die verwendeten Begriffe der Stichprobe und statistischen Signifikanz setzen eigentlich wiederholbare Experimente voraus, die man bei Zeitreihen in der Regel nicht anwenden kann. Der Begriff der Signifikanz der Parameter kann also im engeren Sinne nur als Stabilität der Schätzparameter für Änderungen der Daten im Resampling-Verfahren interpretiert werden und nicht im Sinne der statistischen Induktion.

Tabelle 6 gibt einen Überblick der möglichen Test- und Bewertungsmethoden bei PLS-Modellen. In dieser Arbeit werden in den äußeren Modellen vor allem die Ladungen (Korrelationen) der Indikatoren mit ihren Latenten Variablen beachtet in Kombination mit Faktorreliabilitäten. In den Strukturmodellen werden vor allem die Korrelationen, Pfadkoeffizienten und Bestimmtheitsmaße betrachtet.

⁸⁰ Der Vorschlag stammt von Chin (1998), zitiert aus Henseler et al. (2009, S. 305 ff).

Tabelle 6: Bewertungsmethoden in PLS-Modellen

Symbol	Bezeichnung
Reflektive Latente Variable	
w, ρ	Größe, Struktur der Gewichte, Ladungen und Kreuzladungen
rel	Faktorreliabilität, sollte höher als 0,6 sein
mev	Mittlere erklärte Varianz, sollte höher als 0,5 sein
Formative Latente Variable	
w, ρ	Gewichte, Ladungen, inhaltliche Betrachtung
ev	externe Validität, sollte höher als 0,8 sein
Strukturmodell	
R^2, f^2	Bestimmtheitsmaß, Effektstärke
Q^2	Stone-Geisser Vorhersagerelevanz, sollte größer Null sein
β, t_{res}	Resampling t-Tests der Koeffizienten
Gesamtmodell	
GoF	Goodness-of-Fit

Quelle: Vgl. Henseler et al. (2009, S. 300 ff), Zusammenfassung.

Eine zentrale Eigenschaft eines Testverfahrens ist die Teststärke (englisch Power Analysis) und damit der Fehler zweiter Art, also die zuverlässige Identifikation der tatsächlichen Zusammenhänge im Testverfahren. Die Teststärke besagt, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich ein Signifikanztest korrekterweise für die Alternativhypothese entscheidet, wenn diese auch richtig ist. Die Teststärke beträgt $1 - \beta^p$ und sollte möglichst hoch sein. Dabei ist β^p die Wahrscheinlichkeit des Fehlers 2. Art, also die Alternativhypothese abzulehnen (und damit der Nullhypothese zuzustimmen), obwohl diese gilt. Für t-Tests der Pfadkoeffizienten beschreibt der Fehler 2. Art die Wahrscheinlichkeit, einen tatsächlichen existierenden Zusammenhang fehlerhaft als nicht signifikant zu bewerten. Als Empfehlung für eine akzeptable Teststärke werden in der Literatur mindestens 80% bis 95% genannt.⁸¹ Die Teststärke ist auch von der Stichprobengröße abhängig, zu wenige Beobachtungen können zu über- oder unterschätzten Standardfehlern führen. Überschätzte Standardfehler führen dazu, dass eigentlich signifikante Effekte übersehen werden. Unterschätzte Standardfehler führen dazu, dass die Bedeutung von eigentlich nicht signifikanten Effekten überbe-

⁸¹ Vgl. u.a. Cohen (1992) und Westermann (2000) für diese Empfehlungen.

wertet wird.⁸² Die Zuverlässigkeit der Testverfahren im Sinne der Teststärke wurde durch zwei Simulationsstudien untersucht, welche nun kurz vorgestellt werden sollen.

Eine Monte-Carlo-Simulationsstudie von Marcoulides und Saunders (2006) untersuchte die notwendige Stichprobengröße für PLS, um akzeptable Teststärken von mindestens 0,8 zu erreichen. Das simulierte, minimalistische Strukturgleichungsmodell umfasst zwei Latente Variable mit jeweils drei reflektiven Indikatoren. Variiert wurden für die Modellszenarien die Effektstärke, also Korrelation bzw. Pfadkoeffizient der Latenten Variablen von 0,1 bis 0,9 und die Ladungen ρ von 0,4 bis 0,9 in 0,1 Schritten. Die Variablen sind unabhängig und normalverteilt, für schiefe Verteilungen wären wahrscheinlich größere Stichproben notwendig. Der t-Test bezieht sich auf die Signifikanz des Pfadkoeffizienten, also ob er ungleich Null ist, bei einem Signifikanzniveau von 5%. Tabelle 7 beinhaltet die benötigten Mindeststichprobengrößen für eine akzeptable Teststärke von über 0,8 bei verschiedenen Ladungen und Korrelationen (Effektstärken) im inneren Modell.

Tabelle 7: *Benötigte Stichprobengröße für Teststärke > 0,8*

Korrelation	$\rho=0,9$	$\rho=0,8$	$\rho=0,7$	$\rho=0,6$	$\rho=0,5$	$\rho=0,4$
0.1	916	1.053	1.261	1.806	2.588	4.927
0.2	256	292	371	457	764	1.282
0.3	96	99	147	223	317	672
0.5	25	34	43	66	111	220
0.7	15	15	17	33	61	134

Quelle: Marcoulides und Saunders (2006, S. VII), gekürzter Ausschnitt.

Es ist bei Marcoulides und Saunders deutlich zu erkennen, dass unter optimalen Modellbedingungen, also bei hohen Effektstärken, hohen Ladungen und normalverteilten Daten, bereits 15 Beobachtungen für zuverlässige Testverfahren ausreichen. Die Alternativhypothese, der Koeffizient sei ungleich Null, wurde dann mit einer Teststärke von mindestens 80% korrekt angenommen. Für mäßige bis schlechte Modellbedingungen werden allerdings hunderte oder

⁸² Vgl. Muthén and Muthén (2002) für eine ausführlichere Darstellung.

tausende Beobachtungen benötigt. In dieser Arbeit scheinen 200–250 Beobachtungen insgesamt ausreichend zu sein für zuverlässige Testverfahren im Sinne einer guten Teststärke.

In der bereits erwähnten Simulationsstudie von Reinartz et al. (2009) wurden 240 Modellszenarien mit PLS und kovarianzorientierten Schätzverfahren (Kovar-SGM) untersucht. Nach Angabe der Autoren ist es die erste derartig umfassende Untersuchung zum Thema.⁸³ Als inneres Modell wurden sechs Latente Variable gebildet in einem System von fünf Einzelgleichungen mit neun Pfadkoeffizienten. Die Anzahl der reflektiven Indikatoren wurde variiert zwischen 2, 4, 6 und 8 für alle Latenten Variablen. Tabelle 8 zeigt einen für diese Arbeit relevanten Ausschnitt der ermittelten Teststärken. Unterteilt werden die Ergebnisse für niedrige, mittlere und hohe Effektstärken mit standardisierten Pfadkoeffizienten von 0,15; 0,3 und 0,5.

Tabelle 8: Vergleich Teststärke in PLS und Kovar-SGM

Anzahl Beob.	Anzahl Indik.	Stärke Ladungen	niedrige Effektstärke		mittlere Effektstärke		hohe Effektstärke	
			Kovar-SGM	PLS	Kovar-SGM	PLS	Kovar-SGM	PLS
100	2	niedrig	0,01	0,24	0,01	0,47	0,16	0,59
250	4	mittel	0,45	<u>0,81</u>	0,95	<u>1,00</u>	1,00	<u>1,00</u>
500	6	hoch	0,93	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00

Quelle: Reinartz et al. (2009, S. 32 f), gekürzter Ausschnitt. Signifikanzwert $\alpha = 0,05$.

Unterstrichen sind in Tabelle 8 die Szenarien, welche dieser Arbeit tendenziell am nächsten kommen. Demnach wäre die Teststärke in dieser Arbeit voraussichtlich stets über der Mindestanforderung von 0,8. Das Ergebnis der Studie von Reinartz et al. ist eindeutig. PLS bietet in allen Modellspezifikationen eine teils deutlich höhere Teststärke als LISREL und kann damit zuverlässiger Testverfahren anwenden. Die Anforderungen für akzeptable Teststärken für Kovar-SGM sind in der volkswirtschaftlichen Ökonometrie eher selten gegeben, so dass PLS hier als bessere Wahl erscheint.

⁸³ Vgl. Reinartz et al. (2009, S. 33 f).

Der häufig genutzte Begriff der Signifikanz setzt eigentlich wiederholbare Experimente voraus oder zumindest repräsentative Stichproben, von denen auf die Grundgesamtheit geschlossen wird. Bei Vollerhebungen wären die Modellergebnisse keine Zufallszahlen und der Begriff der Signifikanz wäre gegenstandslos. In dieser Arbeit werden Zeitreihen als Quasi-Stichproben verwendet mit der Anzahl der Beobachtungen als Stichprobenumfang. Die Grundgesamtheit wäre ein nicht genauer definierbares zeitliches Kontinuum. Theoretisch können weitere Beobachtungen erhoben werden vor und nach dem Untersuchungszeitraum und mit veränderter Periodizität, etwa als Wochendaten, so dass eine Wiederholbarkeit zumindest abstrakt gegeben ist. Zudem basiert die Erhebung der Indikatoren teilweise auf Stichproben, etwa die Befragungen für die Stimmungen und Erwartungen, so dass die Daten mit Fehlern behaftet sind. Die Trennung in Messmodelle und Strukturmodelle betont zudem die Unschärfe der Latenten Variablen. Letztendlich sind die Schätzergebnisse nicht als deterministische Zahlen anzusehen, sondern als Zufallszahlen, so dass von Testverfahren und Signifikanz gesprochen werden kann. Da Resampling-Tests anstelle klassischer Testverfahren verwendet werden, wird allerdings der unverbindlichere Begriff statistische Sicherheit bevorzugt gegenüber Signifikanz.

Zusammenfassend gilt, dass für die Bewertung von PLS-Modellen eine Vielzahl an Verfahren existiert. In dieser Arbeit werden für reflektive Latente Variable die Gewichte, Ladungen und Faktorreliabilitäten betrachtet, für die selteneren formativen Latenten Variablen erfolgt vor allem eine inhaltlich-qualitative Betrachtung. Die inneren Strukturmodelle werden über Bestimmtheitsmaße bewertet und die (Quasi-)Signifikanz der Parameter über Resampling t-Tests geprüft. Neuere Simulationsstudien legen nahe, dass die Teststärke und damit Zuverlässigkeit bei PLS tendenziell gut ist und die Anforderungen an die Anzahl der Beobachtungen und Anzahl Indikatoren für diese Arbeit wahrscheinlich erfüllt sind. Als erweitertes Qualitätskriterium sollen Latente Variable und ihre Einflüsse als *relevant* angesehen werden, wenn sie eine deutliche Korrelation aufweisen mit einem signifikanten Koeffizienten mit gleichem Vorzeichen und eine hohe Faktorreliabilität.

2.3 Dynamic Partial Least Squares (DPLS)

2.3.1 DPLS-Modellstruktur

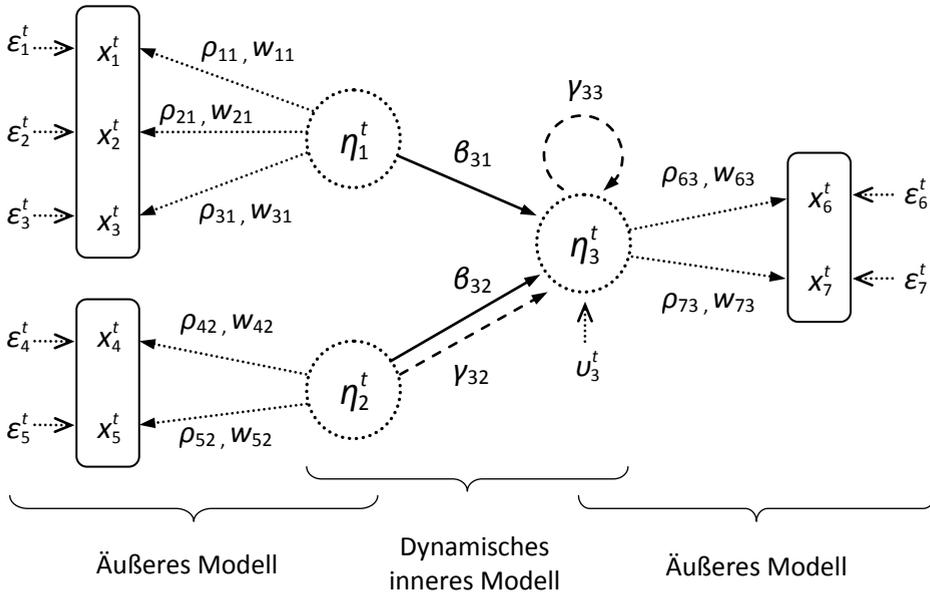
Bei der Analyse von wirtschaftlichen Vorgängen ist häufig eine Erweiterung auf eine dynamische Betrachtung sinnvoll, insbesondere wenn die Daten als Zeitreihen vorliegen. Die dynamische Erweiterung von PLS zum DPLS wurde von Strohe (1995) entwickelt, auf dem die folgenden Ausführungen basieren. Zusammenhänge zwischen verschiedenen Größen können nicht nur zu einem Zeitpunkt bestehen, sondern auch über verzögerte Zeiträume (Lags). Ein Beispiel aus den Wirtschaftswissenschaften sind Investitionen, die sich möglicherweise erst verzögert auf das Wirtschaftswachstum auswirken. Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den Möglichkeiten und Grenzen, Dynamik in PLS zu integrieren. Das klassische PLS-Verfahren kennt keine explizite Nutzung der zusätzlichen Informationen von Zeitreihen und verzögerten Variablen.⁸⁴ Das DPLS-Verfahren modifiziert das klassische PLS, um den verzögerten und unverzögerten Latenten Variablen und Indikatoren dieselben Gewichte und Ladungen zuzuordnen unabhängig von ihrer Verzögerungsstufe, da es sich letztendlich um jeweils eine Latente Variable handelt.

Abbildung 7 zeigt ein einfaches DPLS-Modell als Pfaddiagramm.⁸⁵ Der DPLS-Ansatz von Strohe unterstützt nur eine zeitliche Verzögerung im Modell und wird deshalb als „einfaches DPLS“ bezeichnet. Die Verzögerung kann allerdings mehr als eine Zeiteinheit betragen. Die Latenten Variablen η_1 und η_2 beeinflussen im inneren Modell η_3 . Zusätzlich wird durch die gestrichelten Pfeile im inneren Modell ein zeitlich verzögerter Einfluss um eine oder mehrere Zeiteinheiten von η_2 auf η_3 angezeigt und ein autoregressiver Zusammenhang für η_3 , dargestellt durch den gestrichelten, gebogenen Pfeil.

⁸⁴ Verzögerte Latente Variable können auch im klassischen PLS modelliert werden, indem die zugehörigen Indikatoren verzögert genutzt werden und jede Verzögerungsstufe individuelle Gewichte erhält. Die Information, dass es sich dabei um dieselben Variablen handelt, nur zeitlich verzögert, wird allerdings nicht beachtet.

⁸⁵ Die Abbildung und Formeln erfolgen wieder in Anlehnung an die originale Notation von Strohe (1995).

Abbildung 7: DPLS als Pfaddiagramm



Quelle: in grobe Anlehnung an Strohe (1995, S. 14), eigene Anpassungen

Die Modellstruktur der klassischen PLS-Modelle wird für die dynamische Betrachtung erweitert. Das innere Modell wird gemäß Strohe für die Verwendung verzögerter Latenter Variablen ergänzt, dargestellt in Gleichung (15). Die Gewichtsbeziehungen (16) und Ladungsbeziehungen (17) im äußeren Modell ändern sich nicht gegenüber dem klassischen PLS, mit Ausnahme der Indexierung t der Zeit.

$$\eta_t = \mathbf{B}\eta_t + \Gamma\eta_{t-1} + \mathbf{u}_t \quad (\text{Dynamisches inneres Modell}) \quad (15)$$

$$\eta_t = \mathbf{W}'\mathbf{x}_t \quad (\text{Gewichtsbeziehungen äußeres Modell}) \quad (16) = (2)$$

$$\mathbf{x}_t = \mathbf{P}\eta_t + \epsilon_t \quad (\text{Ladungsbeziehungen äußeres Modell}) \quad (17) = (3)$$

Wobei η_t wieder der Vektor der Latenten Variablen ist und \mathbf{u}_t der zugehörige Fehlervektor mit Erwartungswerten von Null. Der Index t bezeichnet die Zeit von 1 bis T . Die Koeffizientenmatrix \mathbf{B} enthält wieder die Pfadkoeffizienten des inneren Modells ohne Zeitverzögerungen. Die verzögerte Koeffizientenmatrix

$\Gamma^{t-\tau}$ oder vereinfacht Γ (Gamma) bei nur einer Verzögerungsstufe im einfachen DPLS enthält die Koeffizienten γ_{ij} für die verzögerten Abhängigkeiten und wird in Analogie zu \mathbf{B} gebildet. Die Koeffizienten können hier auch in der Diagonalen stehen, um Autoregression zu ermöglichen. Der Aufbau von \mathbf{B} und Γ wird entsprechend des inneren Modells durch Nullen und Koeffizienten in Analogie zum klassischen PLS gebildet.

Das dynamische innere Modell (15) aus Abbildung 7 kann als einzelne Gleichung geschrieben werden mit η_3^t als alleiniger endogener Latenter Variable.

$$\boldsymbol{\eta}_t = \mathbf{B}\boldsymbol{\eta}_t + \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\eta}_{t-1} + \mathbf{u}_t$$

$$\begin{bmatrix} \eta_1^t \\ \eta_2^t \\ \eta_3^t \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \beta_{31} & \beta_{32} & 0 \end{bmatrix}}_{\text{PLS}} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1^t \\ \eta_2^t \\ \eta_3^t \end{bmatrix} + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_{32} & \gamma_{33} \end{bmatrix}}_{\text{einfaches DPLS}} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1^{t-1} \\ \eta_2^{t-1} \\ \eta_3^{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1^t \\ u_2^t \\ u_3^t \end{bmatrix}$$

$$\eta_3^t = \beta_{31}\eta_1^t + \beta_{32}\eta_2^t + \gamma_{32}\eta_2^{t-1} + \gamma_{33}\eta_3^{t-1} + u_3^t$$

Das äußere Modell beinhaltet gemäß Strohe analog zum klassischen PLS Gewichts- und Ladungsbeziehungen, die beschreiben, wie die Indikatoren mit den jeweiligen Latenten Variablen zusammenhängen. Dabei legt die Designmatrix \mathbf{D}_W mit den Dimensionen $M \times K$ fest, wie die Indikatoren den Latenten Variablen zugeordnet werden, durch Anordnung von Nullen von Einsen. Die Gewichtsmatrix \mathbf{W} hat den gleichen Aufbau wie \mathbf{D}_B . Die Latenten Variablen werden durch die Gewichtsbeziehung als Linearkombination ihrer Indikatoren gebildet, also als gewichtete Summen, wie beim klassischen PLS-Verfahren. Das äußere Modell aus Abbildung 7 beinhaltet konkret folgende drei Gewichtsbeziehungen für die drei Latenten Variablen.

$$\boldsymbol{\eta}_t = \mathbf{W}'\mathbf{x}_t$$

$$\begin{bmatrix} \eta_1^t \\ \eta_2^t \\ \eta_3^t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & 0 & 0 \\ w_{21} & 0 & 0 \\ w_{31} & 0 & 0 \\ 0 & w_{42} & 0 \\ 0 & w_{52} & 0 \\ 0 & 0 & w_{63} \\ 0 & 0 & w_{73} \end{bmatrix}' \cdot \begin{bmatrix} x_1^t \\ x_2^t \\ x_3^t \\ x_4^t \\ x_5^t \\ x_6^t \\ x_7^t \end{bmatrix}$$

$$\eta_1^t = w_{11}x_1^t + w_{21}x_2^t + w_{31}x_3^t$$

$$\eta_2^t = w_{42}x_4^t + w_{52}x_5^t$$

$$\eta_3^t = w_{63}x_6^t + w_{73}x_7^t$$

Die Ladungsbeziehungen definieren wie im klassischen PLS die Beziehungen der Indikatoren zu ihren Latenten Variablen als bivariate Regressionen. Die $M \times K$ dimensionierte Ladungsmatrix \mathbf{P} enthält wieder die Ladungen ρ zwischen den jeweiligen Indikatoren und Latenten Variablen. Die Ladungen entsprechen Korrelationen bei standardisierten Daten. Der Vektor $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ enthält wieder Fehlerterme mit Erwartungswerten von Null. Für das DPLS-Modell aus Abbildung 7 ergeben sich folgende Ladungsbeziehungen.

$$\mathbf{x}_t = \mathbf{P}\boldsymbol{\eta}_t + \boldsymbol{\varepsilon}_t$$

$$\begin{bmatrix} x_1^t \\ x_2^t \\ x_3^t \\ x_4^t \\ x_5^t \\ x_6^t \\ x_7^t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_{11} & 0 & 0 \\ \rho_{21} & 0 & 0 \\ \rho_{31} & 0 & 0 \\ 0 & \rho_{42} & 0 \\ 0 & \rho_{52} & 0 \\ 0 & 0 & \rho_{63} \\ 0 & 0 & \rho_{73} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1^t \\ \eta_2^t \\ \eta_3^t \\ \eta_4^t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1^t \\ \varepsilon_2^t \\ \varepsilon_3^t \\ \varepsilon_4^t \\ \varepsilon_5^t \\ \varepsilon_6^t \\ \varepsilon_7^t \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 x_1^t &= \rho_{11}\eta_1^t + \varepsilon_1^t & x_4^t &= \rho_{42}\eta_2^t + \varepsilon_4^t & x_6^t &= \rho_{63}\eta_1^t + \varepsilon_6^t \\
 x_2^t &= \rho_{21}\eta_1^t + \varepsilon_2^t & x_5^t &= \rho_{52}\eta_2^t + \varepsilon_5^t & x_7^t &= \rho_{73}\eta_1^t + \varepsilon_7^t \\
 x_3^t &= \rho_{31}\eta_1^t + \varepsilon_3^t & & & &
 \end{aligned}$$

Zusammenfassend gilt, dass die Erweiterung des PLS zum DPLS von Strohe (1995) eine dynamische Analyse der Zusammenhänge ermöglicht. Mit den dynamischen inneren Strukturbeziehungen, den Gewichtsbeziehungen und Ladungsbeziehungen ist ein einfaches DPLS-Modell spezifiziert als dynamisches Strukturgleichungsmodell mit Latenten Variablen. Die Bestimmung der Parameter wird im nächsten Abschnitt beschrieben.

2.3.2 DPLS-Schätzverfahren

Das Schätzverfahren des einfachen DPLS wendet ein formal ähnliches Verfahren zur Bestimmung der Modellparameter an wie das klassische PLS, unter Berücksichtigung, dass die zeitverzögerten Latenten Variablen eine komplexere innere Modellstruktur verursachen. Die Darstellung orientiert sich wieder am Entwickler Strohe (1995).

Im DPLS-Schätzverfahren müssen zur Definierung der Modellstruktur drei Matrizen \mathbf{D}_B , \mathbf{D}_C und \mathbf{D}_W angeordnet werden, welche die Zugehörigkeiten zwischen den unverzögerten und verzögerten Latenten Variablen und die Zugehörigkeiten zu ihren Indikatoren bestimmen. Im Beispiel der Abbildung 7 gelten folgende Designmatrizen.

$$\mathbf{D}_B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{D}_C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{D}_W = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Die drei Designmatrizen \mathbf{D}_b , \mathbf{D}_c , \mathbf{D}_w bestehen gemäß Strohe aus Nullen und Einsen und entsprechen in der Anordnung ihrer Elemente dem Aufbau der Koeffizientenmatrizen \mathbf{B} und $\mathbf{\Gamma}$ sowie der Gewichtsmatrix \mathbf{W} .

Zur Schätzung der Gewichtsmatrix \mathbf{W} und damit der Werte der Latenten Variablen werden gemäß Strohe folgende Prozeduren iterativ durchgeführt.

0. Festlegung von passenden Startwerten (z.B. Zufallswerte) für die äußeren Gewichte \mathbf{W}^0 und damit der Startwerte der Latenten Variablen $\boldsymbol{\eta}^0$ entsprechend der Gewichtsbeziehung und anschließender Standardisierung der Latenten Variablen auf Varianz Eins und Mittelwert Null. Die Berechnung erfolgt über die bekannte Gewichtsbeziehung.

$$\boldsymbol{\eta}^0 = \mathbf{W}^{0'} \mathbf{x}$$

1. Äußere Approximation (Bildung der Latenten Variablen im äußeren Modell)

Die Äußere Approximation entspricht unverändert dem klassischen PLS Verfahren. Bei jedem Durchlauf des äußeren Iterationsschritts werden neue Gewichte \mathbf{W}^{neu} zwischen den Latenten Variablen $\boldsymbol{\eta}$ und ihren zugehörigen Indikatoren \mathbf{x} bestimmt. Die neuen Gewichte werden geschätzt als Regressionskoeffizienten der bivariaten Regression jedes einzelnen Indikators mit seiner Latenten Variablen (reflektiv) oder als multiple Regression jeder Latenten Variable mit ihren Indikatoren (formativ). Auf die Bedeutung der Unterschiede wurde im Abschnitt 2.2.4 eingegangen. Auf die Darstellung des Zeitindex t soll verzichtet werden, da sich dieser Schritt nicht vom klassischen PLS unterscheidet.

$$x_i = w_{ij}^{\text{neu}} \eta_j^{\text{neu}} + e_i^* \quad \text{für alle } i=1\dots M \text{ und } j=1\dots K \text{ (reflektiv)}$$

$$\eta_j^{\text{neu}} = w_{11}^{\text{neu}} x_1 + \dots + w_{ij}^{\text{neu}} x_i + e_j^* \quad \text{für alle } i=1\dots M \text{ und } j=1\dots K \text{ (formativ)}$$

Die Kennzeichnung der Größen mit ^{neu} deutet an, dass diese im PLS-Schätzverfahren temporär bleiben, bis das Verfahren gegen die letztendlichen Gewichte und Latenten Variablen konvergiert. Die temporären Fehlerterme im inneren Iterationsschritt werden mit e^* bezeichnet. Für das Modell aus Abbildung 7 ergeben sich im reflektiven Fall sieben bivariate Regressionen, für den formativen Fall drei multivariate Regressionen. Mit Hilfe der neuen äußeren Gewichte \mathbf{W}^{neu}

werden neue Werte für die Latenten Variablen $\boldsymbol{\eta}^{\text{neu}}$ gebildet als Linearkombinationen ihrer Indikatoren entsprechend der Gewichtsbeziehung.

$$\boldsymbol{\eta}^{\text{neu}} = \mathbf{W}^{\text{neu}} \mathbf{x}$$

2. Innere Approximation (Bildung der Latenten Variablen im inneren Modell)

Die Innere Approximation wird erweitert für die dynamische Schätzung gemäß Strohe. Es werden neue Hilfsgrößen bestimmt, bezeichnet als innere Gewichte, für alle direkten Verbindungen von Latenten Variablen im Pfaddiagramm. Für jeden Pfeil im Pfaddiagramm existiert also ein inneres Gewicht. Für DPLS sind diese Umgebungsvariablen die im Pfaddiagramm verbundenen unverzögerten und verzögerten Latenten Variablen. Die inneren Gewichtsmatrizen \mathbf{R}^* und \mathbf{A}^* ergeben sich aus den Korrelations- und (Kreuz-)Autokorrelationsmatrizen \mathbf{R} und \mathbf{A} der Latenten Variablen, welche durch elementweise Multiplikation mit den Designmatrizen \mathbf{D}_B und \mathbf{D}_C begrenzt werden auf die festgelegten Beziehungen. Die Autokorrelationsmatrix \mathbf{A} beinhaltet auch die zeitlich versetzten Kreuzkorrelationen der Latenten Variablen, etwa von η_1^t mit η_2^{t-1} , bezeichnet hier als a_{12} und a_{21} . Die elementweise Multiplikation von Matrizen wird mit \otimes gekennzeichnet. Für die Bestimmung der inneren Gewichtsmatrizen \mathbf{R}^* und \mathbf{A}^* in Abbildung 7 gilt:

$$\mathbf{R}^* = (\mathbf{D}_B + \mathbf{D}_B') \otimes \mathbf{R}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & r_{13} \\ 0 & 0 & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & 0 \end{bmatrix} = \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \right) \otimes \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A}^* = \mathbf{D}_C \otimes \mathbf{A}$$

(18)

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

Unter Verwendung dieser inneren Gewichte werden neue Werte für alle Latenten Variablen gebildet als Linearkombinationen aller Latenten Umgebungsvariablen, also ihrer im Pfaddiagramm verbundenen Latenten Variablen. Dabei stellt \mathbf{A}_0 die innere Gewichtungsmatrix \mathbf{A}^* dar, in der alle Diagonalelemente gleich Null gesetzt sind. Für das Modell in Abbildung 7 gilt:

$$\boldsymbol{\eta}_t^{\text{neu}} = \mathbf{R} \cdot \boldsymbol{\eta}_t + \mathbf{A}^* \boldsymbol{\eta}_{t-1} + \mathbf{A}'_0 \boldsymbol{\eta}_{t+1} \quad (19)$$

$$\begin{bmatrix} \eta_1^{t,\text{neu}} \\ \eta_2^{t,\text{neu}} \\ \eta_3^{t,\text{neu}} \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 0 & r_{13} \\ 0 & 0 & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1^t \\ \eta_2^t \\ \eta_3^t \end{bmatrix}}_{\text{PLS}} + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1^{t-1} \\ \eta_2^{t-1} \\ \eta_3^{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a_{32} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1^{t+1} \\ \eta_2^{t+1} \\ \eta_3^{t+1} \end{bmatrix}}_{\text{einfaches DPLS}}$$

$$\eta_1^{t,\text{neu}} = r_{13} \eta_3^t$$

$$\eta_2^{t,\text{neu}} = r_{23} \eta_3^t + a_{32} \eta_3^{t+1}$$

$$\eta_3^{t,\text{neu}} = r_{31} \eta_1^t + r_{32} \eta_2^t + a_{32} \eta_2^{t-1} + a_{33} \eta_3^{t-1}$$

Es werden zusätzlich zu den aus dem klassischen PLS bekannten unverzögerten Umgebungsvariablen $\boldsymbol{\eta}_t$ auch die zeitlich verzögerten Umgebungsvariablen $\boldsymbol{\eta}_{t-1}$ betrachtet. Für das DPLS-Modell aus Abbildung 7 ergibt sich für η_1^t keine Änderung gegenüber dem klassischen PLS-Verfahren, da diese Latente Variable nicht zeitlich verzögert mit einer anderen verbunden ist. Für η_2^t wird im dynamischen Kontext zusätzlich die verzögerte (bzw. in dem Fall vorausgehende) Beziehung zu η_3^{t+1} berücksichtigt, gewichtet mit der entsprechenden Kreuzkorrelation a_{32} . Aus Sicht von η_2^t ist die Beziehung zu η_3^{t+1} eine Zeiteinheit in die Zukunft gerichtet, also $t+1$. Für die endogene Latente Variable η_3^t müssen die verzögerten Beziehungen zu η_2^{t-1} und die autoregressive Beziehung zu η_3^{t-1} berücksichtigt werden, gewichtet mit der (Kreuz-)Autokorrelation a_{32} und a_{33} .

Mit den neu gewonnenen Werten der Latenten Variablen wird im nächsten Iterationsschritt wieder die Äußere Approximation begonnen und die Iteration so lange fortgesetzt, bis sich Konvergenz andeutet. Nachdem die Werte der Latenten Variablen bestimmt sind, werden in einer zweiten Stufe mit OLS die

Pfadkoeffizienten und Bestimmtheitsmaße für die Gleichungen im dynamischen inneren Modell (15) geschätzt. Für das Modell in Abbildung 7 gilt:

$$\begin{aligned}\boldsymbol{\eta}_t &= \mathbf{B}\boldsymbol{\eta}_t + \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\eta}_{t-1} + \mathbf{u}_t \\ \eta_3^t &= \beta_{31}\eta_1^t + \beta_{32}\eta_2^t + \gamma_{32}\eta_2^{t-1} + \gamma_{33}\eta_3^{t-1} + u_3^t\end{aligned}$$

Zusammenfassend gilt, dass die dynamische Erweiterung zum DPLS-Schätzverfahren von Strohe (1995) die Verwendung zusätzlicher verzögerter Latenter Variablen ermöglicht. Dazu wird die Innere Approximationsstufe um verzögerte Latente Umgebungsvariablen erweitert, die Äußere Approximation bleibt unverändert. Die Anwendbarkeit ist allerdings noch begrenzt, da Latente Variable nur mit maximal einer Verzögerungsstufe gleichzeitig modelliert werden können.

2.3.3 Erweiterte DPLS-Modellstruktur

Das Prinzip des einfachen DPLS von Strohe (1995) kann erweitert werden, um mehrere zeitliche Verzögerungen gleichzeitig zu nutzen. Das Verfahren soll als „erweitertes DPLS“ oder eDPLS bezeichnet werden. Die Modellstruktur des erweiterten DPLS-Modells kann wieder in Matrixgleichungen zusammengefasst werden. Im inneren Modell (20) wird für jede Zeitverzögerungsstufe τ eine Koeffizientenmatrix $\boldsymbol{\Gamma}^{t-\tau}$ benötigt bis zur maximalen Verzögerungsstufe τ_{max} . Die Gewichts- und Ladungsbeziehungen im äußeren Modell entsprechen weiterhin dem klassischen PLS-Modell.

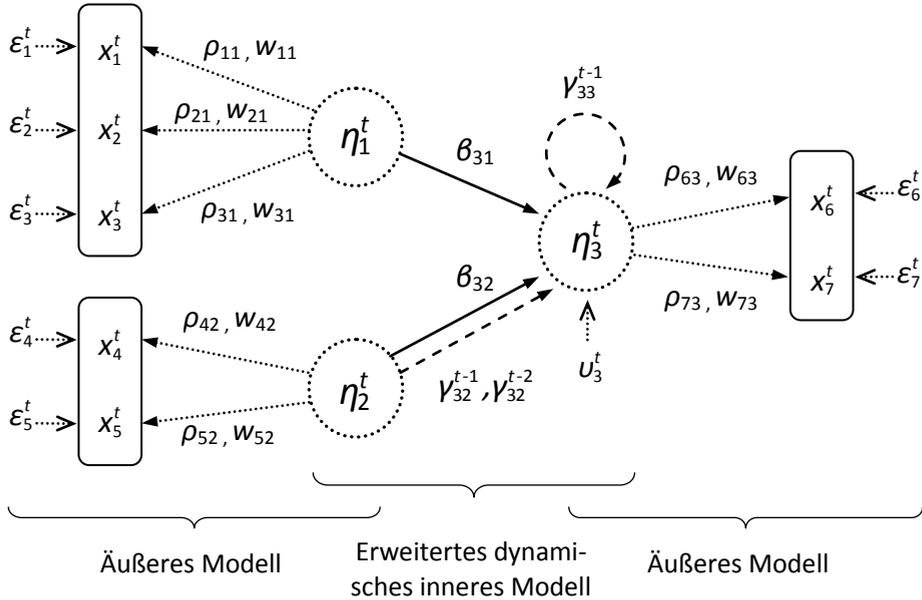
$$\boldsymbol{\eta}_t = \mathbf{B}\boldsymbol{\eta}_t + \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\eta}_{t-1} + \boldsymbol{\Gamma}^{t-2}\boldsymbol{\eta}_{t-2} + \dots + \boldsymbol{\Gamma}^{t-\tau_{max}}\boldsymbol{\eta}_{t-\tau_{max}} + \mathbf{u}_t \quad (\text{Dyn. inneres Modell}) \quad (20)$$

$$\boldsymbol{\eta}_t = \mathbf{W}'\mathbf{x}_t \quad (\text{Gewichtsbeziehung}) \quad (21) = (2)$$

$$\mathbf{x}_t = \mathbf{P}\boldsymbol{\eta}_t + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (\text{Ladungsbeziehung}) \quad (22) = (3)$$

Abbildung 8 verdeutlicht die Zusammenhänge in einem beispielhaft erweiterten DPLS-Modell. Sobald eine Latente Variable im inneren Modell verzögert auftritt, wird der entsprechende Pfeil im Pfaddiagramm gestrichelt dargestellt. Die jeweiligen Koeffizienten der verzögerten Beziehung $\gamma_{ij}^{t-\tau}$ erhalten eine zusätzliche Kennzeichnung $t-\tau$ mit τ als Stufe (Lag) der zeitlichen Verzögerung.

Abbildung 8: Erweitertes DPLS als Pfadmodell



Im Modell in Abbildung 8 mit maximal zwei Verzögerungen ergibt sich im dynamischen inneren Modell (20) folgende Gleichung. Da nur η_3^t eine endogene Latente Variable ist, kann das dynamische innere Modell als eine einzelne Gleichung geschrieben werden.

$$\eta_t = \mathbf{B}\eta_t + \Gamma^{t-1}\eta_{t-1} + \Gamma^{t-2}\eta_{t-2} + \mathbf{u}_t$$

$$\begin{bmatrix} \eta_1^t \\ \eta_2^t \\ \eta_3^t \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \beta_{31} & \beta_{32} & 0 \end{bmatrix}}_{\text{PLS}^t} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1^t \\ \eta_2^t \\ \eta_3^t \end{bmatrix} + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_{32}^{t-1} & \gamma_{33}^{t-1} \end{bmatrix}}_{\text{einfaches DPLS}^{t-1}} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1^{t-1} \\ \eta_2^{t-1} \\ \eta_3^{t-1} \end{bmatrix} + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_{32}^{t-2} & 0 \end{bmatrix}}_{\text{erweitertes DPLS}^{t-2}} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1^{t-2} \\ \eta_2^{t-2} \\ \eta_3^{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1^t \\ u_2^t \\ u_3^t \end{bmatrix}$$

$$\eta_3^t = \beta_{31}\eta_1^t + \beta_{32}\eta_2^t + \gamma_{32}^{t-1}\eta_2^{t-1} + \gamma_{33}^{t-1}\eta_3^{t-1} + \gamma_{32}^{t-2}\eta_2^{t-2} + u_3^t$$

Das äußere Modell besteht analog zum klassischen PLS und einfachen DPLS aus Gewichts- und Ladungsbeziehungen. Die Latenten Variablen ergeben sich weiterhin aus ihren Indikatoren als Linearkombination, also als gewichtete Summen. Die Gewichtsmatrix \mathbf{W} hat den gleichen Aufbau wie ihre zugehörige Designmatrix \mathbf{D}_B . Die Gewichtsbeziehung in Abbildung 8 kann geschrieben werden als:

$$\boldsymbol{\eta}_t = \mathbf{W}' \mathbf{x}_t$$

$$\begin{bmatrix} \eta_1^t \\ \eta_2^t \\ \eta_3^t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & 0 & 0 \\ w_{21} & 0 & 0 \\ w_{31} & 0 & 0 \\ 0 & w_{42} & 0 \\ 0 & w_{52} & 0 \\ 0 & 0 & w_{63} \\ 0 & 0 & w_{73} \end{bmatrix}' \cdot \begin{bmatrix} x_1^t \\ x_2^t \\ x_3^t \\ x_4^t \\ x_5^t \\ x_6^t \\ x_7^t \end{bmatrix}$$

$$\eta_1^t = w_{11}x_1^t + w_{21}x_2^t + w_{31}x_3^t$$

$$\eta_2^t = w_{42}x_4^t + w_{52}x_5^t$$

$$\eta_3^t = w_{63}x_6^t + w_{73}x_7^t$$

Die Ladungsbeziehungen beschreiben analog zum klassischen PLS die Beziehungen der Indikatoren zu ihren Latenten Variablen als bivariate Regression. Die $M \times K$ dimensionierte Ladungsmatrix \mathbf{P} enthält weiterhin die Ladungen, welche den Korrelationen entsprechen bei standardisierten Daten. Der Vektor $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ enthält wieder die Fehlerterme mit Erwartungswerten von Null. Für das Modell in Abbildung 8 ergeben sich folgende Ladungsbeziehungen.

$$\mathbf{x}_t = \mathbf{P}\boldsymbol{\eta}_t + \boldsymbol{\varepsilon}_t$$

$$\begin{bmatrix} x_1^t \\ x_2^t \\ x_3^t \\ x_4^t \\ x_5^t \\ x_6^t \\ x_7^t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_{11} & 0 & 0 \\ \rho_{21} & 0 & 0 \\ \rho_{31} & 0 & 0 \\ 0 & \rho_{42} & 0 \\ 0 & \rho_{52} & 0 \\ 0 & 0 & \rho_{63} \\ 0 & 0 & \rho_{73} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1^t \\ \eta_2^t \\ \eta_3^t \\ \eta_4^t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1^t \\ \varepsilon_2^t \\ \varepsilon_3^t \\ \varepsilon_4^t \\ \varepsilon_5^t \\ \varepsilon_6^t \\ \varepsilon_7^t \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} x_1^t &= \rho_{11}\eta_1^t + \varepsilon_1^t & x_4^t &= \rho_{42}\eta_2^t + \varepsilon_4^t & x_6^t &= \rho_{63}\eta_1^t + \varepsilon_6^t \\ x_2^t &= \rho_{21}\eta_1^t + \varepsilon_2^t & x_5^t &= \rho_{52}\eta_2^t + \varepsilon_5^t & x_7^t &= \rho_{73}\eta_1^t + \varepsilon_7^t \\ x_3^t &= \rho_{31}\eta_1^t + \varepsilon_3^t & & & & \end{aligned}$$

Zusammenfassend gilt, dass die Erweiterung des einfachen DPLS zum eDPLS die Modellierung mehrerer Verzögerungsstufen gleichzeitig ermöglicht. Dazu werden die inneren Modelle um zusätzliche verzögerte Latente Variable erweitert. Mit den erweiterten dynamischen Strukturbeziehungen, den Gewichtsbeziehungen und Ladungsbeziehungen ist ein erweitertes DPLS-Modell spezifiziert als dynamisches Strukturgleichungsmodell mit Latenten Variablen. Die Berechnung der Parameter wird im folgenden Abschnitt erläutert.

2.3.4 Erweitertes DPLS-Schätzverfahren

Das Schätzverfahren des erweiterten DPLS (eDPLS) orientiert sich formal am DPLS-Algorithmus von Strohe (1995) und erweitert diesen im Teilschritt der *Inneren Approximation*, um mehrere Verzögerungsstufen gleichzeitig zu modellieren.

Für das eDPLS-Schätzverfahren müssen die Matrizen \mathbf{D}_B und $\mathbf{D}_C^{t-\tau}$ für alle Verzögerungen τ sowie \mathbf{D}_W festgelegt werden entsprechend den unverzögerten und verzögerten Beziehungen zwischen den Latenten Variablen und ihren Indikatoren. Die Matrizen \mathbf{D}_B , $\mathbf{D}_C^{t-\tau}$ und \mathbf{D}_W entsprechen in der Anordnung ihrer Elemente den Koeffizientenmatrizen \mathbf{B} und $\mathbf{\Gamma}^{t-\tau}$ sowie der Gewichtsmatrix \mathbf{W} . Für das Modell aus Abbildung 8 mit zwei Verzögerungsstufen ergeben sich folgende Matrizen.

$$\mathbf{D}_B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{D}_C^{t-1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{D}_C^{t-2} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{D}_W = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Der Kern des eDPLS-Verfahrens ist wie beim klassischen PLS und DPLS von Strohe die Schätzung der Gewichtsmatrix \mathbf{W} und damit der Werte für die Latenten Variablen. Es werden wieder folgende Prozeduren iterativ durchgeführt.

0. Festlegung von passenden Startwerten (z.B. Zufallswerte) für die äußeren Gewichte \mathbf{W}^0 und damit der Startwerte der Latenten Variablen $\boldsymbol{\eta}^0$ entsprechend der Gewichtsbeziehung und anschließender Standardisierung der Latenten Variablen auf Varianz Eins und Mittelwert Null. Die Berechnung erfolgt über die bekannte Gewichtsbeziehung.

$$\boldsymbol{\eta}^0 = \mathbf{W}^0 \mathbf{x}$$

1. Äußere Approximation (Bildung der Latenten Variablen im äußeren Modell)

Die Äußere Approximation entspricht unverändert dem klassischen PLS Verfahren und einfachen DPLS. Bei jedem Durchlauf des äußeren Iterationsschritts werden neue äußere Gewichte \mathbf{W}^{neu} zwischen den Latenten Variablen und ihren zugehörigen Indikatoren bestimmt. Die neuen Gewichte werden geschätzt entweder als Regressionskoeffizienten der bivariaten Regression jedes einzelnen Indikators mit seiner Latenten Variablen (reflektiv) oder als multiple Regression jeder Latenten Variablen mit ihren Indikatoren (formativ). Auf die Bedeutung der Unterschiede wurde im Abschnitt 2.2.4 eingegangen. Auf die Darstellung des Zeitindex t soll verzichtet werden, da sich dieser Schritt nicht vom klassischen PLS unterscheidet.

$$x_i = w_{ij}^{\text{neu}} \eta_j^{\text{neu}} + e_i^* \quad \text{für alle } i=1\dots M \text{ und } j=1\dots K \text{ (reflektiv)}$$

$$\eta_j^{\text{neu}} = w_{11}^{\text{neu}} x_1 + \dots + w_{ij}^{\text{neu}} x_i + e_j^* \quad \text{für alle } i=1\dots M \text{ und } j=1\dots K \text{ (formativ)}$$

Die Kennzeichnung der Größen mit $^{\text{neu}}$ deutet an, dass sie temporär bleiben bis das Verfahren gegen die letztendlichen Gewichte und Latenten Variablen konvergiert. Die temporären Fehlerterme für den inneren Iterationsschritt werden mit e^* bezeichnet. Für das Modell aus Abbildung 8 ergeben sich im reflektiven Fall sieben bivariate Regressionen, für den formativen Fall drei multivariate Regressionen. Mit Hilfe der neuen äußeren Gewichte \mathbf{W}^{neu} werden neue Schätzwerte für die latenten Variablen $\boldsymbol{\eta}^{\text{neu}}$ gebildet als Linearkombinationen ihrer Indikatoren entsprechend der Gewichtsbeziehung.

$$\boldsymbol{\eta}^{\text{neu}} = \mathbf{W}^{\text{neu}} \mathbf{x}$$

2. Innere Approximation (Bildung der Latenten Variablen im inneren Modell)

Die Innere Approximation wird erweitert für die dynamische Schätzung. Es werden dazu neue Hilfsgrößen bestimmt, bezeichnet als innere Gewichte, für alle direkten verzögerten und unverzögerten Verbindungen von Latenten Variablen im Pfaddiagramm. Als innere Gewichte werden hier die entsprechenden Elemente der Korrelationsmatrix beziehungsweise der Kreuz-Autokorrelationsmatrix der Latenten Variablen verwendet (entspricht einer dynamischen Faktorgewichtung des PLS).

$$\boldsymbol{\eta}_t^{\text{neu}} = \mathbf{R}_* \boldsymbol{\eta}_t + \mathbf{A}_*^{t-1} \boldsymbol{\eta}_{t-1} + \mathbf{A}_0^{t-1'} \boldsymbol{\eta}_{t+1} + \dots + \mathbf{A}_*^{t-\tau_{\max}} \boldsymbol{\eta}_{t-\tau_{\max}} + \mathbf{A}_0^{t-\tau_{\max}'} \boldsymbol{\eta}_{t+\tau_{\max}} \quad (23)$$

Wobei \mathbf{R}_* und $\mathbf{A}_*^{t-\tau}$ sinnvolle innere Gewichtungsmatrizen darstellen, etwa die Korrelationsmatrix \mathbf{R} und die jeweiligen Kreuz-Autokorrelationsmatrizen $\mathbf{A}^{t-\tau}$, welche durch die elementweise Multiplikation mit den Matrizen \mathbf{D}_B bzw. $\mathbf{D}_C^{t-\tau}$ begrenzt werden auf vorher festgelegte Beziehungen im inneren Modell. Die Matrizen $\mathbf{A}_0^{t-\tau}$ entsprechen $\mathbf{A}_*^{t-\tau}$ wobei die Diagonalen gleich Null gesetzt werden. Die inneren Gewichtungsmatrizen können für das Modell aus Abbildung 8 berechnet werden in der Form:

$$\mathbf{R}_* = (\mathbf{D}_B + \mathbf{D}_B') \otimes \mathbf{R}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & r_{13} \\ 0 & 0 & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & 0 \end{bmatrix} = \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \right) \otimes \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A}_*^{t-\tau} = \mathbf{D}_C^{t-\tau} \otimes \mathbf{A}^{t-\tau} \quad \text{für alle } \tau \quad (24)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_{32}^{t-1} & a_{33}^{t-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} a_{11}^{t-1} & a_{12}^{t-1} & a_{13}^{t-1} \\ a_{21}^{t-1} & a_{22}^{t-1} & a_{23}^{t-1} \\ a_{31}^{t-1} & a_{32}^{t-1} & a_{33}^{t-1} \end{bmatrix} \quad \text{für } \tau = 1$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_{32}^{t-2} & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} a_{11}^{t-2} & a_{12}^{t-2} & a_{13}^{t-2} \\ a_{21}^{t-2} & a_{22}^{t-2} & a_{23}^{t-2} \\ a_{31}^{t-2} & a_{32}^{t-2} & a_{33}^{t-2} \end{bmatrix} \quad \text{für } \tau = 2$$

Für das Modell aus Abbildung 8 mit maximal zwei Verzögerungsstufen erfolgt im inneren Approximationsschritt die Neuberechnung der Latenten Variablen als Linearkombination aller Latenten Umgebungsvariablen durch die folgende Gleichung (25).

$$\boldsymbol{\eta}_t^{\text{neu}} = \mathbf{R} \boldsymbol{\eta}_t + \mathbf{A}^* \boldsymbol{\eta}_{t-1} + \mathbf{A}_0^{t-1'} \boldsymbol{\eta}_{t+1} + \mathbf{A}^{t-2} \boldsymbol{\eta}_{t-2} + \mathbf{A}_0^{t-2'} \boldsymbol{\eta}_{t+2} \quad (25)$$

$$\begin{array}{c} \text{PLS}^t \qquad \qquad \qquad \text{einfaches DPLS}^{t-1} \\ \hline \begin{bmatrix} \eta_1^{t,\text{neu}} \\ \eta_2^{t,\text{neu}} \\ \eta_3^{t,\text{neu}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & r_{13} \\ 0 & 0 & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1^t \\ \eta_2^t \\ \eta_3^t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_{32}^{t-1} & a_{33}^{t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1^{t-1} \\ \eta_2^{t-1} \\ \eta_3^{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a_{32}^{t-1} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1^{t+1} \\ \eta_2^{t+1} \\ \eta_3^{t+1} \end{bmatrix} \\ + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_{32}^{t-2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1^{t-2} \\ \eta_2^{t-2} \\ \eta_3^{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a_{32}^{t-2} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1^{t+2} \\ \eta_2^{t+2} \\ \eta_3^{t+2} \end{bmatrix} \\ \hline \text{erweitertes DPLS}^{t-2} \end{array}$$

$$\eta_1^{t,\text{neu}} = r_{13} \eta_3^t$$

$$\eta_2^{t,\text{neu}} = r_{23} \eta_3^t + a_{32}^{t-1} \eta_3^{t+1} + a_{32}^{t-2} \eta_3^{t+2}$$

$$\eta_3^{t,\text{neu}} = r_{31} \eta_1^t + r_{32} \eta_2^t + a_{32}^{t-1} \eta_2^{t-1} + a_{33}^{t-1} \eta_3^{t-1} + a_{32}^{t-2} \eta_2^{t-2}$$

Es werden zusätzlich zu den aus dem klassischen PLS bekannten unverzögerten Umgebungsvariablen $\boldsymbol{\eta}_t$ auch alle zeitlich verzögerten Umgebungsvariablen $\boldsymbol{\eta}_{t-1}$ und $\boldsymbol{\eta}_{t-2}$ betrachtet. Die Latente Variable η_1^t ist im Modell aus Abbildung 8 nur unverzögert verbunden mit η_3^t gewichtet mit der Korrelation r_{13} . Für η_2^t müssen neben der unverzögerten Beziehung zu η_3^t zusätzlich die beiden verzögerten (bzw. in dem Fall vorgelagerten) Beziehungen zu η_3^{t+1} und η_3^{t+2} im dynamischen Kontext berücksichtigt werden, gewichtet mit den entsprechenden Kreuzkorrelation a_{32}^{t-1} und a_{32}^{t-2} . Da aus Sicht von η_2^t diese Beziehungen in die Zukunft gerichtet sind, gilt $t+\tau$ statt $t-\tau$. Für die endogene Latente Variable η_3^t werden die beiden unverzögerten Beziehungen zu η_1^t und η_2^t berücksichtigt mit den Korrelationen r_{31} und r_{32} als Gewichte und die beiden verzögerten Beziehungen zu η_2^{t-1} und η_2^{t-2} gewichtet mit den jeweiligen Kreuzkorrelation a_{32}^{t-1} und a_{32}^{t-2} . Die autoregressive Beziehung von η_3^t zu η_3^{t-1} wird mit der Autokorrelation a_{33}^{t-1} gewichtet.

Mit den neu gewonnenen Werten der Latenten Variablen wird im nächsten Iterationsschritt wieder die Äußere Approximation begonnen und die Iteration so lange fortgesetzt, bis sich Konvergenz andeutet. Nachdem die Werte der Latenten Variablen bestimmt sind, werden in einer zweiten Stufe mit OLS die Pfadkoeffizienten und Bestimmtheitsmaße für die Gleichungen im dynamischen inneren Modell (20) geschätzt. Für das Modell in Abbildung 8 gilt:

$$\begin{aligned}\eta_t &= \mathbf{B}\eta_t + \Gamma^{t-1}\eta_{t-1} + \Gamma^{t-2}\eta_{t-2} + \mathbf{u}_t \\ \eta_3^t &= \beta_{31}\eta_1^t + \beta_{32}\eta_2^t + \gamma_{32}^{t-1}\eta_2^{t-1} + \gamma_{33}^{t-1}\eta_3^{t-1} + \gamma_{32}^{t-2}\eta_2^{t-2} + \nu_3^t\end{aligned}$$

Zusammenfassend gilt, dass die Erweiterung des DPLS-Schätzverfahrens von Strohe zum eDPLS die Verwendung verzögerter Latenter Variablen ermöglicht mit mehreren Verzögerungen gleichzeitig. Dazu wird die innere Approximationsstufe erweitert für alle verzögerten Latenten Umgebungsvariablen in Analogie zum einfachen DPLS.

2.3.5 Erweiterte DPLS-Software

Die Entwicklung geeigneter PLS-Software begann 1987 mit dem Programm LVPLS von Jan-Bernd Lohmöller, welches es erstmals ermöglichte, die komplexen Berechnungen in einem akzeptablen Zeitrahmen zu bewältigen. Mittlerweise ist PLS verfügbar in zahlreichen kommerziellen und freien Programmen wie R und SAS. Die Berechnungen der klassischen PLS-Modelle in dieser Arbeit basieren weitgehend auf Smart-PLS.⁸⁶ Für die DPLS-Modelle wurde das Programm DPLS von Strohe und Geppert (2000) in der statistischen Programmiersprache XploRe erweitert.⁸⁷

Als Input werden folgende Matrizen benötigt. Die Datenmatrix wird in der Regel aus einer Datei eingelesen. Die Designmatrizen der verzögerten und unverzögerten Koeffizienten und die Gewichtsmatrix müssen „von Hand“ mit Nullen

⁸⁶ Vgl. Ringle, Wende, Will (2007), SmartPLS 2.0 (M3) Beta.

⁸⁷ XploRe steht zum kostenfreien Download, allerdings wird das Softwarepaket nicht mehr weiterentwickelt (<http://fedc.wiwi.hu-berlin.de/xploRe.php>).

und Einsen eingetragen werden und definieren somit die Struktur des eDPLS-Modells. Für jede Verzögerungsstufe im Modell muss eine entsprechende Designmatrix der verzögerten Koeffizienten eingegeben werden.

Matrix	Dim.	Beschreibung
\mathbf{Y}	$T \times M$	Datenmatrix der Werte aller Indikatoren
\mathbf{D}_B	$K \times K$	Designmatrix der unverzögerten Koeffizienten im inneren Modell mit den Elementen Null und Eins. Entspricht in der Anordnung der Elemente der Koeffizientenmatrix \mathbf{B} .
$\mathbf{D}_C^{t-\tau}$	$K \times K$	Designmatrizen der verzögerten Koeffizienten im inneren Modell bei τ Verzögerungen mit den Elementen Null und Eins. Entspricht in der Anordnung der Elemente der verzögerten Koeffizientenmatrix $\mathbf{\Gamma}^{t-\tau}$.
\mathbf{D}_W	$M \times K$	Designmatrix der Gewichte im äußeren Modell mit den Elementen Null und Eins. Entspricht in der Anordnung der Elemente der Gewichtsmatrix \mathbf{W} .

Ein bedeutender Unterschied zur bisherigen Notation betrifft die Struktur der Matrizen der Indikatoren und Latenten Variablen, die nun Datenwerte statt Variablen enthalten. Die entsprechende Umwandlung der Matrixgleichungen erfordert einige Überlegungen und Anpassungen. Die Erweiterungen gegenüber dem originalen DPLS finden vor allem in der inneren Approximationsstufe statt, deshalb wird nur diese nachfolgend dargestellt.

Der Kern der inneren Approximation ist die Neubestimmung der Werte der Latenten Variablen als Linearkombination ihrer direkt im Pfaddiagramm verbundenen Latenten Umgebungsvariablen über die folgende Gleichung (19), welche bereits im Kapitel 2.3.2 vorgestellt wurde.

$$\boldsymbol{\eta}_t^{\text{neu}} = \mathbf{R} * \boldsymbol{\eta}_t + \mathbf{A} * \boldsymbol{\eta}_{t-1} + \mathbf{A}'_0 \boldsymbol{\eta}_{t+1}$$

Die vorherige Gleichung mit Variablenstruktur überträgt sich in das Softwareprogramm DPLS von Strohe und Geppert in der folgenden Form in Datenstruktur (originaler Quellcode). Das mathematisch geschulte Auge kann die Ähnlichkeiten erkennen.

$$t = ds * tn + da * t1 + (da . * d1p)' * tf \quad (26)$$

Eine vollständige Erläuterung übersteigt den Rahmen dieser Arbeit und kann in Strohe und Geppert (2000) nachgelesen werden. Die notwendigen Matrizen sind \mathbf{t} als Matrix der Werte der neuen standardisierten LV, \mathbf{tn} als Matrix der Werte der LV ohne die ersten und letzten Beobachtungen, $\mathbf{t1}$ als Matrix der Werte der standardisierten LV mit Lag, \mathbf{tf} als Matrix der Werte der standardisierten LV mit positivem Lag, \mathbf{ds} als begrenzte Designkorrelationsmatrix als innere unverzögerte Gewichtungsmatrix, \mathbf{da} als begrenzte Designautokorrelationsmatrix als innere verzögerte Gewichtungsmatrix und $\mathbf{d1p}$ als begrenzte Designautokorrelationsmatrix mit Diagonalelementen Null. Die Zeichen $.$ * symbolisieren hier elementweise Matrixmultiplikationen.

Die Gleichung der inneren Approximation wird für das eDPLS erweitert, um mehrere Verzögerungsstufen zu beinhalten, in diesem Fall für zwei Verzögerungsstufen über die Gewichtungsgleichung (25), welche bereits im Kapitel 2.3.4 vorgestellt wurde, umgewandelt in Quellcode (27):

$$\begin{aligned} \eta_t^{\text{neu}} &= \mathbf{R} * \eta_t + \mathbf{A}^{t-1} * \eta_{t-1} + \mathbf{A}_0^{t-1'} * \eta_{t+1} + \mathbf{A}^{t-2} * \eta_{t-2} + \mathbf{A}_0^{t-2'} * \eta_{t+2} \\ t &= ds * tn + da * t1 + (da . * d1p)' * tf + da2 * t12 \\ &+ (da2 . * d1p2)' * tf2 \end{aligned} \quad (27)$$

Zusätzlich werden die Matrizen $\mathbf{da2}$, $\mathbf{t12}$, $\mathbf{tf2}$ und $\mathbf{d1p2}$ berechnet als zweite Verzögerungsstufe analog zum originalen DPLS. Für weitere Verzögerungsstufen müssen entsprechend zusätzliche verzögerte Terme addiert werden, damit alle verzögerten Latenten Umgebungsvariablen bei der inneren Approximation berücksichtigt werden.

Als Resultat wird die Gewichtsmatrix \mathbf{W} berechnet und damit die Werte der Latenten Variablen mit Ladungen und Pfadkoeffizienten. Als Testverfahren können t-Tests mit den Werten der Latenten Variablen durchgeführt werden, da Resampling-Verfahren im Programm nicht zur Verfügung stehen. Da die verwendete Programmiersprache kaum noch in Gebrauch ist und eigens für dieses Projekt reaktiviert wurde, wäre langfristig eine Transformation sinnvoll, etwa in die freie statistische Sprache R.

2.4 Verwandte statistische Methoden

In diesem Abschnitt soll eine kurze Einführung in die verwandten statistischen Verfahren Hauptkomponentenanalyse (HKA) bzw. Faktor(en)analyse, Neuronale Netze und LISREL erfolgen. Die Verfahren wurden in dieser Arbeit bereits angesprochen und überschneiden sich in ihren Eigenschaften teilweise mit PLS. Falls die Hauptkomponentenanalyse und verwandte Faktoranalyse dem Leser bekannt sind, ermöglichen sie einen relativ leichten Einstieg in PLS. Während Hauptkomponenten noch zur ersten Generation nach Abbildung 1 gezählt werden können, sind Neuronale Netze und LISREL Bestandteil der zweiten Generation.

Die HKA wurde 1901 vom britischen Mathematiker Karl Pearson (1857–1936) entwickelt. Sie verfolgt das Ziel, komplexe Datensätze mit zahlreichen Variablen und ihre Strukturen zu reduzieren, indem diese auf gemeinsame Grundinformationen komprimiert werden. Zahlreiche beobachtbare Variablen bzw. Indikatoren können durch weniger Hauptkomponenten (HK) repräsentiert werden, welche gewichtete Summen in Form von Linearkombinationen dieser darstellen. Das Verfahren dient vor allem dem Erkennen von Strukturen und der Datenreduktion bei komplexeren Datensätzen. Die HKA ähnelt in ihrem Ansatz somit PLS, da ebenfalls ähnliche Indikatoren zu Latenten Variablen bzw. Komponenten zusammengefasst werden. Ein Beispiel aus der Wirtschaftswissenschaft ist die Entwicklung von Zinssätzen mit verschiedener Fristigkeit von Tagesgeld bis Jahresgeld über mehrere Jahre. Diese Zinszeitreihen sind in der Regel hoch korreliert, wenn auch nicht identisch. Mit Hilfe der HKA kann eine HK gebildet werden, welche die Entwicklung aller Einzelreihen möglichst gut repräsentiert.

Eine aktuelle Studie von Schumacher (2009) nutzte Hauptkomponentenanalysen, um zahlreiche volkswirtschaftliche Indikatoren zu HK zusammenzufassen, um damit die Entwicklung des deutschen Bruttoinlandsproduktes zu prognostizieren. Diese Studie wird in Kapitel 4.3 genauer vorgestellt.

Abbildung 9: Hauptkomponentenanalyse

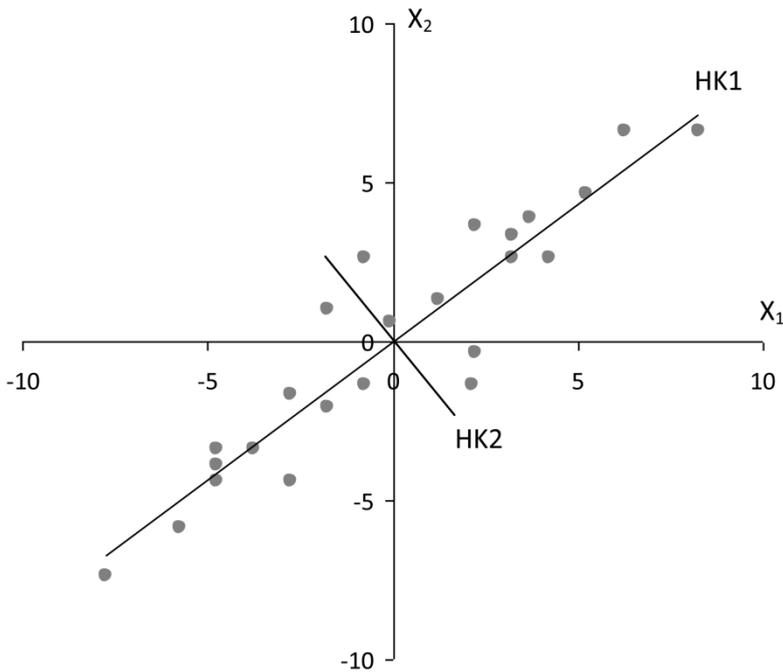


Abbildung 9 soll das Prinzip der HKA verdeutlichen. Die Anzahl der sinnvoll zu bildenden HK gibt Anhaltspunkte über die Anzahl der Richtungen in den Daten. Die Indikatoren x_1 und x_2 werden in einem Streudiagramm als Punktwolke dargestellt. Die Daten sind zentriert mit abgezogenen Mittelwerten, so dass die Punktwolke im Zentrum des Koordinatensystems liegt. Zu erkennen ist ein ausgeprägter positiver Zusammenhang in dessen Richtung ein Großteil der Streuung verläuft, wobei eine geringere Streuung auf eine zweite Richtung entfällt. In dem Beispiel können zwei HK gebildet werden, dargestellt durch die Linien, wobei die erste HK weitgehend die gesamte Varianz der Punktwolke abdeckt. Das Koordinatensystem wird so gedreht, dass die erste Achse in Richtung der größten Varianz der Punktwolke zeigt. Die zweite Achse steht orthogonal auf der ersten und ist damit unkorreliert. Allgemein bezeichnet die i -te Achse die i -te Hauptkomponente. Die beiden Indikatoren können gut durch die alleinige Betrachtung der ersten Hauptkomponente beschrieben werden, somit kann eine Datenreduktion erfolgen.

Wenn mehrere Indikatoren x_1 bis x_M vorliegen, die möglichst hoch miteinander korreliert sind, so können mit der HKA die HK η_1 bis η_M gebildet werden, welche die Indikatoren gut repräsentieren und somit die Dimension der Daten reduzieren sollen. Die HKA ist ein rein mathematisches Optimierungsverfahren ohne Annahmen bezüglich einer Fehlerstruktur. Die HKA hat somit eher einen deskriptiven statt modelltheoretischen Charakter und beschreibt Strukturen in Daten. Hauptkomponenten werden gebildet als Linearkombination der beobachteten Indikatoren ähnlich der Gewichtsbeziehung in PLS.⁸⁸

$$\boldsymbol{\eta} = \boldsymbol{\Gamma}' \mathbf{x} \quad (\text{Hauptkomponentenanalyse}) \quad (28)$$

Dabei ist \mathbf{x} der Vektor der Indikatoren, $\boldsymbol{\eta}$ der Vektor der HK und $\boldsymbol{\Gamma}$ die Koeffizientenmatrix mit den Eigenvektoren als Spalten. Bei drei Indikatoren x_1 , x_2 und x_3 ergibt sich folgender Zusammenhang.

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{13} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{23} \\ \gamma_{31} & \gamma_{32} & \gamma_{33} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$

Die Berechnung der Eigenvektoren und damit der Hauptkomponenten basiert auf einer Spektralzerlegung der Kovarianz- oder Korrelationsmatrix der Indikatoren. Die tatsächliche Berechnung von Eigenvektoren und -werten ist für größere Matrizen komplex und soll für diesen Einstieg in die Thematik nicht weiter erläutert werden. Obwohl die Anzahl der HK der Anzahl der Indikatoren entspricht, werden in der Regel nur die ersten HK betrachtet, da diese den größten Teil der Varianz und damit sinnvollen Information abdecken.⁸⁹

Die HKA hat Ähnlichkeit zum verwandten Modell der Faktorenanalyse und wird gelegentlich gleichgesetzt, wobei die HKA ein verbreiteter Lösungsansatz der Faktorenanalyse ist. Bei der Faktorenanalyse kann eine Ladungsbeziehung betrachtet werden, welche den Zusammenhang der Indikatoren mit ihren Faktoren inklusive Fehlertermen beschreibt. Die Faktorladungen entsprechen bei

⁸⁸ Vgl. Eckey et al. (2002) für eine Einführung in die Welt der multivariaten Statistik.

⁸⁹ Eine etwas ausführlichere Darstellung der HKA findet sich in Ruge (2009).

standardisierten Daten den Korrelationen und geben anschaulich an, wie hoch ein Indikator auf einen Faktor lädt.⁹⁰

$$\mathbf{x} = \mathbf{\Lambda}\boldsymbol{\eta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (\text{Faktorenanalyse}) \quad (29)$$

Mit $\mathbf{\Lambda}$ (Lambda) als Ladungsmatrix der Eigenwerte und $\boldsymbol{\varepsilon}$ als Vektor von Fehlertermen ergibt sich bei drei Indikatoren:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{bmatrix}$$

Die Größe der Eigenwerte λ_i der Ladungsmatrix gibt Auskunft über den Anteil der Varianzerklärung durch die jeweilige HK η_i . Gewichts- und Ladungsbeziehungen finden sich auch in PLS-Modellen wieder und beschreiben analog den Zusammenhang der Indikatoren zu ihren Latenten Variablen. Die Faktorenanalyse wird in Kapitel 3.2 genutzt, um die Zuordnung und Trennschärfe der sechs Indikatoren der Stimmungen und Erwartungen vor der eigentlichen PLS-Modellierung zu untersuchen.

Neuronale Netze können in den Bereich der zweiten Generation der komplexeren multivariaten Verfahren gezählt werden, siehe Abbildung 1. Da diese Verfahren bereits im Bereich der Wirtschaftswissenschaften angewandt wurden und potenziell ausbaufähig sind, soll eine Einführung gegeben werden, verbunden mit dem Ziel, eine Abgrenzung zu den methodischen Grundlagen der PLS-Modelle zu geben. Der Begriff Neuronale Netze bezog sich ursprünglich auf das menschliche Gehirn, welches als Vorbild für Künstliche Neuronale Netze (KNN) genutzt werden sollte, um biologische Grundzüge zu imitieren. Letztendlich stellen moderne KNN Systeme aus Modellgleichungen dar, um komplexe Zusammenhänge zwischen Variablen zu untersuchen.⁹¹

⁹⁰ Die sprachlichen Regelungen sind hier für die verschiedenen Verfahren in der Literatur nicht immer einheitlich, als Ladungsmatrix werden in der HKA auch die Gewichte bezeichnet und umgekehrt.

⁹¹ Vgl. u.a. Rey und Wender (2008) für eine moderne Einführung in Neuronale Netze.

Der US-amerikanische Neurophysiologe Warren McCulloch (geb. 1898–1969) und der Psychologe Walter Pitts (geb. 1923–1969) entwarfen 1943 ein erstes mathematisches Modell eines Neurons, die nach ihnen benannte McCulloch-Pitts-Zelle.⁹² Dieses vereinfachte Modell sollte reale Vorgänge in neuronalen Strukturen abbilden und diente damit primär dem Verständnis lebender neuronaler Netze. Nach den Erfolgen der ersten Jahre verfiel das Forschungsgebiet für einige Jahrzehnte in Stillstand, bis die Arbeiten seit den 1980er Jahren wieder aufgenommen haben. Dennoch sind bis heute KNN weit davon entfernt, Intelligenz im biologischen Sinne zu erschaffen. Zu den herausragenden Merkmalen der Biologie zählen Selbstorganisation, Lernfähigkeit, Abstrahierungsfähigkeit und Fehlertoleranz. Für streng abgegrenzte Probleme in Form von statistischen Optimierungen und Datenbeschreibungen bieten KNN dagegen interessante Ansätze.

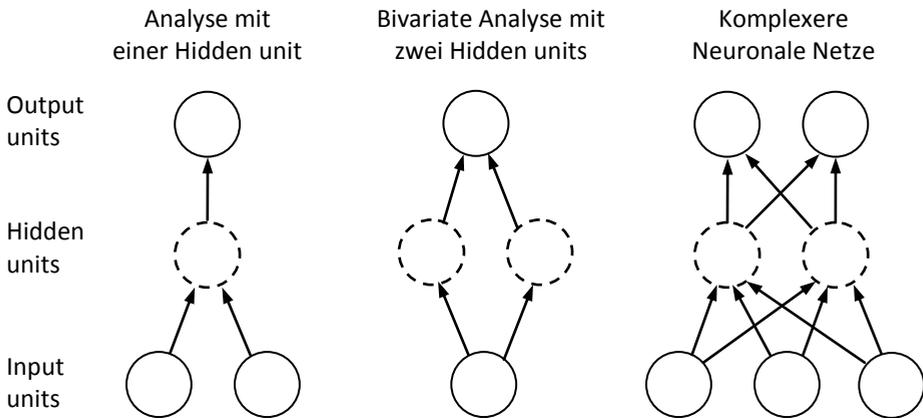
Die Modelle der KNN bestehen aus Neuronen (units), welche Informationen in Form von Daten verarbeiten und umwandeln. Es werden in der konkreten Modellierung drei Arten von Neuronen unterschieden. Input units nehmen Informationen auf in Form von statistischen Daten und Output units erzeugen konkrete Ergebnisse. Die zwischengelagerten Hidden units stellen keine Variablen dar, sondern einen formelhaften Zusammenhang zur Verarbeitung der Daten. An dieser Stelle unterscheidet sich die Notation deutlich von den vorher beschriebenen Strukturgleichungsmodellen. Abbildung 10 soll drei mögliche Modellansätze für Neuronale Netze verdeutlichen.

Die einzelnen units sind miteinander durch Pfeile verbunden, ähnlich den Pfaddiagrammen. Die Stärke der Zusammenhänge zwischen Neuronen wird durch Gewichte abgebildet. Das eigentliche Schätzen wird als der *Lernprozess* des KNN verstanden und bewirkt Gewichtsveränderungen zwischen den Neuronen. Wie diese Anpassung formell erfolgt ist abhängig von der verwendeten Lernregel. Diese sind das Äquivalent zu den statistischen Schätzverfahren, wie sie unter anderem in Pfadmodellen genutzt werden und stellen damit den Kern der KNN dar.⁹³

⁹² Vgl. McCulloch und Pitts (1943, S. 115–133).

⁹³ Vgl. u.a. Rey und Wender (2008) für eine Einführung. Die verfügbaren Lernregeln sind zahlreich und überschreiten den Rahmen dieser Arbeit.

Abbildung 10: Ausgewählte Modellansätze für Neuronale Netze



Problematisch ist ein häufig attestiertes Black-Box-Verhalten, so dass KNN letztendlich nicht in dieser Arbeit verwendet werden können.⁹⁴ Zudem sind in dieser Arbeit eher lineare Zusammenhänge zu beobachten anstelle komplexer, nichtlinearer Abhängigkeiten. In den letzten Jahren gibt es einige Anstrengungen, KNN besser die Welt der Strukturgleichungsmodelle zu integrieren, insbesondere durch die Nutzung Latenter Variablen. Die Ansätze werden unter anderem von Buckler und Hennig-Thurau (2008) entwickelt, so dass für zukünftige Projekte die Nutzung KNN sinnvoll sein kann. Die genannten Autoren nutzen Hauptkomponentenanalysen zur Berechnung der Werte der Latenten Variablen und Neuronale Netze, um die Zusammenhänge zwischen diesen zu untersuchen, bezeichnet als Universal Structural Modeling.⁹⁵ KNN sind somit vor allem für eine verbesserte Modellanpassung sinnvoll, falls eine inhaltliche Interpretation der Parameter nicht das eigentliche Ziel ist, siehe auch Abbildung 2. Somit bieten sie vor allem für zeitliche Prognosemodelle Potenzial.

⁹⁴ Etwa durch Dayhoff und DeLeo (2001). Johannet et al. (2007, S. 1) erläutern dazu: „Nevertheless the fact that the model obtained with neural network is not understandable in terms of physical parameters (black box model) is a brake to their use.“

⁹⁵ Buckler und Hennig-Thurau (2008, S. 5) erläutern dazu: „Auf der Messmodellebene setzt USM [Universal Structural Modeling] eine Hauptkomponentenanalyse ein, um die latenten Variablen zu berechnen. Auf der Strukturmodellebene wird ein spezielles Neuronales Netz für jede latente Variable trainiert, um den Einfluss der anderen latenten Variablen zu ermitteln.“

Ein weit verbreitetes Verfahren, welches bereits in dieser Arbeit angesprochen wurde, ist **LISREL** oder allgemeiner jede Form der kovarianzorientierten Strukturgleichungsanalyse mit Latenten Variablen. Der Ansatz wurde durch den schwedischen Statistiker Karl Gustav Jöreskog (geb. 1935) entwickelt und ist das am weitesten verbreitete Programm, um die Parameter eines Strukturgleichungsmodells zu schätzen (Jöreskog, 1971, 1981, 1989). Weitere Programme mit ähnlichen Möglichkeiten sind EQS und SPSS-AMOS. Ein Vergleich des Verfahrens mit PLS wurde bereits in Tabelle 1 gegeben. Oberflächlich betrachtet scheinen beide Ansätze ähnlich, die Unterschiede betreffen vor allem das Schätzverfahren, also die Bestimmung der Modellparameter und deren Interpretation.

In der originalen Notation von Jöreskog ist es üblich, zwischen exogenen Latenten Variablen im Vektor ξ (X_i) und endogenen Latenten Variablen im Vektor η (Eta) zu unterscheiden mit den zugehörigen exogenen und endogenen Indikatoren in den Vektoren \mathbf{x} und \mathbf{y} . Die Koeffizienten des inneren Strukturmodells werden in den Matrizen \mathbf{B} und $\mathbf{\Gamma}$ (Gamma) gespeichert, welche den Aufbau des Strukturmodells definieren. Als Vektor der Fehler im Strukturmodell wird ζ (Zeta) verwendet.

$$\eta = \mathbf{B}\eta + \mathbf{\Gamma}\xi + \zeta \quad (\text{Strukturmodell}) \quad (30)$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{\Lambda}_x \xi + \delta \quad (\text{Messmodell exogene LV}) \quad (31)$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{\Lambda}_y \eta + \epsilon \quad (\text{Messmodell endogene LV}) \quad (32)$$

Jenseits der verwendeten Symbolik ist ein LISREL-Strukturgleichungsmodell einem PLS-Pfadmodell ähnlich in Bezug auf seine Gleichungen, allerdings existiert keine originäre Gewichtsbeziehung. Die Werte der Latenten Variablen bleiben üblicherweise unbestimmt, da das Verfahren vor allem auf die Kovarianzstruktur zielt (und damit auf die Modellparameter) und keine konkreten Werte der Indikatoren benötigt. Das Messmodell besteht aus den Ladungsbeziehungen der zusammengehörigen exogenen und endogenen Indikatoren und Latenten Variablen mit den Ladungsmatrizen $\mathbf{\Lambda}_x$ und $\mathbf{\Lambda}_y$ (Lambda) und den Fehlervektoren δ und ϵ .

LISREL ist enger mit der klassischen Testtheorie verbunden, entsprechend sind verwandte Ansätze modellierbar, wie explorative und konfirmatorische Faktorenanalysen. Das Ziel ist vor allem das Testen etablierter theoretischer Hypo-

thesen, wie in Abbildung 2 dargelegt. Entsprechend können Tests wesentlich detaillierter spezifiziert werden, etwa durch das Erlauben der Korrelation von ausgewählten Residualvarianzen. Forscher versuchen meist, einen nicht immer eindeutigen Kompromiss aus theoretischen Überlegungen und guter Modellanpassung zu modellieren. Da sich die PLS-Pfadmodellierung eher an die Regressionsanalyse anlehnt und auf Verteilungsannahmen verzichtet, sind solche Optionen nicht möglich. Als Input werden in LISREL lediglich Kovarianz- oder Korrelationsmatrizen benötigt, keine Datenwerte. Als Schätzverfahren wird meist eine Maximum-Likelihood-Optimierung (ML) verwendet, zudem stehen zahlreiche weitere Verfahren wie Unweighted Least Squares (ULS) zur Verfügung. Das ML-Schätzverfahren sucht nach den optimalen Parametern, für welche die Wahrscheinlichkeit (Likelihood) maximal sein soll, die empirische Kovarianzmatrix zu reproduzieren. Die ML-Parameterschätzungen sind unverzerrt unter der Annahme unabhängiger, normalverteilter Daten, meist als *hard-modeling* bezeichnet.

Die bereits vorgestellte Simulationsstudie von Reinartz et al. (2009) legt nahe, dass die Parameterschätzungen in LISREL-ML tatsächlich konsistent sind, also für steigende Stichprobengrößen gegen die wahren Werte konvergieren. Dies kann allerdings bei ungünstigen Modellbedingungen, wie geringen Ladungen und Effektstärken sowie nicht-normalverteilten Daten, tausende Beobachtungen voraussetzen, um akzeptable Schätzungen und Teststärken zu erreichen. Da diese anspruchsvollen Dateneigenschaften in der vorliegenden Arbeit nicht gegeben sind, wird stattdessen (D)PLS genutzt, welches sich in den Simulationsstudien als robuster erwies.

2.5 Zusammenfassung

Das zweite Kapitel ist das statistisch-methodische Kernstück dieser Arbeit und erläuterte die Funktionsweise der verwendeten Strukturgleichungsmodelle mit Latenten Variablen und im speziellen den Partial-Least-Squares-Ansatz (PLS) und dessen dynamische Erweiterungen. Das Verfahren wurde von Herman Wold entwickelt und kann zur zweiten Generation der komplexeren multivariaten Verfahren gezählt werden.

Die beschriebenen Latenten Variablen umfassen Größen, die sich einem eindeutigen Konzept und einer präzisen Messung entziehen oder aus komplexen Teilbereichen bestehen. Latente Variable werden in PLS als Linearkombinationen der zugehörigen beobachtbaren Indikatoren gebildet. Aus pragmatischerer, datenorientierter Sicht können sie auch als Index oder Komponente der dahinter stehenden Größe betrachtet werden. Beispiele für Latente Variable in der VWL sind Konzepte wie Wohlfahrt, Schattenwirtschaft, Nutzen, Aktienmärkte, Zinsniveau sowie Stimmungen und Erwartungen.

Im PLS-Ansatz werden ähnlich der Hauptkomponentenanalyse mehrere Indikatoren zu Latenten Variablen zusammengefasst im äußeren Modell, zwischen denen lineare Regressionen im inneren Modell durchgeführt werden. Das eigentliche Schätzverfahren, also die Bestimmung der Gewichte und Pfadkoeffizienten, basiert auf einem iterierenden Algorithmus, der im äußeren Modell auf wiederholten linearen Regressionen und im inneren Modell auf dem Austausch der Werte der Latenten Variablen basiert, damit diese das Gesamtmodell sinnvoll repräsentieren. Die exakten statistischen Eigenschaften der Verfahren sind Teil eines Diskurses in der Literatur. Nach aktuellen Studien bietet PLS bei kleineren Datenumfängen genauere Schätzungen und höhere Teststärken als verwandte Verfahren wie LISREL. Die Modellbewertung erfolgt über zahlreiche Kennzahlen und Testverfahren, die im Laufe der Forschung entwickelt wurden. Neben der Interpretation der Korrelationen und Koeffizienten kann das Bestimmtheitsmaß einen Gesamteindruck vermitteln. Für die Tests einzelner Parameter auf (Quasi-)Signifikanz werden vor allem Resampling-Bootstrapping t-Tests verwendet.

Die Erweiterung des klassischen PLS zum dynamischen DPLS für Zeitreihenanalysen wurde von Strohe (1995) entwickelt und wird in dieser Arbeit methodisch erweitert zum eDPLS, um Abhängigkeiten mit mehreren Verzögerungsstufen gleichzeitig modellieren zu können. Das Schätzverfahren wurde in der inneren Approximationsstufe erweitert, um zusätzliche verzögerte Latente Variable zu beinhalten. Die dynamischen Erweiterungen wurden mit dem Softwarepaket XploRe programmiert und berechnet.

Kapitel 3

Datenanalyse

3.1 Datenübersicht

Der folgende Abschnitt soll einen Überblick der verwendeten Daten und ihrer Eigenschaften verschaffen. Eine sinnvolle Interpretation der Modellergebnisse ist nicht möglich ohne ein tiefgehendes Verständnis der Datenbasis. Eine Entwicklung der modernen Statistik ist die Verfügbarkeit komplexer Datensätze, welche die Verwendung neuerer statistischer Methoden wie Strukturgleichungsmodelle erfordert. Es werden insgesamt 81 Zeitreihen als Indikatoren verwendet für den Zeitraum Januar 1991 bis Juni 2010 mit jeweils 234 Beobachtungen, also fast 20.000 Einzelwerten. Die Daten werden originär von ca. 20 Herausgebern erfasst und veröffentlicht.

Die Daten für Stimmungen und Erwartungen wurden vom Ifo-Institut München, dem ZEW Mannheim und der GfK Nürnberg bezogen. Die Forschungsinstitute erfragen seit Jahrzehnten mit monatlichen Umfragebögen die Einschätzung der wirtschaftlichen Situation und die Zukunftserwartungen in Deutschland. Die Daten der wirtschaftlichen Größen stammen vorrangig von öffentlichen Institutionen, wie dem Statistischen Bundesamt oder der Bundesbank. Für internationale Daten im Bereich Geld- und Aktienmärkte wurde vor allem auf Zentralbanken und Wertpapierbörsen in den jeweiligen Ländern zurückgegriffen. Ein erheblicher Teil der Arbeitsleistung ist in die Beschaffung, Aktualisierung und Aufbereitung der Daten gegangen. Eine inhaltliche Beschreibung der Bedeutung der einzelnen Zeitreihen wird in den jeweiligen Unterkapiteln der Modelle gegeben. Weiterführende Erläuterungen zu allen Indikatoren finden sich gesammelt im Variablenverzeichnis im Anhang.

Alle Zeitreihen sind saisonbereinigt, falls saisonale Effekte beobachtbar sind, wie in Stimmungen, Erwartungen, Auftragseingängen etc. Falls monetäre Wertgrößen vorliegen, wie bei Investitionen oder Nachfrage, werden preisbereinigte Indizes verwendet. Die Indikatoren werden 13 Latenten Variablen zugeordnet, mit jeweils drei bis maximal 16 Indikatoren. Tabelle 9 gibt einen Überblick aller Indikatoren und der Zuordnung zu den Latenten Variablen. Im Anhang ist eine ausführlichere Tabelle mit der originären zeitlichen Periodizität, den Herausgebern und Einheiten zu finden.

Tabelle 9: *Übersicht Indikatoren und Latente Variable*

Latente Variable und Indikatoren	
1. LV <i>Stimmungen</i>	2. LV <i>Erwartungen</i>
(1) <i>Ifo-Geschäftsbeurteilung</i>	(4) <i>Ifo-Geschäftserwartungen</i>
(2) <i>ZEW-Economic Situation</i>	(5) <i>ZEW-Konjunkturerwartungen</i>
(3) <i>GfK-Konsumklima</i>	(6) <i>GfK-Konsumerwartungen</i>
3. LV <i>Investitionen</i>	4. LV <i>Nachfrage</i>
(7) <i>Ausrüstungsinvestitionen</i>	(10) <i>Privatkonsum</i>
(8) <i>Bauinvestitionen</i>	(11) <i>Staatskonsum</i>
(9) <i>Sonstige Anlageinvestitionen</i>	(12) <i>Außenhandelsbeitrag</i>
5. LV <i>Auftragseingänge</i>	(17) <i>AE Verbrauchsgüter</i>
(13) <i>AE Verarbeitendes Gewerbe</i>	(18) <i>AE Gebrauchsgüter</i>
(14) <i>AE Vorleistungsgüter</i>	(19) <i>AE Bauhauptgewerbe</i>
(15) <i>AE Investitionsgüter</i>	AE = Auftragseingänge
(16) <i>AE Konsumgüter</i>	
6. LV <i>Aktien Dtl.</i>	7. LV <i>Anleihen</i>
(20) <i>DAX-Kursindex</i>	(24) <i>REX-Kursindex</i>
(21) <i>DAX-Performanceindex</i>	(25) <i>REX-Performanceindex</i>
(22) <i>CDAX-Kursindex</i>	(26) <i>iBoxx-Kursindex</i>
(23) <i>CDAX-Performanceindex</i>	(27) <i>iBoxx-Performanceindex</i>
8. LV <i>Aktien international</i>	(33) <i>Russell 2000 (USA)</i>
(28) <i>Dow Jones IA (USA)</i>	(34) <i>FTSE 100 (UK)</i>
(29) <i>Dow Jones Composite (USA)</i>	(35) <i>Hang Seng (Hongkong)</i>
(30) <i>Nasdaq Composite (USA)</i>	(36) <i>Nikkei 225 (Japan)</i>
(31) <i>Nasdaq 100 (USA)</i>	(37) <i>CAC 40 (Frankreich)</i>
(32) <i>S&P 500 (USA)</i>	

9. LV Geldmarktzinsen

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| (38) Frankfurt Tagesgeld | (44) Fi/Eu Dreimonatsgeld |
| (39) Frankfurt Monatsgeld | (45) Fi/Eu Sechsmonatsgeld |
| (40) Frankfurt Dreimonatsgeld | (46) Fi/Eu Neunmonatsgeld |
| (41) Frankfurt Sechsmonatsgeld | (47) Fi/Eu Zwölfmonatsgeld |
| (42) Frankfurt Zwölfmonatsgeld | Fi/Eu = Fibor/Euribor |
| (43) Fi/Eu Monatsgeld | |

10. LV Leitzinsen

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| (48) EZB Hauptrefinanzierungssatz | (51) Official Bank Rate UK |
| (49) EZB Spitzenrefinanzierungssatz | (52) Overnight Call Rate Japan |
| (50) Federal Funds Rate USA | |

11. LV Inflation

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| (53) VPI Gesamt | (62) VPI Freizeit |
| (54) VPI Nahrungsmittel | (63) VPI Bildung |
| (55) VPI Alkohol, Tabak | (64) VPI Beherbergung |
| (56) VPI Bekleidung | (65) VPI sonstige Waren |
| (57) VPI Mietkosten | (66) Erzeugerpreise gew. Güter |
| (58) VPI Haushaltseinrichtung | (67) Energierohstoffpreise |
| (59) VPI Gesundheitspflege | (68) Rohstoffpreise ohne Energie |
| (60) VPI Verkehr | VPI = Verbraucherpreisindex |
| (61) VPI Kommunikation | |

12. LV Beschäftigung

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| (69) Erwerbstätige Inland | (73) Erwerbslosenquote männlich |
| (70) Erwerbstätige Inländer | (74) Erwerbslosenquote weiblich |
| (71) Offene Stellen | (75) Erwerbslosenquote unter 25 |
| (72) Erwerbslosenquote gesamt | (76) Erwerbslosenquote über 25 |

13. LV Arbeitskosten

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| (77) LSK-Produzierendes Gewerbe | (80) LSK-Handel u.a. |
| (78) LSK-Unternehm. o. private DL | (81) LSK-Finanzierung u.a. |
| (79) LSK-Baugewerbe | LSK = Lohnstückkosten |

Bei der insgesamt hohen Anzahl an Indikatoren sind teilweise Datenanpassungen notwendig, um die Periodizität anzugleichen. Insgesamt liegen 54 Indikatoren als originäre Monatswerte und 11 als Quartalswerte vor. Einige Finanzmarktgrößen wie Aktienindizes werden teilweise sekundlich erfasst, allerdings stehen solch detaillierte Daten nur entgeltlich zur Verfügung, so dass stattdes-

sen kostenfreie monatliche Daten bezogen wurden und letztendlich 70 Indikatoren als Monatswerte vorliegen. Die zeitliche Anpassung wird nach einem möglichst einfachen und nachvollziehbaren Verfahren durchgeführt. Die Quartalswerte wurden bei Stromgrößen auf die drei Monate im jeweiligen Quartal gleichmäßig gedrittelt. Eine Investition von 90 Mrd. Euro im 1. Quartal 2010 wird als 30 Mrd. Euro auf den Januar, Februar und März 2010 verteilt. Bestandsgrößen werden auf die jeweiligen drei Monate des Quartals kopiert. Ein Arbeitskostenindex von 0,85 im 1. Quartal 2010 wird als 0,85 auf den Januar, Februar und März 2010 kopiert. Allerdings wird diese methodische Unterscheidung durch die spätere Standardisierung irrelevant, da vorherige lineare Transformationen negiert werden. Um eine geringfügige Glättung zu erreichen, wird anschließend ein gleitender Mittelwert der Länge drei angewandt bei den interpolierten Quartalsdaten. Die Leitzinsen stellen einen Spezialfall dar und sind teilweise über Jahre konstant und werden zu bestimmten Stichtagen angepasst, so dass formal Tagesdaten vorliegen. Falls eine Leitzinsänderung innerhalb eines Monats geschah, wird als Monatswert der länger aktuelle Leitzinssatz verwendet.

Die Monatswerte sollen möglichst den gesamten Monatszeitraum gut repräsentieren, vor allem da die Stimmungen und Erwartungen innerhalb eines Monatszeitraums erhoben werden. Die Anpassungen basieren auf den verschiedenen Ausgangsdaten der Herausgeber und können naturgemäß keine exakte Monatsabgrenzung darstellen. Beispielsweise sind die Erwerbstätigenzahlen, Erwerbslosenquoten und Zinsreihen vorgefertigte Monatsmittelwerte nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und der Bundesbank. Die internationalen Aktienindizes liegen als jeweilige Monatshöchst- und -tiefstwerte vor, aus denen der einfache Mittelwert den Monat repräsentieren soll. Die Deutschen Aktienindizes liegen dagegen nur als Monatsendstände vor, welche gleichzeitig die Monatsanfänge des Nachfolgemonats sind. Der Monatsmittelwert wird in dem Fall als einfaches Mittel des Monatsanfangs und -endstandes berechnet. In den PLS-Modellen werden alle Daten standardisiert, also auf Mittelwert Null und Varianz Eins angepasst. Ein graphischer Vergleich zeigt, dass die Nuancen in den unterschiedlichen Anpassungsverfahren nur eine sehr geringe Auswirkung auf die Zeitreihen und damit die Modellergebnisse haben.

3.2 Stimmungen und Erwartungen

Ein Ziel der Datensammlung ist es, abstrakte Größen wie Stimmungen und Erwartungen mit sinnvollen Indikatoren zu operationalisieren. Dabei muss ein Kompromiss aus Einfachheit und Verständlichkeit vs. Vollständigkeit gefunden werden.

Die umfangreichste Datenbank zum Thema Stimmungen und Erwartungen wird von der Europäischen Kommission, Eurostat zusammengestellt und umfasst alle 27 EU Länder ab 1985 bzw. ab Beitritt.⁹⁶ Die außergewöhnlichen Dimensionen der Datenbank sollen durch einige Eckdaten verdeutlicht werden. Insgesamt stehen über 215 MB an Excel-Dateien zur Verfügung mit ca. 20.000 Einzelzeitreihen bei über 3.000.000 originären Einzelwerten, zudem eine vergleichbare Anzahl an saisonbereinigten Werten. Die Befragungen werden in Deutschland durchgeführt von den Forschungsinstituten Ifo und GfK, in den anderen Ländern durch jeweilige nationale Dienstleister. Die gewerblichen Unternehmen können in fünf Bereiche produzierendes Gewerbe (Industrie), Einzelhandel, Bauwirtschaft, Finanzdienstleistungen und Dienstleistungen gegliedert werden mit insgesamt 80 Unterbereichen. Die Erhebungen werden monatlich und quartalsweise per Umfragebogen durchgeführt und umfassen je nach Bereich Fragen zur Einschätzung der Auftragseingänge, Wettbewerbsfähigkeit, Preiserwartungen, Nachfrageerwartungen etc. Befragungen der Dienstleistungsunternehmen sind erst ab April 1995 verfügbar, Finanzdienstleistungen erst ab April 2006. Die Konsumenten bzw. privaten Endverbraucher werden in Deutschland von der GfK befragt mit 22 Unterteilungen nach Einkommen, Geschlecht, Alter etc., wobei sich die Fragen auf die aktuelle und zukünftige wirtschaftliche und finanzielle Situation beziehen. Die einzelnen Daten werden weiter verarbeitet zu zahlreichen, teilweise überlappenden Indizes durch verschiedene Institutionen. Dazu zählen unter anderem der Economic Sentiment Indicator von Eurostat und der Ifo-Geschäftsklimaindex.

Tabelle 10 gibt einen Überblick der gesamten Datenbank. Es stellt sich die Frage, welche Daten für die PLS-Modelle genutzt werden sollen. Die Komplexität

⁹⁶ Eurostat ist das offizielle statistische Amt der Europäischen Union.

des Datensatzes überfordert in seiner Gesamtheit die Möglichkeiten der PLS-Modellierung, deshalb ist ein Kompromiss mit aggregierten Daten notwendig. Denkbar sind die Verwendung der fünf aggregierten Bereiche der gewerblichen Unternehmer, dazu die Konsumenten der GfK und Finanzexperten des ZEW, so dass theoretisch bis zu sieben Indikatoren für die Latenten Variablen *Stimmungen* und *Erwartungen* zur Verfügung stehen. Nachteilig sind dabei die späte zeitliche Erfassung der Dienstleister und Finanzdienstleister und die zahlreichen verschiedenen Fragestellungen, welche ein diffuses und schwer zu beherrschendes Gesamtbild ergeben.

Tabelle 10: Datenbank *Stimmungen und Erwartungen*

Bereich	Hrsg.	Anzahl Unterbereiche	Anz. Länder	Anz. Fragen
Produzierendes Gewerbe	Ifo	21 (Textilien, Nahrung, Gummi, Kraftfahrzeuge..)	27 EU	Monat : 8 Quartal: 9
Einzelhandel	Ifo	9 (Nahrung, Textilien, Kraftfahrzeuge..)	27 EU	Monat: 7 Quartal: 0
Bauwirtschaft	Ifo	5 (Wohnbau, Öffentlicher Bau..)	27 EU	Monat: 6 Quartal: 1
Finanzdienstleistungen	Ifo	4 (Beratung, Versicherungen..) (ab 04/06 verfügbar)	27 EU	Monat: 6 Quartal: 18
Dienstleistungen	Ifo	19 (Hotel, Bildung, Gesundheit..) (ab 04/95 verfügbar)	27 EU	Monat: 7 Quartal: 1
Konsumenten	GfK	22 (Einkommen, Geschlecht, Alter, Bildung..)	27 EU	Monat: 13 Quartal: 3
Finanzexperten	ZEW	Keine Unterteilung	nur Dtl.	Monat: 2

Quelle: Datenbank der Europäischen Kommission

Für eine bessere Nachvollziehbarkeit sollten nur möglichst eindeutige Indikatoren mit klaren Fragestellungen und aggregierte Bezugsgruppen verwendet werden, damit die Latenten Variablen genauer interpretiert werden können. Dadurch wird die Komplexität der Modelle reduziert und Information geht verloren, allerdings sind die Modelle letztendlich transparenter, die Ergebnisse stabiler und inhaltlich sinnvoller zu interpretieren. Für die Modellierung der *Stimmungen* und *Erwartungen* werden insgesamt sechs ausgewählte Indikatoren verwendet mit jeweils rund 230 monatlichen Beobachtungen vom Januar

1991 bis Juni 2010. Die Daten wurden erhoben vom Ifo-Institut München, dem Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung ZEW Mannheim und der Gesellschaft für Konsumforschung GfK Nürnberg. Die Latenten Variablen *Stimmungen* und *Erwartungen* umfassen je drei Indikatoren zur Einschätzung der aktuellen wirtschaftlichen Situation und der zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung der gewerblichen Unternehmen (Ifo), der Finanzexperten (ZEW) und privater Konsumenten (GfK). Tabelle 11 gibt einen Überblick der letztendlich verwendeten Indikatoren.

Tabelle 11: *Verwendete Indikatoren für Stimmungen und Erwartungen*

	Ifo-Institut	ZEW	GfK
Stimmungen	<i>Geschäftsbeurteilungen</i>	<i>Economic Situation</i>	<i>Konsumklima</i>
Erwartungen	<i>Geschäftserwartungen</i>	<i>Konjunkturerwartungen</i>	<i>Konsumerwartungen</i>
Verfügbar,	ab Jan.1969	ab Dez. 1991	ab Jan. 1985
Periodizität	Monatsdaten	Monatsdaten	Monatsdaten
Gruppe (Umfang)	Gewerbliche Unternehmen (7.000)	Finanzexperten (400)	Private Konsumenten (2.000)

Die *Ifo-Geschäftsbeurteilungen* (Ifo-GB) sind ein vielfach zitierter Indikator für die aktuelle Beurteilung der eigenen wirtschaftlichen Situation gewerblicher Unternehmer, basierend auf Panel-Umfrageergebnissen des Ifo-Institutes München mit 7.000 gewerblichen deutschen Unternehmen. Die Umfragen werden monatlich erhoben mit der Fragestellung „wir beurteilen unsere Geschäftslage als ...“ mit den Optionen „gut, befriedigend, schlecht“ zum Ankreuzen. Die *Ifo-Geschäftserwartungen* (Ifo-GE) dienen als Indikator für die zukünftigen Geschäftserwartungen gewerblicher Unternehmer der nächsten sechs Monate. Die konkrete Fragestellung lautet: „Erwartungen für die nächsten sechs Monate – unsere Geschäftslage wird in konjunktureller Hinsicht ...“ mit den Optionen „günstiger, gleich bleibend, ungünstiger“. Verwendet werden die Salden, welche sich als Differenz der Anteile guter und schlechter Bewertungen errechnen. Der Saldo kann zwischen den Extremwerten -1 (alle Befragten schätzen die Lage bzw. Entwicklung schlecht ein) und 1 (alle Befragten schätzen die Lage bzw. Entwicklung gut ein) liegen. Die mittleren Antworten verbleiben neutral bei der Saldoberechnung, so dass die Salden keine präzisen Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der Antworten erlauben. Die verwendeten Zeit-

reihen stehen ab Januar 1991 für Gesamtdeutschland zu Verfügung, für Westdeutschland ab Januar 1969. Der in der Presse häufig zitierte Ifo-Geschäftsklimaindex stellt einen einfachen arithmetischen Mittelwert der Geschäftsbeurteilungen und -erwartungen dar und bietet damit keine eigenständige Information für diese Analyse.⁹⁷ Die Daten stehen in aggregierter und anonymisierter Form zu Verfügung, so dass keine Aussagen über einzelne Unternehmen getroffen werden können.

Der Indikator *ZEW-Economic Situation (ZEW-ES)* untersucht für die aktuelle Beurteilung der allgemeinen wirtschaftlichen Situation Deutschlands von rund 400 Finanzexperten, basierend auf monatlichen Umfrageergebnissen des ZEW. Die konkrete Fragestellung lautet: „Die gesamtwirtschaftliche Situation beurteilen wir zur Zeit als...“ mit den Antwortoptionen „gut, normal, schlecht, keine Einschätzung“. Die *ZEW-Konjunkturerwartungen (ZEW-KE)* befragen die Erwartungen der zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung für die nächsten sechs Monate. Verwendet wird die Fragestellung: „Die gesamtwirtschaftliche Situation wird sich mittelfristig (6 Monate)...“ mit den Antwortoptionen „verbessern, nicht verändern, verschlechtern, keine Einschätzung“. Die Finanzexperten sollen demnach die Gesamtsituation in Deutschland bewerten, im Gegensatz zu den Ifo- und GfK-Befragungen, welche die eigene Situation des Unternehmens oder Haushaltes erfragen. Die Salden werden als Differenz der Anteile guter und schlechter Bewertungen errechnet analog zu den Ifo-Indikatoren. Die mittleren Antworten verbleiben neutral bei der Saldoberechnung, so dass die Salden keine präzisen Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der Antworten erlauben. Die Zeitreihen stehen ab Dezember 1992 für Gesamtdeutschland zur Verfügung.⁹⁸ Die fehlenden Werte der ersten elf Monate werden ersetzt durch Werte der *Ifo-Geschäftsbeurteilungen*, da die beiden Reihen eine hohe Korrelation aufweisen.

Das *GfK-Konsumklima (GfK-KK)* ist ein vielfach zitierter Indikator für die aktuelle Beurteilung der wirtschaftlichen Situation privater deutscher Haushalte, basierend auf monatlichen Umfrageergebnissen der Gesellschaft für Konsumfor-

⁹⁷ Basierend auf der Datenbank des Ifo (2010): *Wie wird das ifo Geschäftsklima ermittelt?* (www.cesifo-group.de).

⁹⁸ Basierend auf der Datenbank des ZEW (2010): *ZEW Indicator of Economic Sentiment* (www.zew.de).

schung mit rund 2.000 Konsumenten. Die Umfragen basieren auf vier Fragen bezüglich der Einschätzung der finanziellen Situation, der allgemeinen wirtschaftlichen Situation, Arbeitslosigkeit und Ersparnissen mit Antwortoptionen zum Ankreuzen. Das *GfK-Konsumklima* wird als einfacher arithmetischer Mittelwert der Ergebnisse der vier Fragen gebildet. Die *GfK-Konsumerwartungen (GfK-KE)* betrachten die Erwartungen der zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung privater deutscher Haushalte für die nächsten zwölf Monate. Die Umfragen basieren auf der konkreten Fragestellung „Einschätzung allgemeine wirtschaftliche Situation für die nächsten 12 Monate“. Verwendet werden wieder die Salden der positiven und negativen Antworten.⁹⁹ Die verwendeten Zeitreihen stehen ab Januar 1991 für Gesamtdeutschland zur Verfügung.

Die Veröffentlichungstermine der verwendeten Indikatoren unterscheiden sich geringfügig. Die beiden ZEW-Indikatoren werden zuerst veröffentlicht, die Ifo-Indizes in der letzten Woche des Monats. Dadurch kann eine geringe zeitliche Unschärfe entstehen, da die jeweiligen Befragungsperioden nicht deckungsgleich sind. Für eine präzisere zeitliche Auflösung wären beispielsweise Wochenbefragungen notwendig, die aber letztendlich wenig Informationsgewinn versprechen.¹⁰⁰ Somit ergibt sich für die Modelle eine Art doppelte Latenz, da diese Indikatoren bereits auf Stichproben beruhen und die Latenten Variablen basierend auf diesen erst im Modell geschätzt werden.

Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen die Verläufe der insgesamt sechs Indikatoren der Stimmungen und Erwartungen im zeitlichen Verlauf von Januar 1985 bis Juni 2010 bei monatlicher Erhebung. Alle verwendeten Zeitreihen sind saisonbereinigt, um saisonale Effekte auszuschließen. Für die graphische Darstellung und die Modelle werden alle Daten standardisiert auf Mittelwert Null und Varianz Eins zur besseren Vergleichbarkeit. Durch die Standardisierung ist allerdings die Höhe der Salden nicht mehr aus den Abbildungen abzulesen und die Werte entsprechen einem dimensionslosen Index.

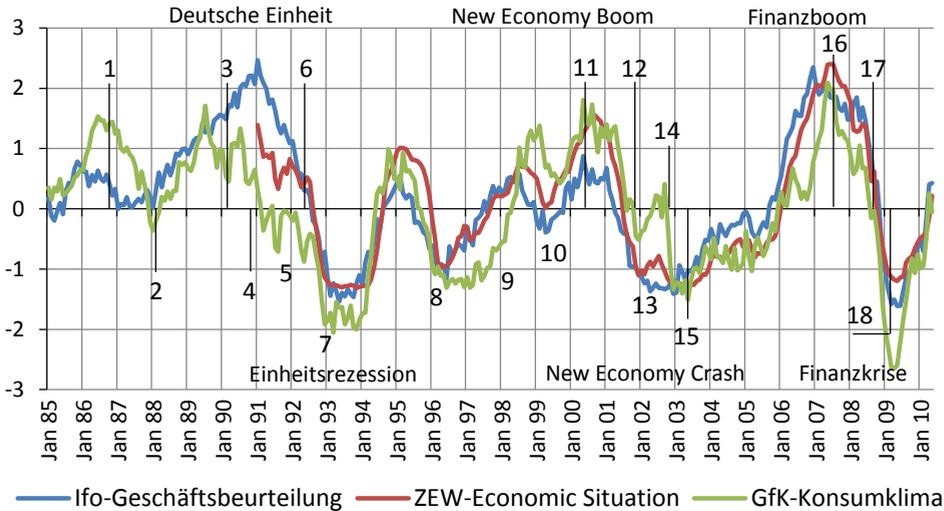
Abbildung 11 enthält zudem wirtschaftliche und politische Ereignisse, die sich teilweise im Verlauf der Indikatoren widerspiegeln: (1) Atomunfall in Tscherno-

⁹⁹ Basierend auf der Datenbank der Europäischen Kommission (2010): *Business and Consumer Surveys*.

¹⁰⁰ Erste Überlegungen zur Modellierung der Stimmungen und Erwartungen finden sich in Ruge (2009), allerdings mit teils anderen Indikatoren.

byl (2) Börsencrash Schwarzer Montag (3) Mauerfall (4) Beginn 1. Irakkrieg (5) Rezession 1991 (6) Maastricht-Vertrag der EU (7) Rezession 1992–93 (8) Rezession 1995–96 (9) Asienkrise (10) Russlandkrise (11) Aktienmärkte Hochpunkt (12) Anschläge 9/11 (13) Rezession 2001–02 (14) Bundestagswahl 2002 (15) DAX Tiefpunkt und Beginn 2. Irakkrieg (16) DAX Höchststand (17) Insolvenz Lehman Brothers und (18) Aktienmarkt Tiefpunkt.

Abbildung 11: Entwicklung Indikatoren der Stimmungen

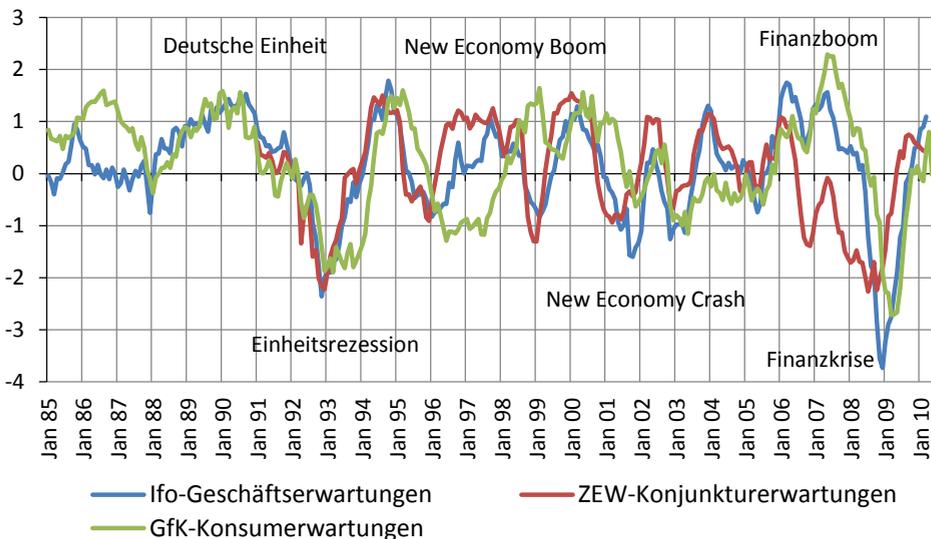


Anhand der Abbildung 11 ist ein deutlicher Gleichlauf der drei Indikatoren der Stimmungen zu erkennen. Eine deskriptive Analyse ermöglicht erste Rückschlüsse auf die Zusammenhänge zur wirtschaftlichen Entwicklung. Die Korrelationen der Indikatoren betragen untereinander 0,66 bis 0,88 und können somit als hoch eingestuft werden. Der Verlauf der Größen zeigt einige Gemeinsamkeiten auf. Nach der deutschen Wiedervereinigung befand sich die Stimmungslage auf einem Hochpunkt, wenige Jahre später erreichten die Indikatoren einen Tiefpunkt, als Einheitsrezession bezeichnet. Diese volatile Entwicklung der Stimmungen scheint in dieser frühen Phase nur teilweise durch reale wirtschaftliche Entwicklung gedeckt zu sein und reflektiert vor allem die historische Sondersituation. In den folgenden Jahren von ca. 1997–2000 ist der Aufschwung des New Economy Booms (auch bekannt als dot-com bubble oder Internetblase) deutlich zu erkennen, wie auch der New Economy Crash von ca. 2000–2002, der vor allem durch fallende Aktienkurse und Konjunkturverläufe

gekennzeichnet war. In den Jahren 2006–2008 erlebte die Wirtschaft einen erneuten gefühlten Aufschwung, der auch real messbar war, unter anderem am relativ hohen Wirtschaftswachstum und sinkenden Arbeitslosenzahlen, in dieser Arbeit bezeichnet als Finanzboom. Im Rahmen der Finanzkrise ist deutlich ein Abfall der Stimmungen auf einen Tiefpunkt Anfang 2009 zu erkennen. Einige zusätzliche Details lassen sich bei genauerer Betrachtung entdecken. Die ZEW-Finanzexperten reagierten mit einem halben Jahr Verzögerung auf den beginnenden Abschwung der Finanzkrise im Vergleich zu den gewerblichen Unternehmern. Während des New Economy Booms waren die Finanzexperten insgesamt positiver in ihrer Beurteilung der wirtschaftlichen Lage als die gewerblichen Unternehmer. Die Wellen optimistischer und pessimistischer Stimmungen, welche Keynes postulierte (siehe Kapitel 4.2), sind in den Daten deutlich zu erkennen.

Abbildung 12 zeigt die Entwicklung der drei Indikatoren *Ifo-Geschäftserwartungen*, *ZEW-Konjunkturerwartungen* und *GfK-Konsumerwartungen* der Erwartungen. Es ist nur zeitweise ein Gleichlauf der Zeitreihen zu beobachten, der Zusammenhang untereinander ist schwächer ausgeprägt als bei den Stimmungen.

Abbildung 12: Entwicklung Indikatoren der Erwartungen



Die Korrelationen der Erwartungen liegen zwischen 0,1 bis 0,6 für den gesamten Zeitraum und deuten somit auf Zusammenhänge von schwacher bis mittlerer Stärke. Vor allem im Bereich nach Januar 2006 ist eine Niveauverschiebung der *ZEW-Konjunkturerwartungen* zu erkennen, da die Finanzexperten die Zukunft wesentlich schlechter einschätzen als die gewerblichen Unternehmer oder privaten Konsumenten. Diese negative Vorahnung erfüllte sich zwei Jahre später in der Finanzkrise. Die zukunftsgerichteten Erwartungen sind somit unklarer und diffuser in ihrer Zusammensetzung als die aktuellen Stimmungen. Dennoch spiegeln sich in den Daten eindeutig reale wirtschaftliche Entwicklungen wider, wie die Einheitsrezession oder die Finanzkrise 2008/09. Bemerkenswerterweise beurteilten die gewerblichen Unternehmer die zukünftigen Entwicklungen in der Finanzkrise wesentlich schlechter als die Finanzexperten, welche im Zentrum der Finanzkrise standen.

Tabelle 12: *Korrelationsmatrix Stimmungen und Erwartungen*

Indikatoren	LV: <i>Stimmungen</i>			LV: <i>Erwartungen</i>		
	<i>Ifo-GB</i>	<i>ZEW-ES</i>	<i>GfK-KK</i>	<i>Ifo-GE</i>	<i>ZEW-KE</i>	<i>GfK-KE</i>
<i>Ifo-Geschäftsbeurteilung</i>	1,00	,888	,663	,539	-,145	,660
<i>ZEW-Economic Situation</i>	,888	1,00	,830	,462	-,176	,795
<i>GfK-Konsumklima</i>	,663	,830	1,00	,482	-,008	,957
<i>Ifo-Geschäftserwartungen</i>	,539	,462	,482	1,00	,597	,608
<i>ZEW-Konjunkturerwartungen</i>	-,145	-,176	-,008	,597	1,00	,074
<i>GfK-Konsumerwartungen</i>	,660	,795	,957	,608	,074	1,00

Tabelle 12 beinhaltet die Korrelationen der sechs Indikatoren von Januar 1991 bis Juni 2010, sortiert in zwei Blöcke Stimmungen und Erwartungen. Die Indikatoren der Stimmungen *Ifo-Geschäftsbeurteilungen* und *ZEW-Economic Situation* sind mit 0,89 hoch korreliert, während die Korrelationen zum *GfK-Konsumklima* mit 0,66 und 0,83 etwas geringer ausfallen. Die Stimmungen bilden insgesamt einen relativ homogenen Block für die befragten Gruppen. Die Korrelationen der Indikatoren der Erwartungen untereinander liegen zwischen ca. 0,1 bis 0,6 und bestätigen somit die Zusammenhänge von schwacher bis mittlerer Stärke. Zwischen den Indikatoren der Stimmungen und Erwartungen bestehen teils deutliche Überschneidungen, insbesondere *GfK-Konsumklima* und *GfK-Konsumerwartungen* sind mit 0,96 sehr hoch korreliert. Die privaten Konsum-

menten bewerten ihre aktuelle Situation somit fast identisch zur Einschätzung der zukünftigen Entwicklung. Auffällig ist zudem, dass die *ZEW-Konjunkturerwartungen* geringfügig negativ korreliert sind mit allen Indikatoren der Stimmungen.

Die deskriptive Datenanalyse ermöglichte erste Erkenntnisse über die Zusammensetzung der Indikatoren. Eine detailliertere Untersuchung soll mit Hilfe einer Faktoren- bzw. Hauptkomponentenanalyse erfolgen, welche als statistisches Verfahren in Kapitel 2.4 beschrieben wurde. Die Hauptkomponentenanalyse dient zur Berechnung der Faktoren der Faktoranalyse. Es soll bestimmt werden, ob sich die Indikatoren auf eine geringere Anzahl an Hauptkomponenten reduzieren lassen und wie hoch Aussagekraft und Trennschärfe sind, also wie eindeutig die Indikatoren den jeweiligen Hauptkomponenten bzw. Faktoren zugeordnet werden können.

In der anschließenden Faktoranalyse werden die sechs standardisierten Indikatoren von Januar 1991 bis Juni 2010 gemeinsam verwendet. Das Verfahren bildet zunächst sechs Faktoren, einen sinnvollen Erklärungsgehalt bieten nur die ersten beiden Faktoren, da ihre Eigenwerte größer Eins sind. Die Eigenwerte sind ein Maß für den erklärten Anteil an der Gesamtvarianz und somit für die Bedeutung der einzelnen Faktoren. Der erste Faktor erklärt 62 Prozent Anteil der Gesamtvarianz, der zweite Faktor noch 31 Prozent. Kumuliert erklären die ersten beiden Faktoren 93 Prozent der Gesamtvarianz und können die Entwicklung aller Indikatoren sehr gut repräsentieren. Die Betrachtung weiterer Faktoren ist nicht sinnvoll, da sie kaum weiteren Erklärungsgehalt hinzufügen. In den sechs Zeitreihen gibt es somit zwei Hauptrichtungen, die als Stimmungen und Erwartungen interpretiert werden können.

Tabelle 13 enthält die rotierten Komponenten (Korrelationen) der beiden Faktoren mit ihren Indikatoren.¹⁰¹

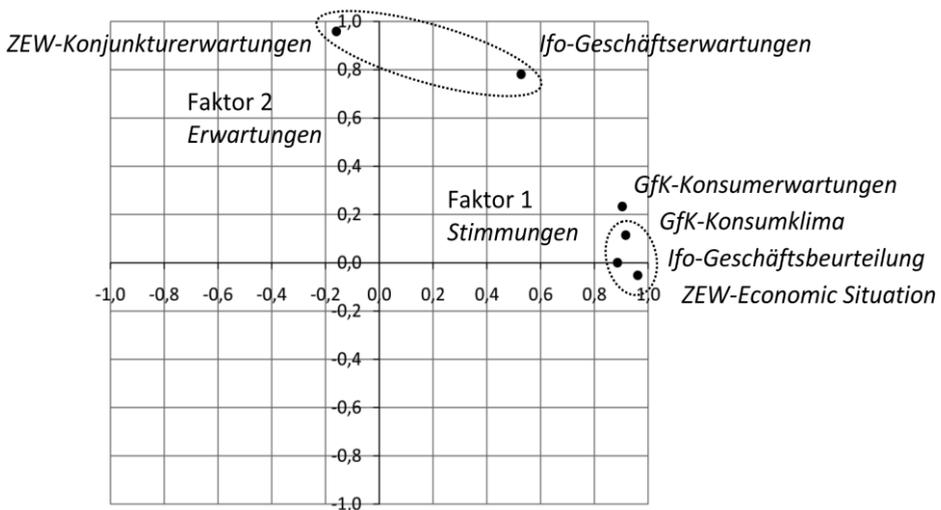
¹⁰¹ Die Rotation wurde nach der Varimax-Methode durchgeführt mit anschließender Kaiser-Normalisierung. Erste Ergebnisse mit älteren Daten finden sich in Ruge (2009).

Tabelle 13: Rotierte Komponenten der Stimmungen und Erwartungen

Indikatoren	Faktor 1 (Stimmungen)	Faktor 2 (Erwartungen)
<i>Ifo-Geschäftsbeurteilung (Ifo-GB)</i>	,886	,001
<i>ZEW-Economic Situation (ZEW-ES)</i>	,961	-,052
<i>GfK-Konsumklima (GfK-KK)</i>	,916	,114
<i>Ifo-Geschäftserwartungen (Ifo-GE)</i>	,527	,781
<i>ZEW-Konjunkturerwartungen (ZEW-KE)</i>	-,160	,959
<i>GfK-Konsumerwartungen (GfK-KE)</i>	,904	,233

Das Komponentendiagramm in Abbildung 13 verdeutlicht die Zugehörigkeit der Indikatoren zu den Faktoren mit den Werten der vorherigen Tabelle 13. Auf der horizontalen Achse sind die Korrelationen zum ersten Faktor abgebildet, auf der vertikalen Achse zum zweiten Faktor.

Abbildung 13: Faktoranalyse Stimmungen und Erwartungen



Es ist zu erkennen, dass die ersten drei Indikatoren *Ifo-Geschäftsbeurteilung*, *ZEW-Economic Situation* und *GfK-Konsumklima* deutlich positiv mit dem ersten Faktor korrelieren mit 0,89 bis 0,96. Der zweite Faktor korreliert vor allem mit

Ifo-Geschäftserwartungen und *ZEW-Konjunkturerwartungen*. Deutlich zu erkennen ist, dass die *GfK-Konsumerwartungen* eher den ersten Faktor *Stimmungen* laden mit 0,90 als den zweiten Faktor mit 0,23. Abbildung 13 bestätigt somit weitgehend die vorherigen Ergebnisse. Die *Stimmungen* bilden ein relativ homogenes Konstrukt, während die *Erwartungen* wesentlich diffuser sind. Insbesondere die *GfK-Konsumerwartungen* der privaten Haushalte entsprechen eher der aktuellen Stimmungslage als den Erwartungen.

Zusammenfassend gilt, dass in dieser Arbeit ein Datensatz von insgesamt 81 Indikatoren verwendet wird für den Zeitraum Januar 1991 bis Juni 2010, um Stimmungen, Erwartungen und wirtschaftliche Größen als Latente Variable zu approximieren. Die Daten der Stimmungen und Erwartungen wurden vom Ifo-Institut, ZEW und GfK bezogen für gewerbliche Unternehmer, Finanzexperten und private Konsumenten. Die Forschungsinstitute erfragen seit Jahrzehnten mit monatlichen Umfragebögen die Einschätzung der aktuellen und zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland. Eine Faktoranalyse zeigt, dass Stimmungen ein relativ homogenes Konstrukt bilden, während Erwartungen wesentlich diffuser verbleiben. Die graphische Analyse der Zeitreihen zeigt deutliche Muster von Wellen positiver und negativer Stimmungen, die eng mit realen wirtschaftlichen Entwicklungen zusammenhängen. Spätere Modelle werden diese Zusammenhänge genauer analysieren.

Kapitel 4

Wirtschaftstheoretische Aspekte

4.1 Stimmungen, Erwartungen und der Homo oeconomicus

Dieser Abschnitt der Arbeit soll eine Einführung in die Bedeutung von Stimmungen und Erwartungen in der Wirtschaftstheorie und -politik geben. Die Vielfalt der Konzepte kann im Rahmen dieser ökonometrisch ausgerichteten Forschungsarbeit nur skizziert werden. Der Schwerpunkt liegt auf den Erwartungen, da die wissenschaftliche Forschung in diesem Bereich wesentlich umfangreichere und kontroverse Theorien hervorgebracht hat. Das analytische Verständnis und die Modellierung von Erwartungen der Wirtschaftssubjekte ist ein zentraler Untersuchungsgegenstand der Wirtschaftstheorie, da Erwartungen einen erheblichen Einfluss auf tatsächliche Aktivitäten und zukünftige wirtschaftliche Entwicklungen ausüben können.

Die Beachtung der aktuellen Stimmungslage ist spätestens seit der Finanzkrise fester Bestandteil der Wirtschaftspresse und damit weit in das Bewusstsein der Öffentlichkeit vorgedrungen. Eine kleine Auswahl an Überschriften aus dem Oktober 2010 verdeutlicht dies: „GfK-Konsumklima: Gute Stimmung an der Konsumfront“ (Focus, 26.10.2010), „Deutsche Wirtschaft ist in bester Laune“ (Euronews, 22.10.2010), „Konjunkturoptimismus sorgt für Kursgewinne“ (FAZ, 24.10.2010) und „ZEW macht dem DAX Beine“ (ARD.de, 19.10.2010). Insbesondere die Zusammenhänge zu Größen am Kapitalmarkt werden betont, die Einflussrichtung oder Kausalität bleibt allerdings unklar. So sehr dieses Thema in der öffentlichen Diskussion steht, mangelt es an umfassenderen empirischen Untersuchungen. Die unterstellten Einflüsse müssen in dieser Arbeit in ökonomo-

metrische Modelle übersetzt und geprüft werden. Somit lässt sich quantifizieren, wie die befragten Gruppen die wirtschaftliche Situation einschätzen und welche wirtschaftlichen Größen dafür relevant sind.

Für ein tieferes Verständnis der Erwartungsbildung muss zunächst ein Gesamtbild des Menschen dargelegt werden. Die moderne Wirtschaftstheorie geht in der Regel von der Idee des Menschen als *Homo oeconomicus* aus, der rational seinen Nutzen maximiert. In die engere Modellwelt übersetzt sich dies meist als Optimierung einer individuellen Nutzen- oder Zielfunktion unter einschränkenden Nebenbedingungen wie Budgetrestriktionen. Die Akteure optimieren also ihren Nutzen, sei es durch den Kauf oder Produktion von Gütern oder bei komplexeren Anlageentscheidungen.¹⁰² Das moderne Menschenbild des freien, rationalen und selbstbestimmenden Individuums in der westlichen Welt ist das Ergebnis einer langen Entwicklung, welche über Jahrtausende aus menschlichen Vorstellungen und Verhalten abgeleitet wurde und keine Selbstverständlichkeit darstellt.

Die zentrale Frage nach dem tieferen Wesen des Menschen und seinem Verhältnis zur Gesellschaft und Umwelt beschäftigte die (Moral-)Philosophie bereits lange vor der Abspaltung der eigenständigen Wirtschaftswissenschaften. Die Implikationen der Menschenbilder und der damit verbundenen gesellschaftlichen Vorstellungen sind weitreichender Natur und beeinflussen letztendlich auch die Vorstellung der Erwartungsbildung. Das westliche Mittelalter ordnete die Welt einem religiösen Schema unter und sah den Menschen fest eingebunden im System des Glaubens, ohne freien Willen mit vorbestimmtem Schicksal. Erst die Renaissance und damit die Wiederkehr der antiken Philosophie und des Humanismus stellten wieder den Menschen in den Mittelpunkt des Universums, lösten sich von festen Dogmen und ermöglichten somit die Entwicklung der modernen Wissenschaft. Die negativen Menschenbilder sehen den Menschen als Wolf („*homo homini lupus*“) und damit als inhärente Gefahr für das Gemeinwesen, der durch eine zentrale Macht in der Allegorie des alttestamentarischen Leviathans gebändigt werden muss in Thomas Hobbes „*Leviathan*“ von 1651. Die Vorstellung individueller Freiheit und eigenständigen Handelns ist mit negativen oder religiösen Menschenbildern schwer vereinbar. Die Idee der freien Marktwirtschaft wurde primär durch Adam Smith 1776 mit

¹⁰² Vgl. u.a. Heinmann (1995) für Grundlagen der Erwartungen der Wirtschaftstheorie.

seinem Hauptwerk „Wealth of Nations“ begründet und löste den Merkantilismus als Wirtschaftsform des Absolutismus ab. Smith postulierte, wie eine Gesellschaft trotz individuellen Eigennutzens wohlhabende Verhältnisse entwickeln kann. Das Leitbild des selbstbestimmenden und rationalen Individuums ist eng mit dem Aufstieg der freien Marktwirtschaft verbunden. Diese Idee stellte somit einen immanenten Bruch mit vergangenen Vorstellungen dar, da Menschen als aufgeklärte Individuen aus eigenem Antrieb stabile Verhältnisse entwickeln können. Die Idee der Gerechtigkeit als Nutzen- oder allgemeiner Glücksmaximierung entsprang der philosophischen Schule des Utilitarismus mit den Hauptvertretern Bentham und Mill. Der Weg zum Homo oeconomicus und darauf basierenden Vorstellungen war geebnet.

Auf die Klassik folgte die Neoklassik und wie so viele Nachfolger formalisierten und verengten sie die Ideen ihrer Vorgänger. Die neoklassische Modellvorstellung von Märkten umfasst weitreichende Annahmen mit vollkommenen, allgegenwärtigen Information und minimalen Anpassungsgeschwindigkeiten. Insbesondere vollkommene Informationen sind für zukünftige Entwicklungen keine realistische Annahme. Der britische Ökonom Frank Knight teilte 1921 Unwissenheit über die Zukunft in Risiko und Unsicherheit, wobei im Fall Risiko abschätzbare Wahrscheinlichkeitsverteilungen vorliegen, während bei echter Unsicherheit diese unbekannt sind. Die Unterteilung ist für die Konzepte der Erwartungsbildungen von grundlegender Bedeutung. Entscheidungen über zukünftige Handlungen müssen entsprechend unter Risiko bzw. Unsicherheit getroffen werden. Die betrachteten zukünftigen Variablen können einen eher konkreten Charakter haben, wie zukünftige Inflationsraten oder generelle Marktentwicklungen und Verhaltensweisen umfassen.

Das analytische Verständnis und die Modellierung von Erwartungen der Wirtschaftssubjekte ist ein zentraler Untersuchungsgegenstand der Wirtschaftstheorie. Der Grund für dieses Interesse ist der erhebliche Einfluss, den Erwartungen über zukünftige Entwicklungen auf tatsächliche Aktivitäten und damit reale wirtschaftliche Entwicklungen ausüben können. Die Fragestellungen nach dem Wesen menschlicher Vorstellungen umfasst eine Schnittmenge zahlreicher Wissenschaftsbereiche von den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, Psychologie, Statistik, Informatik, Anthropologie, Theologie bis zur Humanbiologie.

Erwartungen für zukünftige, wirtschaftliche Größen können mit Erwartungswerten oder Konstanten formalisiert werden. Der Aufstieg der quantitativen Wirtschaftswissenschaften in den vergangenen Jahrzehnten begleitete Versuche, Erwartungen über zukünftige Größen in Modelle zu überführen. Erwartungen X_t^* können zunächst stark vereinfacht als konstante Größen K betrachtet werden.¹⁰³

$$X_t^* = K \quad (\text{konstante Erwartungen}) \quad (33)$$

Diese Vereinfachung ist allerdings kaum in der Lage, die Komplexität und Dynamik der realen Erwartungsbildung ausreichend zu beschreiben. Die bekanntesten Ansätze zur Endogenisierung der Erwartungen sind adaptive und rationale Erwartungen.¹⁰⁴

Ältere Modelle der adaptiven (autoregressiven) Erwartungen basieren auf der Annahme, dass die Akteure ihre Erwartungen ausschließlich aus vergangenen Werten der betroffenen Größe bilden. Der erwartete Wert X_t^* in der Periode t wird demnach aus den realisierten Werten der Variablen $X_{t-\tau}$ in der Vergangenheit $t-\tau$ über mehrere Zeitverzögerungen τ gebildet mit einer Erwartungsfunktion f .

$$X_t^* = f(X_{t-\tau}) \quad (\text{adaptive Erwartungen}) \quad (34)$$

Erwartungen werden im adaptiven Modell im Zeitverlauf an das reale Geschehen angepasst, sofern in den Vorperioden Erwartungsfehler begangen wurden. Die Erwartungen für eine Größe sind letztendlich eine gewichtete Summe der vergangenen Werte, mit meist abnehmenden Gewichten für weiter zurückliegende Werte. Anpassungen aufgrund vergangener Fehler sind möglich im Gegensatz zu statischen Erwartungen, dennoch können adaptive Erwartungen systematisch fehlerhaft sein.¹⁰⁵ Adaptive Erwartungen werden formal modellendogen gebildet, dennoch müssen konkrete Erwartungsfunktionen festgelegt werden, so dass der Gesamtansatz nicht vollständig endogen ist. Adaptive Er-

¹⁰³ Der Begriff der Erwartungsgröße der Wirtschaftssubjekte ist nicht mit dem statistischen Begriff des Erwartungswertes gleichzusetzen.

¹⁰⁴ Vgl. Heinemann (1995) für eine Einführung der Modellierung von Erwartungen.

¹⁰⁵ Vgl. Schäfer (2009, S. 2) für weiterführende Erläuterungen.

wartungen sind zwar historisch relevant, spiegeln aber bestenfalls ansatzweise die Realität wider.

Eines der bekanntesten Modelle mit systematisch fehlerbehafteten Erwartungen aus dem Bereich der adaptiv gebildeten Erwartungen ist das Cobweb- bzw. Spinnweb-Modell. Der Modellrahmen wurde vom ungarischen Ökonomen Nicholas Kaldor (geb. 1908–1986) im Jahr 1934 entwickelt.¹⁰⁶ Der Name des Theorems leitet sich von der graphischen Darstellung der Anpassung in einem Mengen-Preis-Diagramm ab, welches einem Spinnengewebe ähnelt. Die Untersuchung fand ihren Ursprung in der Beobachtung sogenannter Schweinezyklen durch Arthur Hanau (1928), bei denen fluktuierende Preis- und Mengenanpassungen über mehrere Jahre zu beobachten waren. Konvergenz oder Divergenz hängt von dem angenommenen Anstieg der Angebots- und Nachfragefunktion ab. Als Ursache für die Schweinezyklen wurden fehlerhafte Preiserwartungen der Bauern vermutet, die auf realisierten Preisen der Vergangenheit beruhten, also rein autoregressiv waren. Je nach konkreter Ausgestaltung der Angebots- und Nachfragefunktionen können konvergierende, divergierende oder permanent schwingende Märkte konstruiert werden.

Adaptive Erwartungen wurden in den letzten Jahrzehnten in der Forschung zurückgedrängt, da die zugrundeliegenden Annahmen dem modernen Menschenbild des aufgeklärten und umfassend informierten Homo oeconomicus nicht ausreichend gerecht werden können. Zudem zeigen Spezialfälle, wie das Cobweb-Theorem, dass unplausible Vorhersagen zu permanenten oder streng zyklischen Marktungleichgewichten führen können, die in der Realität kaum längerfristig zu beobachten sind. Die präsentierten Modelle berühren bereits die grundsätzliche Frage, ob und welchen Einfluss Erwartungen auf reale Entwicklungen auf den Märkten haben und inwiefern diese einem rational definierten Verhalten folgen. Der folgende Abschnitt vertieft diese Diskussion mit Bezug auf die ökonometrischen Modelle dieser Arbeit.

¹⁰⁶ Vgl. Kaldor (1934) als Original oder Zsf. von Setterfield (1998, S. 521–537).

4.2 Rationale und irrationale Erwartungen

Dieser Abschnitt widmet sich den Erwartungen, ihrer Bedeutung und historischen Entwicklung in der Wirtschaftstheorie. Der Schwerpunkt liegt auf den Konzepten der Rationalität bzw. Irrationalität der Erwartungen und den daraus folgenden Implikationen für die Wirtschaftspolitik. Eine Vielzahl an Theorien namhafter Wissenschaftler, wie Arthur Pigou, John Maynard Keynes, John F. Muth, Robert Lucas, Richard Thaler, Hyman Minsky und Daniel Kahneman wurden im Laufe der Jahrzehnte entwickelt, die als Erklärungsansätze zum Teil noch heute konkurrieren. Die vorgestellten Konzepte umfassen meist weitreichende Annahmen über individuelles Verhalten auf mikroökonomischer Ebene. In dieser Arbeit ist eine detaillierte Betrachtung einzelner Individuen und ihrer Motive mit ökonometrischen Modellen nicht möglich, da aggregierte Daten verwendet werden, allerdings lassen die Ergebnisse der statistischen Modelle eingeschränkte Rückschlüsse über die Wahrnehmungen und Rationalität der Akteure zu.

Nach den Umwälzungen der industriellen Revolution wurden Gesellschaften mit dem Phänomen der Konjunkturzyklen konfrontiert. Die klassischen und neoklassischen Wirtschaftstheoretiker sahen vor allem in singulären Ereignissen (Schocks), wie Missernten oder Kriegen, Ursachen für diese Zyklen. Der englische Ökonom Arthur Cecil Pigou (geb. 1877–1959) brach mit dieser Tradition und untersuchte 1926 in seinem Buch „Industrial fluctuations“ die Ursachen für Konjunkturzyklen und sah in Veränderungen der Erwartungshaltungen der Wirtschaftssubjekte die alleinige Ursache oder zumindest Vorläufer für Fluktuationen in der industriellen Produktion.

„The varying expectations of business men ... and not anything else constitute the immediate and direct causes or antecedents of industrial fluctuations.“

Arthur C. Pigou (1926, S. 33)¹⁰⁷

¹⁰⁷ Zitiert aus Collard (1983, S. 411).

Pigou beschrieb einen Teufelskreis, in dem fehlerhaft optimistische oder pessimistische Erwartungen („*an error of optimism, and ... pessimism*“) über Preisentwicklungen die tatsächliche Entwicklung der Realwirtschaft beeinflussen können mit dem Resultat krisenhafter Erscheinungen.¹⁰⁸ Den Erwartungen wird damit eine zentrale Rolle für die Entwicklung der realen Wirtschaft zugeteilt.

Eine der ausführlichsten und einflussreichsten Abhandlungen zur Rolle der Erwartungen wurde 1936 durch den Ökonomen John Maynard Keynes (geb. 1883–1946) verfasst, der mit seinem Hauptwerk „*The General Theory of Employment, Interest and Money*“ die Volkswirtschaftslehre revolutionierte. Keynes befasste sich mit der Zuverlässigkeit von Erwartungen und traf ein skeptisches Urteil bezüglich der Stabilität menschlichen Handelns. Anhand eines Vergleiches von Finanzinvestoren mit einem Schönheitswettbewerb entwarf Keynes ein Szenario, bei dem die Wahlmöglichkeiten der Akteure von gegenseitigen Erwartungen beeinflusst werden.¹⁰⁹

„ ... professional investment may be likened to those newspaper competitions in which the competitors have to pick out the six prettiest faces from a hundred photographs, the prize being awarded to the competitor whose choice most nearly corresponds to the average preferences of the competitors as a whole ... It is not a case of choosing those which, to the best of one's judgment, are really the prettiest, nor even those which average opinion genuinely thinks the prettiest. ... we devote our intelligences to anticipating what average opinion expects the average opinion to be.“

John M. Keynes (1936, Kpt. 12, S. 140)

Demnach basieren Entscheidungen für Finanzinvestitionen nicht allein auf realen Größen, sondern auf Erwartungen für Erwartungen weiterer Investoren. Somit ergibt sich ein Prozess aus Erwartungen und Folgeerwartungen, bei dem laut Keynes Investoren um bis zu fünf Ecken planen, der kaum mathematisch in

¹⁰⁸ Pigou (1926, S. 122) erläutert dazu: „... a rise in prices, however brought about, by creating some actual and some counterfeit prosperity for business man, is liable to promote an error of optimism, and a fall in prices an error of pessimism, and this mutual stimulation of errors and price movements may continue in a vicious spiral until it is checked by some inference from outside.“, zitiert aus Eusepi und Preston (2008, S. 1).

¹⁰⁹ Vgl. Heinemann (1995) für eine ausführlichere Darstellung der Keynesianischen Betrachtung von Erwartungen.

Modelle überführbar ist. Damit umschreibt Keynes, wie es zu Herdenverhalten an Märkten kommen kann, wenn alle Teilnehmer versuchen, die Erwartungen der anderen Akteure vorherzusehen, um entsprechend zu investieren. Keynes geht mehrfach auf das Wesen des Menschen ein und unterstellt eine eher animalische Natur und greift somit wiederholt die mathematisch formalisierte Neoklassik an, welche den Menschen reduziert zum Optimierer gewichteter Wahrscheinlichkeiten.

„Human decisions affecting the future, whether personal or political or economic, cannot depend on strict mathematical expectation, since the basis for such calculations does not exist; ... [we are] often falling back for our motive on whim or sentiment or chance.“

„... there is the instability due to the characteristic of human nature that a large proportion of our positive activities depend on spontaneous optimism rather than on a mathematical expectation ...“

„Most, probably, of our decisions to do something positive ... can only be taken as a result of animal spirits – a spontaneous urge to action rather than inaction, and not as the outcome of a weighted average of quantitative benefits multiplied by quantitative probabilities.“

John M. Keynes (1936, Kpt. 12, S. 144 f)

Keynes schlussfolgert, dass die Handlungen der Akteure wesentlich von Stimmungen und Emotionen geprägt sind und bezweifelt letztendlich, dass Entscheidungen der Wirtschaftssubjekte unter Unsicherheit mit konkreten modellhaften Vorstellungen gebildet werden können.¹¹⁰

Das ursächliche Problem ist, neben der potenziellen Unsicherheit und der Unmöglichkeit mathematisch präziser Erwartungen, vor allem der Einfluss von emotionalen Schwankungen. Eine Situation vollkommener Unsicherheit, ohne Möglichkeit der Vorhersage zukünftiger Entwicklungen in bestimmten Bereichen der Wirtschaft, mag ein Problem in Bezug auf Fehlinvestitionen und Verschwendung von Ressourcen sein und damit letztendlich ein Effizienzproblem, aber es kann nicht massive Krisen mit permanenten Marktungleichgewichten erklären. Wenn die Zukunft unbekannt und vollkommen zufällig ist, dann wer-

¹¹⁰ Vgl. u.a. Heinemann (1995) für diese Argumentation.

den auch die Erwartungen im Mittel zufällig richtig oder falsch sein und damit stochastische Abweichungen produzieren. Damit widerspricht Keynes zunächst nicht dem Ergebnis der (nachfolgend präsentierten) Theorie der rationalen Erwartungen. Beide Ansätze erlauben durchaus große Abweichungen der Erwartungen von der Realität mit rein stochastischem Muster. Der Schlüssel zum Verständnis liegt in Keynes Bemerkung zu „whim or sentiment“ im vorherigen Zitat, also der Betonung von Stimmungen und Emotionen im Erwartungsbildungsprozess. Falls Akteure von irrationalen Emotionen getrieben werden, da sich ihnen die Zukunft aufgrund von Unsicherheit verschließt, können systematische Fehlerwartungen entstehen, die positiv als Herdentrieb Erwartungsblasen bilden oder negativ als Panikreaktionen anschließend Krisen initiieren. Keynes postuliert, dass insbesondere in außergewöhnlichen wirtschaftlichen Situationen, Wellen optimistischer und pessimistischer Stimmungen auftreten können.

„In abnormal times ... the market will be subject to waves of optimistic and pessimistic sentiment.“

John M. Keynes (1936, Kpt. 12, S. 138)

Die modernen Begriffe wie systematische oder stochastische Abweichungen werden von Keynes zwar noch nicht verwendet, aber die grundsätzlichen Überlegungen sind bereits angelegt. Ähnliche Gedanken formulierten Arthur Pigou und Gustav Cassel, welche sich in Streitschriften mit Keynes über die Funktionsweise des Arbeitsmarktes begaben. Demnach werden Konjunkturzyklen verursacht durch „*wave-like swings in the mind of the business world between errors of optimism and pessimism*“.¹¹¹ In dieser Arbeit wird mit ökonometrischen Modellen untersucht, ob sich solche Wellenmuster in den Daten und den Abweichungen von der Realität finden lassen. Damit wird gleichzeitig die Theorie der rationalen Erwartungen überprüft, da die Existenz solch systematischer Wellen der Annahme der Rationalität widersprechen würde.

Die bereits angesprochene Theorie der rationalen Erwartungen geht auf die Arbeit „*Rational Expectations and the Theory of Price Movements*“ des US-amerikanischen Ökonomen John Fraser Muth (geb. 1930–2005) aus dem Jahr

¹¹¹ Pigou und Cassel (1924, S. 103), zitiert aus dem kritischen Review von Persons (1928, S. 669).

1961 zurück. Die Grundidee besagt, dass Wirtschaftssubjekte für ihre Erwartungen alle verfügbaren Informationen nutzen und grundsätzlich die theoretischen Zusammenhänge auf den Märkten verstehen. Erwartungen können somit als sinnvolle Prognose der Marktteilnehmer interpretiert werden. Muth formulierte seine Gedanken in zurückhaltender Weise.

„To make dynamic economic models complete, various expectational formulas have been used. There is, however, little evidence to suggest that the presumed relations bear a resemblance to the way the economy works ... I should like to suggest that expectations, since they are informed predictions of future events, are essentially the same as the predictions of the relevant economic theory. ... We call such expectations rational.“

John F. Muth (1961, S. 315)

Diese Annahme bewirkt, dass sich rationale Erwartungen über zukünftige Entwicklungen nicht systematisch von späteren tatsächlichen Realisationen unterscheiden. Die Akteure begehen demnach in Bezug auf ihre Erwartungen keine systematischen Fehler. Dies impliziert, dass die Akteure alle relevanten Marktmechanismen kennen und die Entwicklungen entsprechend vorhersagen können, also ein funktionierendes Modell der Wirtschaft kennen. Das generelle Optimierungsmodell des Homo oeconomicus wird somit auch auf Erwartungsmodelle transferiert. Dies lässt sich formal darstellen mit X_t als tatsächliche Realisation der Größe und X_t^* als erwarteter Wert durch die Wirtschaftssubjekte. In den Modellen weicht der erwartete Wert einer Größe von dem realisierten Wert nur durch einen Fehlerterm ε_t ab.

$$X_t^* = X_t + \varepsilon_t \quad (35)$$

$$\varepsilon_t = X_t^* - X_t$$

Der Erwartungsfehler ε_t ist ein stochastischer Fehlerterm mit Erwartungswert Null und konstanter Varianz. Die Abweichungen der Erwartungen von der Realität sind also nicht systematisch positiv oder negativ verzerrt.

$$E(\varepsilon_t) = 0 \quad (36)$$

Die Theorie gibt allerdings keine Einschränkung über die sinnvolle Größe der Abweichungen, so können auch erhebliche Fehlabweichungen als rational bezeichnet werden, wenn sie zumindest im Mittel richtig sind. Der Erwartungsfehler muss zudem mit allen verfügbaren Informationen unkorreliert sein. Die Theorie der rationalen Erwartungen stellte eine gedankliche Revolution in der Wirtschaftswissenschaft dar, vor allem da die politischen Implikationen dieses Konzeptes weitreichend sind. Die Arbeiten von Muth blieben lange Zeit unbeachtet, erst der US-amerikanische Ökonom Robert E. Lucas (geb. 1937) erhielt 1995 den Nobelpreis für seine Erweiterungen der Theorie. Das Nobelpreiskomitee begründete die Vergabe an Lucas unter anderem für die Ausarbeitung wirtschaftspolitischer Implikationen.

„John Muth (1961) was the first to formulate the rational expectations hypothesis in a precise way. ... The importance of the rational expectations hypothesis became apparent when Lucas extended the hypothesis to macroeconomic models and to the analysis of economic policy. ... In a series of path-breaking papers, starting with Lucas (1972b), he extended and applied the hypothesis to general equilibrium situations.“

The Royal Swedish Academy of Sciences, Nobel committee (1995, S. 1)

Lucas erkannte die Leistung Muths an und kommentierte die anfängliche Zurückhaltung gegenüber Muths Arbeit mit Erstaunen: *„It must be quite an experience to write papers that radical and have people just pat you [Muth] on the head and say 'That's interesting' and nothing happens.“*¹¹²

Die Theorie der rationalen Erwartungen wurde im Laufe der Jahrzehnte ambivalent begleitet zwischen Beifall und Ablehnung. In den 1970er und 1980er Jahren war es die dominierende Theorie, welche als Begründung für eine fortschreitende Liberalisierung der Märkte und Rückzug des Staates genutzt wurde. Die Reaganomics und der Thatcherismus in den USA und dem Vereinigten Königreich setzten auf die Idee des schlanken Staates als Leitstern. In einer Festrede 2003 erklärte Lucas: *„Its central problem of depression-prevention has been solved, for all practical purposes“*.¹¹³

¹¹² In einem Interview, publiziert in Klamer (1984), zitiert aus Brannon (2006, S. 19).

¹¹³ Lucas (2003, S. 1) sah vor allem in angebotsorientierter Politik Vorteile.

Insbesondere in wirtschaftlichen Krisenzeiten nahm dagegen die Skepsis gegenüber den rationalen Erwartungen zu. Im Kern der Kritik stehen die Annahmen der uneingeschränkten Verfügbarkeit von Informationen, welche mit erheblichen Kosten verbunden wären und die grundsätzliche Unbestimmtheit der Zukunft in Situationen vollkommener Unsicherheit. Ein wiederkehrender Schwerpunkt der Kritik ist die potenzielle Unzuverlässigkeit menschlichen Urteilsvermögens und darauf aufbauend Zweifel am mathematisch präzisen Ansatz des Homo oeconomicus. Der Ökonom Richard Thaler (geb. 1945) und der Rechtswissenschaftler Cass Sunstein (geb. 1954) verdeutlichen die Kritik. Liegt vollkommene Unsicherheit vor, wären rationale Erwartungen demnach generell unmöglich.

„If you look at economics textbooks, you will learn that homo economicus can think like Albert Einstein, store as much memory as IBM's Big Blue, and exercise the willpower of Mahatma Gandhi. Really. But the folks that we know are not like that. Real people have trouble with long division if they don't have a calculator, sometimes forget their spouse's birthday, and have a hangover on New Year's Day. They are not homo economicus; they are homo sapiens.“

Richard Thaler und Cass Sunstein (2008, S. 6 f)

Die Theorien der Erwartungen berühren die Grundfesten der Wirtschaftswissenschaften, deshalb sind Diskussionen über Erwartungen eng verbunden mit grundsätzlicheren Standpunkten. Wenn man die Welt der Wirtschaftstheorie in einem eindimensionalen Schema vereinfachend in zwei Lager teilen möchte, so erhält man zum einem Wirtschaftsliberale, welche freie Märkte als inhärent stabil ansehen mit Orientierung zum Gleichgewicht und vor allem neoklassisches Gedankengut und vollkommene Rationalität der Erwartungen unterstellen. Als Konsequenz wären staatliche Eingriffe und Regulierungen in das Marktgeschehen kontraproduktiv und Krisen ergäben sich nur als Resultat des Versagens staatlicher Institutionen, unter dem Begriff Staatsversagen zusammengefasst. Am anderen Ende des Spektrums stehen Kritiker der unregulierten Märkte, welche diese als inhärent instabil und ungleichgewichtig ansehen und Erwartungen als bestenfalls eingeschränkt rational, tendenziell sogar systematisch fehlerhaft betrachten. Als Konsequenz wären staatliche Eingriffe notwendig, um Marktversagen zu kompensieren, insbesondere in Krisenzeiten.

Die Frage der Rationalität oder Irrationalität der Erwartungen hat grundlegende Konsequenzen für staatlich gesteuerte Stabilisierungspolitiken. Dies soll an einem zentralen Anwendungsfall in Krisensituationen verdeutlicht werden. Nach keynesianischer Auffassung kann die Zentralbank Wirtschaftswachstum erhöhen und Arbeitslosigkeit reduzieren mittels expansiver Geldpolitik, also durch Senkung der Leitzinsen und Erhöhung der Geldmenge. Unter der Annahme rationaler Erwartungen führt eine Ausweitung des Geldangebots allerdings zu steigenden Inflationserwartungen der Akteure. Die nominalen Löhne werden analog erhöht, so dass die realen Löhne konstant bleiben. Die Zentralbank würde letztendlich nur die Inflationsrate erhöhen, die Arbeitslosigkeit bliebe konstant. Eine keynesianische Wirtschaftspolitik wäre demnach sinnlos. Lucas fokussierte seine Kritik auf fehlerbehaftete Erwartungen, welche er als verfehlte Grundlage für keynesianische Wirtschaftspolitik sah.

„The implicit presumption in these Keynesian models was that people could be fooled over and over again.“

Robert E. Lucas (1995)¹¹⁴

Die Modellannahmen bestimmen letztendlich das Ergebnis – wer sucht, der findet auch. In der politischen Realität werden die keynesianischen Werkzeuge wie Zinssenkungen und Konjunkturprogramme ohne große Zweifel in Krisenzeiten genutzt. Die Daten, welche in dieser Arbeit vorliegen, erlauben allerdings keine spezifischen Aussagen über die Rationalität der Erwartungen bezüglich der Inflation, da die Wirtschaftssubjekte nach der Einschätzung der aktuellen und zukünftigen allgemeinen wirtschaftlichen Lage befragt werden.

Eine Alternative zur Erklärung vermeintlich irrationalen Verhaltens liefert die Prospect Theory, auch Neue Erwartungstheorie genannt, welche 1979 durch den israelisch-US-amerikanischen Psychologen Daniel Kahneman (geb. 1934) und den israelischen Psychologen Amos Tversky (geb. 1937–1996) entwickelt wurde in ihrem Aufsatz „Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk“. Ausgangspunkt der Überlegung war die vorherige Erwartungsnutzentheorie, welche postuliert, dass Akteure Entscheidungen auswählen, indem sie den Erwartungswert ihrer Wahloptionen, also die Auszahlung multipliziert mit der

¹¹⁴ In der Rede zum Erhalt des Nobelpreises an der Universität von Chicago, publiziert im Chicago Journal (1995, S. 1).

Eintrittswahrscheinlichkeit, maximieren. Die Erwartungsnutzentheorie wird den Mathematikern Gabriel Cramer (1728) und Daniel Bernoulli (1738) zugeschrieben.¹¹⁵ Experimente haben allerdings gezeigt, dass Menschen häufig nicht diesem Schema folgen, sondern bestimmte irrationale Ergebnisse vorziehen, etwa sichere Gewinne, selbst wenn sie geringere Auszahlungen bieten. Dieses Verhalten wird als Risikoaversion bezeichnet. Der französische Ökonom Maurice Allais gab Testpersonen 1953 zwei Varianten einer „Lotterie“ zur Auswahl. Variante A beinhaltete 2500 Geldeinheiten mit einer Wahrscheinlichkeit von 66 Prozent und 2400 GE mit 33 Prozent und 0 GE mit 1 Prozent, während Variante B 2400 GE mit 100 Prozent beinhaltete. Variante A bietet einen Erwartungswert von 2442 GE und Variante B von 2400 GE. Dennoch entschieden sich 82 Prozent der Befragten für die leicht schlechtere Variante B und widersprachen damit der Erwartungsnutzentheorie.¹¹⁶ Kahneman und Tversky erklären dies durch kognitive Verzerrungen mit Über- und Unterbewertungen.

„This paper presents a critique of expected utility theory ... An alternative theory of choice [prospect theory] is developed, in which value is assigned to gains and losses rather than to final assets and in which probabilities are replaced by decision weights. ... Decision weights are generally lower than the corresponding probabilities, except in the range of low probabilities. Overweighting of low probabilities may contribute to the attractiveness of both insurance and gambling.“

Daniel Kahneman und Amos Tversky (1979, S. 263)

¹¹⁵ Vgl. Friedman und Savage (1952, S. 463). Die genaue Entstehungsgeschichte der Erwartungsnutzentheorie lässt sich aus heutiger Sicht nicht mehr exakt rekonstruieren. Bernoulli beginnt seinen Aufsatz mit *„Ever since mathematicians first began to study the measurement of risk there has been general agreement on the following proposition: Expected values are computed by multiplying each possible gain by the number of ways in which it can occur, and then dividing the sum of these products by the total number of possible cases where, in this theory, the consideration of cases which are all of the same probability is insisted upon.“* (Bernoulli, 1738, Übersetzung von 1954, S. 23). Bernoulli beschreibt in dem Aufsatz ebenfalls die Gedanken des abnehmenden Grenznutzen des Einkommens, lange vor den Neoklassikern und dem ersten Gossenschen Gesetz: *„... the utility resulting from any small increase in wealth will be inversely proportionate to the quantity of goods previously possessed.“* (Bernoulli, 1738, Übersetzung von 1954, S. 25).

¹¹⁶ Vgl. Kahneman und Tversky (1979, S. 265 f).

Auf eine umfassende mathematische Herleitung der Prospect Theory soll in diesem Überblicksabschnitt verzichtet werden. Zusammenfassend gilt, dass Personen ihren Entscheidungsprozess in zwei Phasen gliedern, *editing* und *evaluation*. In der ersten Phase werden alle möglichen Ergebnisse sortiert und ein Referenzpunkt festgelegt, etwa der Status quo, vom dem aus alle Ergebnisse als Gewinne oder Verluste betrachtet werden. Die Zuordnung von Nutzeneinheiten zu Ergebnissen geschieht durch eine spezielle asymmetrische S-förmige Funktion, die einen abnehmenden Grenznutzen von Gewinnen und Verlusten unterstellt. Eine spezielle Wahrscheinlichkeits-Gewichtungsfunktion unterstellt, dass Personen kleine Wahrscheinlichkeiten überbewerten. Das Zusammenspiel der Funktionen kann verschiedene Verhaltensweisen hervorbringen, insbesondere Risikoaversion bei Gewinnen mittlerer Wahrscheinlichkeit und Verlusten niedriger Wahrscheinlichkeit sowie Risikofreude bei Gewinnen geringer Wahrscheinlichkeit und Verlusten mittlerer Wahrscheinlichkeit. Kahneman und Tversky beschreiben weitere Verzerrungen, wie den *certainty effect*, *reflection effect* und *isolation effect*, die Wahrnehmung und Handlung verzerren.¹¹⁷ Die Theorie wurde 1992 erweitert zur Cumulative Prospect Theory, um mathematische Probleme der uneinheitlichen Sortierung der Ergebnisse zu umgehen. Kahneman erhielt 2002 den Nobelpreis der Wirtschaftswissenschaften für seinen Beitrag zur Prospect Theory, Tversky war zu diesem Zeitpunkt bereits verstorben. Für die (Cumulative) Prospect Theory müssen subjektiv bekannte Wahrscheinlichkeiten vorliegen, unter vollständiger Unsicherheit im Keynes'schen Sinne kann diese Theorie nicht angewandt werden. Eine Vielzahl an Sekundärliteratur im Bereich der Verhaltensökonomik, etwa Barberis et al. (2001), untersucht diese Ergebnisse im Zusammenhang zu Marktinstabilitäten, insbesondere im Finanzbereich.

Die Prospect Theory wurde auch kritisch begleitet, etwa durch den US-amerikanischen Ökonomen Eugene Fama (geb. 1937), dem Entwickler der Effizienzmarkttheorie, welche besagt, dass Finanzmärkte effizient sind, da alle

¹¹⁷ Kahneman und Tversky (1979, S. 263) erläutern dazu: „*In particular, people underweight outcomes that are merely probable in comparison with outcomes that are obtained with certainty. This tendency, called the certainty effect, contributes to risk aversion in choices involving sure gains and to risk seeking in choices involving sure losses. In addition, people generally discard components that are shared by all prospects under consideration. This tendency, called the isolation effect, leads to inconsistent preferences when the same choice is presented in different forms.*“.

vorhandenen Informationen vollständig eingepreist werden.¹¹⁸ Falls es Verzerrungen gäbe, könnten diese ausgenutzt werden, um systematisch Gewinne zu erwirtschaften. Die Beziehungen der Theorien untereinander können nicht eindeutig definiert werden, rationale Erwartungen können als Voraussetzung für die Effizienzmarkthypothese gesehen werden. Somit widerspricht die Effizienzmarkthypothese letztendlich der Prospect Theory, da die postulierten Verzerrungen nicht rational sind. In dieser Arbeit ist eine detaillierte Betrachtung einzelner Individuen und ihrer Motive auf ökonomischer Ebene nicht möglich, da aggregierte Daten verwendet werden, somit lassen die statistischen Modelle lediglich eingeschränkte Rückschlüsse über die Wahrnehmungen der Akteure zu.

Auch in der Wirtschaftspsychologie sind die Ereignisse der letzten Jahrzehnte intensiv betrachtet worden. Der Einfluss subjektiver Wahrnehmungen auf reale Handlungen und Wahrnehmungsverzerrungen stehen im Mittelpunkt der Analysen. Shefrin (2000) entwickelte ein Phasenmodell, welches die Rolle von Erwartungen auf die Bewertung von Informationen beschreiben soll, insbesondere im Börsengeschehen. Demnach tritt zunächst eine Phase der Unterreaktion auf, in der verbreitete Informationen kaum berücksichtigt werden, begründet durch vermeintliche Irrelevanz oder Ankereffekte. In der Reaktionsphase erkennen die Marktteilnehmer die Bedeutung der Information, es werden die Grundlagen für zukünftige Trends gelegt. In der Überreaktionsphase führen die bereits gebildeten positiven Erwartungen zu einer selektiven Wahrnehmungsverzerrung und verstärken Trenderscheinungen auf den Märkten. Diese Modelle können zwar rein deskriptiv Erwartungsumschwünge beschreiben, bieten aber keine ursächliche Erläuterung für spontane Informationsinitialisierungen. Der Zusammenhang von Stimmungen und Erwartungen ist auf psychologischer Ebene noch weitgehend ungeklärt.¹¹⁹ Die Wirtschaftspsychologie umfasst ein weites Feld an meist verbal formulierten Theorien, unter anderem aus den Bereichen der Wahrnehmung, Motivation und Kognition. Diese ökonomisch ausgelegte Arbeit beschränkt sich auf die zuvor dargelegten wirtschaftswissenschaftlichen Theorien, welche einen stärkeren Zusammenhang zum Kernthema aufweisen.

¹¹⁸ Für weiterführende Erläuterungen der Kritik siehe Malkiel (2003).

¹¹⁹ Vgl. Wiswede (2007, S. 135 f) für weitere Erläuterungen zu den Modellen.

Neben den vorgestellten Ansätzen besteht eine Vielzahl an weiteren Gründen, warum Erwartungen nicht zwangsläufig rational sein müssen. Der deutsche Mathematiker, Ökonom und Nobelpreisträger Reinhard Selten (geb. 1930) entwickelte im Rahmen der Spieltheorie ein Konzept der eingeschränkten Rationalität. Diese Einschränkungen können sich z.B. durch hohe Kosten oder langsame Verfügbarkeit von Informationen ergeben. Obwohl die Wirtschaftssubjekte individuell rational denken und agieren, können suboptimale Marktergebnisse auftreten. Aus der Neuen Institutionenökonomik entspringt der Principal-Agent-Ansatz, bei dem der Auftragnehmer (Agent) in Vertragssituationen eigennützig seinen asymmetrischen Informationsvorsprung nutzt und dabei dem Auftraggeber (Prinzipal) schaden kann, wenn die Ziele nicht kongruent sind. Es kann beispielsweise dem Agenten nützlich sein, dem Prinzipal zu schaden, etwa durch Wetten auf seine Verluste oder Provisionen für suboptimale Produkte. Damit würde die Annahme der individuellen Rationalität nicht aufgegeben werden, trotzdem können auch hier auf gesamtwirtschaftlicher Ebene schlechte Marktergebnisse auftreten. Die gedanklichen Ansätze durchlöchern teilweise die Idee der selbstregulierenden freien Märkte trotz individuellen Eigennutzes aller Akteure.

Bisher kaum absehbar sind die Auswirkungen neuerer Entwicklungen, wie die massive Erhöhung des automatisierten Mikrosekundenhandels und die zugrundeliegenden Algorithmen, welche im Einklang Märkte bearbeiten. Die recht mechanische Theorie adaptiver Erwartungen kann eventuell ein Comeback feiern, denn die Computer berechnen zukünftige Entwicklungen aus realisierten Daten der Vergangenheit. Der fehlerbehaftete Mensch wäre nur noch der Verwalter der Algorithmen. Die zunehmenden Ausschläge an den Finanzmärkten deuten allerdings bisher nicht auf eine zunehmende Stabilität durch automatisierte Handelsabläufe hin.

Ein Aspekt, der in der Wirtschaftstheorie wenig beachtet wird, ist die zeitliche Ausdehnung potenzieller Effekte oder Verzerrungen. In einer sehr langfristigen Perspektive über Jahrzehnte erscheinen sogar große Krisen als kleine Ausschläge, während in kurzfristiger Sicht mit hoher zeitlicher Auflösung alle Effekte deutlicher zu erkennen sind. In dieser Arbeit werden die Zusammenhänge im System der Märkte mit Monatsdaten analysiert über einen Zeitraum von fast 20 Jahren, so dass die Dynamik detaillierter untersucht werden kann.

4.3 Verwandte ökonometrische Studien

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick vergleichbarer Studien, wobei der Schwerpunkt auf der ökonometrischen Modellierung liegt. Die Mehrheit der bisher zitierten Literatur umfasst statistisch-theoretische Analysen zum Thema PLS und wirtschaftstheoretische Konzepte. Empirisch orientierte Arbeiten zum Thema Stimmungen und Erwartungen und deren Zusammenhängen zu Märkten sind eher selten, insbesondere mit umfassenderen Ansätzen. Die Mehrheit der vorhandenen Studien untersucht Möglichkeiten der zeitlichen Prognose, vor allem die Vorhersage des Bruttoinlandsproduktes ist ein fortlaufender Forschungsgegenstand. Meines Wissens ist dies die erste Arbeit, welche zum Thema Stimmungen und Erwartungen theoretisch und empirisch mit (D)PLS-Modellen im Bereich der Volkswirtschaftslehre arbeitet. Da die dynamischen Erweiterungen zum Teil erst mit dieser Arbeit vervollständigt wurden, stellt diese Arbeit in diesem Bereich definitiv ein Novum dar.

Tabelle 14: *Übersicht verwandte Studien*

Autor(en)	Fragestellung	Methoden	Daten
De Bondt und Thaler (1985)	Überreaktionen am US-Aktienmarkt, irrationale Erwartungen?	Lineare Regressionen	35 Indikatoren
Strohe, Härdle, Geppert (1999)	Prognose deutscher Aktienkurse	Einfaches DPLS	41 Indikatoren
Hüfner und Schröder (2002)	Prognose der deutschen Produktion mit Stimmungen und Erwartungen	Lineare Regressionen, Vektor-autoregressive Modelle	4 Indikatoren
Broyer und Savry (2002)	Prognose des deutschen Bruttoinlandsproduktes	Lineare Regressionen	4 Indikatoren
Lahl und Hüfner (2003)	Zusammenhänge der Erwartungen mit Märkten	Lineare Regressionen, Granger-Kausalität	11 Indikatoren
Schumacher (2009)	Prognose des deutschen Bruttoinlandsproduktes	Hauptkomponenten, Lineare Regressionen	531 Indikatoren (407 internat.)

Tabelle 14 gibt eine Auswahl an Studien, die zum Teil vergleichbare Fragestellungen, Methoden oder Daten zur vorliegenden Arbeit aufweisen. Es werden drei Arbeiten von de Bondt und Thaler (1985), Strohe, Härdle und Geppert (1999) und Schumacher (2009) genauer vorgestellt.

Die älteste Studie von De Bondt und Thaler (1985) „Does the stock market overreact“ untersucht die Existenz von Überreaktionen am US-amerikanischen Aktienmarkt in außergewöhnlichen Marktsituationen, etwa durch „dramatic news events“. Die Autoren beziehen sich in ihrer Studie auf die Arbeit von Kahneman und Tversky (1982), welche mit der Prospect Theory einen theoretischen Rahmen für vermeintlich irrationales Verhalten entwickelt haben (vorgestellt in Kapitel 4.2). Demnach neigen Individuen dazu, neue Informationen zu übergewichten und ältere Referenzinformationen zu untergewichten. Die Autoren zitieren weitere Studien, welche auf theoretischer und empirischer Ebene Hinweise für Überreaktionen sammeln.¹²⁰ Damit ergäbe sich einer Verletzung der Effizienzmarkttheorie. Es werden zwei Aktienportfolios gebildet, welche über den betrachteten Zeitraum besonders gute oder schlechte Entwicklung erlebten. Verwendet werden Monatsdaten von insgesamt 35 US-amerikanischen Aktienindizes der New York Stock Exchange von Januar 1931 bis Dezember 1982. Als Ergebnis zahlreicher Regressionsanalysen und Residuenanalysen zeigt sich, dass vormals schlechte Aktienportfolios nach 36 Monaten im Mittel 25 Prozent mehr Rendite erwirtschaftet haben als vormals bessere Portfolios. In den Daten werden weitere Anomalien gefunden, etwa wiederkehrende außergewöhnliche Renditen im Januar bei schlechteren Portfolios. De Bondt und Thaler interpretieren ihre Ergebnisse als deutlichen Hinweis, dass die Effizienzmarkttheorie für die untersuchten Bereiche nicht zutrifft, da erhebliche Überreaktionen der Akteure zu erkennen sind. Solche Überreaktionen können den von Keynes postulierten Wellen optimistischer und pessimistischer Stimmungen entsprechen und widersprechen damit der Theorie rationaler Erwartungen. Auch in dieser Arbeit wird die Residuenanalyse genutzt, um solche Wellen zu suchen und damit Rückschlüsse auf die Verhaltensmuster der Akteure zu ziehen. Methodisch bestehen allerdings deutliche Unterschiede, da de Bondt und Thaler keine Strukturgleichungsmodelle verwenden und keine expliziten Daten für Stimmungen und Erwartungen verwenden.

¹²⁰ Etwa Grether (1980), de Bondt (1985) und Shiller (1981) werden genannt.

Die Untersuchung von Strohe, Härdle und Geppert (1999) „DPLS in XPLORE - A PLS Approach to dynamic path models“ beinhaltet neben der Beschreibung des einfachen DPLS auch eine ökonometrische Anwendung für die Prognose deutscher Aktienkurse. Dieses Modell ist meines Wissens die bisher einzige veröffentlichte Anwendung von DPLS. Es werden insgesamt 41 Indikatoren verwendet, davon entfallen 23 auf deutsche Aktienkurse diverser Unternehmen des DAX. Die Latente Variable *German Stock Prices* wird erklärt durch die Latenten Variablen *Domestic Performance*, *Foreign Market*, *Money Market*, *Labour Markt* zum jeweiligen Zeitpunkt und mit einer Verzögerung sowie autoregressiv. Die Untersuchung ist in der statistischen Methodik dieser Arbeit am ähnlichsten, da DPLS verwendet wird, allerdings werden keine Indikatoren für Stimmungen und Erwartungen genutzt. Die Zuordnung der Indikatoren zu den Latenten Variablen ist inhaltlich weniger direkt als in dieser Arbeit, so umfasst *Money Market* die drei heterogenen Indikatoren *Money Supply (M3)*, *Discount Rate DBBK* und *DM against US\$*. Die Zeitreihenlänge beträgt 74 Monate, verwendet werden die standardisierten ersten zeitlichen Differenzen der Indikatoren. Als Ergebnis zeigt sich eine geringe autoregressive Abhängigkeit der Aktienkurse von den Vormonatswerten. Die stärksten Zusammenhänge ergeben sich zur unverzögerten Latenten Variable *Foreign Market*, wobei vor allem die Indikatoren *Dow Jones IA* und *US\$ against 18 Industrial countries* höhere positive Gewichte erhalten. Der starke Zusammenhang der deutschen und US-amerikanischen Aktienentwicklungen ist auch in dieser Arbeit erkennbar.

Eine aktuellere Studie der Deutschen Bundesbank von Schumacher (2009) „Factor forecasting using international targeted predictors: the Case of the German GDP“ untersucht die Möglichkeiten der zeitlichen Prognose des deutschen Bruttoinlandsproduktes mit einem umfangreichen Set von 531 Indikatoren. Methodisch erscheint das Vorgehen zunächst ähnlich dieser Arbeit, allerdings werden die *Latenten Variablen* als Hauptkomponenten errechnet. Die erhaltenen HK werden in einer linearen Regressionsgleichung weiterverarbeitet, um die Wachstumsrate des deutschen Bruttoinlandsproduktes über mehrere Quartale zu prognostizieren.¹²¹ Das Verfahren ist kein *echtes* Strukturglei-

¹²¹ Die Latenten Variablen werden als Hauptkomponentenvektor \mathbf{F}_t errechnet mit \mathbf{X}_t als Indikatorenvektor, $\mathbf{\Lambda}$ als Ladungsmatrix und \mathbf{e}_t als Fehlertermvektor in der Form $\mathbf{X}_t = \mathbf{\Lambda}\mathbf{F}_t + \mathbf{e}_t$. Die erhaltenen Faktorwerte bzw. Hauptkomponenten werden in einer linearen Regressionsgleichung weiterverarbeitet.

chungsmodell und bietet entsprechend nicht die Vorteile eines in sich geschlossenen Ansatzes. Als Kernproblem ergibt sich, dass die Hauptkomponentenanalysen die jeweiligen Indikatoren nicht mit dem Ziel gewichten, im *inneren Modell*, also für die lineare Regressionsgleichung, die Prognose zu verbessern.¹²² Entsprechend können zusätzliche Indikatoren, welche sich zur Prognose weniger eignen, die Modellanpassung verringern. Es werden mehrere Hauptkomponenten aus der Gesamtheit der Daten aller Indikatoren extrahiert. Dieses Vorgehen ähnelt damit eher der PLS-Regression als der PLS-Pfadmodellierung in dieser Arbeit, welche die Indikatoren inhaltlich in Blöcke vorsortiert und pro Block nur eine Latente Variable bildet. Als Verbesserungsvorschlag wird eine Vorselektion der Indikatoren vorgenommen mit direkten linearen Regressionen der Indikatoren auf das Bruttoinlandsprodukt, um überflüssige Indikatoren zu entfernen. PLS-Modelle bieten dagegen den Vorteil einer eingebauten Selektion, da unpassende Indikatoren im Schätzverfahren ein geringes Gewicht erhalten. Als Datensatz werden 124 Indikatoren für Deutschland verwendet vom 3. Quartal 1980 bis zum 4. Quartal 2004. Die Ereignisse der Finanzkrise sind damit nicht in der Untersuchung enthalten. Die Daten umfassen auch Umfragen zu Stimmungen und Erwartungen. Weitere 407 internationale Indikatoren aus 11 Ländern erhöhen die Gesamtzahl auf 531 Indikatoren. Als Qualitätsmaß für die Prognose werden mittlere Vorhersagefehler verschiedener Teilstichproben und des Faktormodells in Relation errechnet.¹²³ Damit können verschiedene Prognosemodelle zwar untereinander verglichen werden, aber externe Vergleiche mit den Ergebnissen dieser Arbeit sind nicht möglich. Das Hinzufügen der internationalen Indikatoren hat die Vorhersagekraft zunächst reduziert. Nach der Vorselektion ergaben sich die besten Modellanpassungen bei 90 oder 120 Indikatoren, also einem Bruchteil des gesamten Datensatzes. Dies kann als Hinweis gesehen werden, dass auch in dieser Arbeit zusätzliche Indika-

¹²² Schumacher (2009, S. 4) erläutert dazu: „*Factor estimation by principle components aims at maximising the explained variance of the dataset as a whole, and thus neglects that our main aim is predicting only y_{t+h} .*“

¹²³ Schumacher (2009, S. 6) erläutert dazu: „*To evaluate the forecasts, we compute root mean-squared forecast errors (RMSE). In the tables below, we compare factor forecasts to two benchmarks: the in-sample mean of GDP as well as the autoregressive (AR) model, both estimated recursively. All RMSE of the factor forecasts and the AR model are computed relative to the RMSE of the in-sample mean. Relative RMSE smaller than one indicate informative forecasts with respect to the naive in-sample mean benchmark.*“

toren kaum weitere Erklärungskraft liefern. Die Arbeit von Schuhmacher verwendet wie diese Arbeit einen umfangreichen Datensatz, eine Art Latenter Variablen und Prognoseansätze, allerdings sind die Ergebnisse aufgrund der verschiedenen statistischen Verfahren kaum vergleichbar.

Die bisherigen Untersuchungen berühren den Forschungsgegenstand dieser Arbeit also lediglich, so dass methodisch und inhaltlich noch Forschungsbedarf besteht, der mit dieser Arbeit angegangen wird.

4.4 Zusammenfassung

Stimmungen und Erwartungen haben fundamentale Bedeutung in der Wirtschaftstheorie und -politik, da diese reale Handlungen der Akteure und somit wirtschaftliche Entwicklungen beeinflussen können. Die Beachtung der aktuellen Stimmungslage ist spätestens seit der Finanzkrise fester Bestandteil der aktuellen Wirtschaftspresse, wobei Art und Umfang der Zusammenhänge zu wirtschaftlichen Größen weitgehend spekulativ verbleiben. Der Schwerpunkt der wirtschaftstheoretischen Analyse liegt auf den Konzepten der Rationalität bzw. Irrationalität der Erwartungen und den Implikationen für die Wirtschaftspolitik. Eine Vielzahl an Theorien namhafter Wissenschaftler, wie Pigou, Keynes, Muth, Lucas, Thaler, Minsky und Kahneman wurden im Laufe der Jahrzehnte entwickelt, die als Erklärungsansätze zum Teil noch heute konkurrieren.

Pigou sah 1926 in Schwankungen der Erwartungen die alleinige Ursache für Konjunkturzyklen. Keynes postulierte in seinem Hauptwerk 1936, dass die Zukunft weitgehend unsicher sei und Erwartungen unzuverlässig und unbeständig sind – insbesondere in außergewöhnlichen wirtschaftlichen Situationen können „Wellen optimistischer und pessimistischer Stimmungen“ auftreten. Die Theorie der rationalen Erwartungen von John F. Muth und Robert Lucas übertrug das Idealbild des Homo oeconomicus auf die Erwartungsbildung. Die Akteure verstehen demnach grundsätzlich die Funktionsweise der Märkte und nutzen alle relevanten Informationen. Die rationalen Erwartungen unterscheiden sich somit nicht systematisch von den realen Ergebnissen, Erwartungsfehler wären rein stochastisch. Die folgenden statistischen Modelle suchen nach solchen systematischen Mustern in den Abweichungen. Als Konsequenz der Theorie

wären zahlreiche staatlich organisierte wirtschaftspolitische Maßnahmen wirkungslos, da die Akteure die Folgen antizipieren und ihre Handlungen entsprechend anpassen. Lucas erhielt 1995 den Nobelpreis für die Erweiterung der Theorie. Eine Alternative zur Erklärung vermeintlich irrationalen Verhaltens liefert die Prospect Theory, welche 1979 durch die Psychologen Daniel Kahneman und Amos Tversky entwickelt und 1992 erweitert wurde. Menschen treffen demnach Entscheidungen unter Risiko mit systematischen Wahrnehmungsverzerrungen. Kahneman erhielt 2002 den Nobelpreis für diese Theorie.

Einige vorgestellte, ökonometrische Studien berühren den Forschungsgegenstand dieser Arbeit. Die meisten Autoren verwenden vor allem Regressionen mit überwiegend relativ kleinen Datensätzen. Letztendlich zeigt sich der noch bestehende methodische und inhaltliche Forschungsbedarf.

Kapitel 5

Statistische Modelle

5.1 Übersicht

Das Grundgerüst der (D)PLS-Modelle für die Untersuchung der Zusammenhänge von Stimmungen und Erwartungen mit wirtschaftlich relevanten Größen soll vorgestellt werden. Es werden im Kern zwei Fragestellungen untersucht.

1. Beziehungen der Stimmungen zu wirtschaftlich relevanten Größen

Inwiefern stehen die befragten Stimmungslagen mit realen wirtschaftlichen Größen auf den Märkten in Zusammenhang? Die dynamischen Modellerweiterungen werden genutzt, um den Einfluss vergangener Größen und Stimmungen auf aktuelle Stimmungslagen zu untersuchen.

2. Prognosemöglichkeiten der Erwartungen auf wirtschaftliche Entwicklungen

Die zeitliche Reichweite und Prognosekraft der befragten Erwartungen für wirtschaftliche Entwicklungen sollen ermittelt werden, insbesondere im Vergleich zu anderen Indikatoren.

In beiden Fragen werden Muster in den Abweichungen untersucht, um Rückschlüsse auf Zuverlässigkeit der Stimmungen und Erwartungen im Zeitverlauf zu ziehen. Die deskriptive Analyse im dritten Kapitel legt nahe, dass erhebliche Wellenmuster in der Stimmungs- und Erwartungshaltung aufgetreten sind in den letzten 20 Jahren. Insbesondere in Boom- und Krisenzeiten sind abrupte Schwankungen zu beobachten, die möglicherweise nicht vollständig durch reale Wirtschaftsentwicklungen erklärt werden können. Die Systematik der Ab-

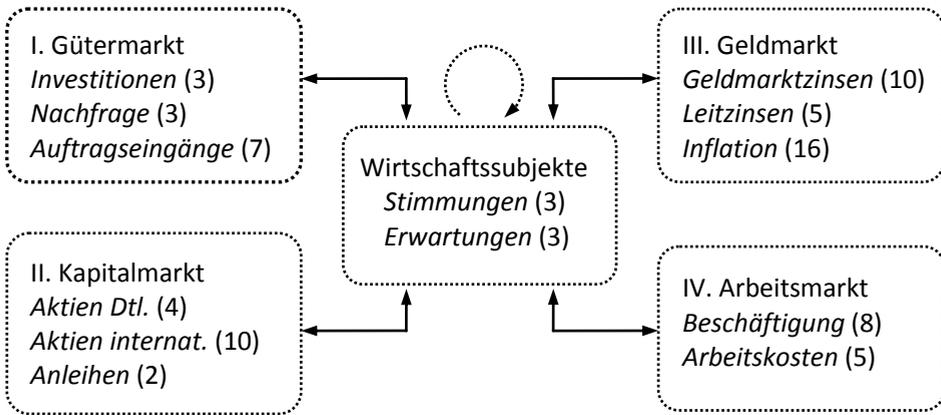
weichung der *gefühlten* von der realen Entwicklung ermöglicht einen Einblick in die Rationalität der dahinter liegenden Prozesse.

Die Überführung komplexer Strukturen auf vereinfachte Modelle stellt naturgemäß einen Kompromiss aus Vollständigkeit, Verständlichkeit und Durchführbarkeit dar. Die konkrete Umsetzung der Fragestellungen umfasst eine Vielzahl an Modellen. Das System der Abhängigkeiten der Größen innerhalb der Märkte und zwischen den Märkten ist in der Realität interdependent. Wie in der Ökonometrie üblich, werden die konkreten Fragestellungen reduziert auf die Betrachtung von Eingleichungsmodellen (als inneres Modell) mit einer endogenen Latenten Variablen und mehreren exogenen Latenten Variablen. Die hohe Komplexität und Interdependenz innerhalb der wirtschaftlichen Strukturen erfordert zunächst eine Reduktion der Ansätze auf Teilmodelle. Die Zusammenhänge werden auf vier Märkten Güter-, Kapital-, Geld und Arbeitsmarkt isoliert betrachtet, um mit den gewonnenen Erkenntnissen umfassende Gesamtmodelle zu konstruieren. Als Akteure auf den Märkten treten in der Wirtschaftstheorie vor allem gewerbliche Unternehmen, private Haushalte, der Staat und das Ausland auf. Die Aufteilung der Märkte und Latenten Variablen orientiert sich an den Grundlagen der makroökonomischen Theorie.¹²⁴ Ziel dieser Arbeit ist nicht die detaillierte Untersuchung der Zusammenhänge der wirtschaftlichen Größen untereinander, wie etwa das Verhältnis von Aktien zu Anleihen, allerdings ergeben sich als Nebenprodukt zahlreiche Erkenntnisse, etwa durch Korrelationen der wirtschaftlichen Latenten Variablen.

Abbildung 14 gibt eine Übersicht der Latenten Variablen in den Märkten und der untersuchten Beziehungsstrukturen. Die Anzahl der jeweiligen Indikatoren befindet sich in Klammern. Die Gruppen der Wirtschaftssubjekte agieren auf allen Märkten und umfassen in dieser Arbeit konkret gewerbliche Unternehmer, Finanzexperten und private Konsumenten, da für diese Gruppen Befragungen zur Verfügung stehen. Die aggregierten Konstrukte erlauben keine direkten Rückschlüsse auf mikroökonomische Einzelpersonen, allerdings können Aussagen über die befragten Gruppen getroffen werden.

¹²⁴ Vgl. Fuhrmann (1994, S. 10) für eine Abbildung eines gesamtwirtschaftlichen Kreislaufschemas mit den genannten Märkten und Akteuren.

Abbildung 14: Übersicht Latente Variable und Modelle



Die Bedeutung der Latenten Variablen orientiert sich an den abstrakten Konzepten der Wirtschaftstheorie, die konkrete inhaltliche Bedeutung ergibt sich erst aus den jeweiligen Indikatoren. Eine ausführliche Übersicht aller Indikatoren findet sich im Indikatorenverzeichnis im Anhang. Der Gütermarkt besteht aus drei Latenten Variablen *Investitionen*, *Nachfrage* und *Auftragseingänge*, die mit insgesamt 13 Indikatoren gebildet werden. Der Kapitalmarkt besteht aus *Aktien Deutschland*, *Aktien international* und *Anleihen* mit insgesamt 16 Indikatoren. Der Geldmarkt besteht aus *Geldmarktzinsen*, *Leitzinsen* und *Inflation* (als Surrogat für Geldmenge) mit insgesamt 31 Indikatoren. Der Arbeitsmarkt besteht aus *Beschäftigung* und *Arbeitskosten* mit insgesamt 13 Indikatoren.¹²⁵ Die Auswahl an Latenten Variablen gibt kein vollständiges Abbild der theoretischen Modellvorstellung einer Wirtschaft wider, sie bietet dennoch ein umfassendes Bild der wesentlichen Größen und lotet die Grenzen der ökonometrischen Verfahren aus.

¹²⁵ Erste Vorüberlegungen zur Strukturierung und Ergebnisse der einfachen PLS-Modelle finden sich im Diskussionsbeitrag Ruge und Strohe (2008), allerdings mit weniger und älteren Daten, ohne zeitliche Dynamik und entsprechend ohne Prognosemodelle. Deshalb sind die Ergebnisse nicht vergleichbar. Datensammlung, Modelle und Ergebnisse sind eigene Berechnungen und Darstellungen.

5.2 Modelle der Stimmungen

5.2.1 Gütermarkt

Auf dem Gütermarkt werden Angebot und Nachfrage nach physischen Gütern oder Dienstleistungen bedient. Das vereinfachte Gütermarktmodell in dieser Arbeit orientiert sich grob an makroökonomischen Modellvorstellungen, der Verfügbarkeit von Daten und an der Fragestellung, welche wirtschaftlichen Größen für Stimmungen und Erwartungen relevant sein können. Der relevante Gütermarkt in dieser Arbeit umfasst drei Latente Variable *Investitionen*, *Nachfrage* und *Auftragseingänge*, die mit insgesamt 13 Indikatoren gebildet werden.

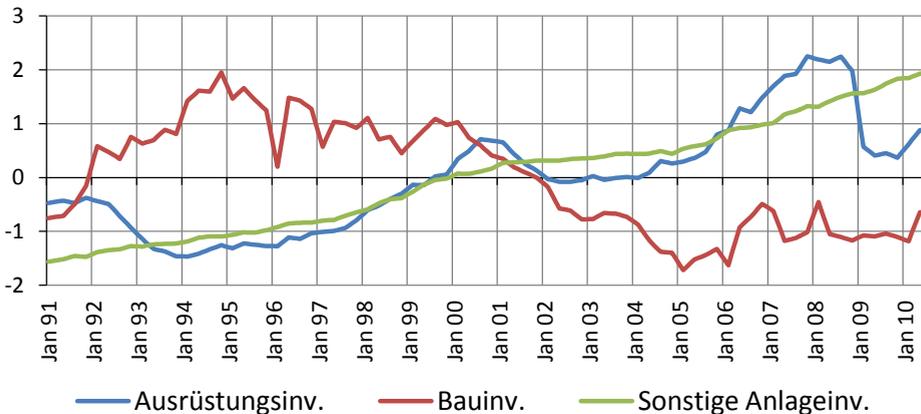
Die erste Latente Variable *Investitionen* wird durch drei Indikatoren *Ausrüstungsinvestitionen*, *Bauinvestitionen* und *Sonstige Anlageinvestitionen* gebildet. Ausrüstungsinvestitionen umfassen Ausgaben für bewegliche Investitionsgüter, wie Maschinen und allgemeine Geschäftsaustattungen. Bauinvestitionen umfassen Bauleistungen an Gebäuden und verbundenen Einrichtungen. Sonstige Anlageinvestitionen beinhalten immaterielle Anlagegüter wie Urheberrechte. Alle Investitionen werden erfasst in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes. Die originären Quartalswerte sind Stromgrößen und werden gedrittelt für die jeweiligen drei Monate und anschließend mit einem gleitenden Mittelwert 3. Ordnung geglättet (eigene Berechnungen). Die Zeitreihen sind saison- und preisbereinigt und werden für die Modelle und Abbildungen standardisiert mit Mittelwert Null und Varianz Eins. Die gesamten Bruttoanlageinvestitionen in Deutschland betragen 105,3 Mrd. Euro im 1. Quartal 2010, davon entfielen 37,3 Prozent auf Ausrüstungsinvestitionen, 56,4 Prozent auf Bauinvestitionen und 6,3 Prozent auf sonstige Anlageinvestitionen.¹²⁶

Abbildung 15 beinhaltet den Verlauf der drei standardisierten Investitionsreihen. Es liegen nur geringe Übereinstimmung im zeitlichen Verlauf vor, teils sind sogar gegenläufige Tendenzen erkennbar. Die Entwicklung der Ausrüstungsin-

¹²⁶ Abgrenzungen und Daten aus der Datenbank des Statistischen Bundesamtes, siehe Datenverzeichnis für weitere Informationen.

vestitionen spiegelt teilweise den New Economy Boom und die Finanzkrise wider und hat damit einen erkennbaren Bezug zur Entwicklung der Stimmungen. Die Bauinvestitionen stiegen bis zum Jahr 1995 und sanken danach auf ein niedrigeres Niveau in den Jahren 2004–2010. Es besteht eine deutlich negative Korrelation der Bau- und Ausrüstungsinvestitionen von $-0,70$. Die sonstigen Anlageinvestitionen folgen einem fast linear steigenden Trend ohne erkennbaren Bezug zur Entwicklung der Stimmungen. Die Latente Variable *Investitionen* wird formativ gebildet, da eher der Charakter unabhängiger Indikatoren mit niedrigen und teils negativen Korrelationen vorliegt.

Abbildung 15: Entwicklung der Indikatoren der Investitionen

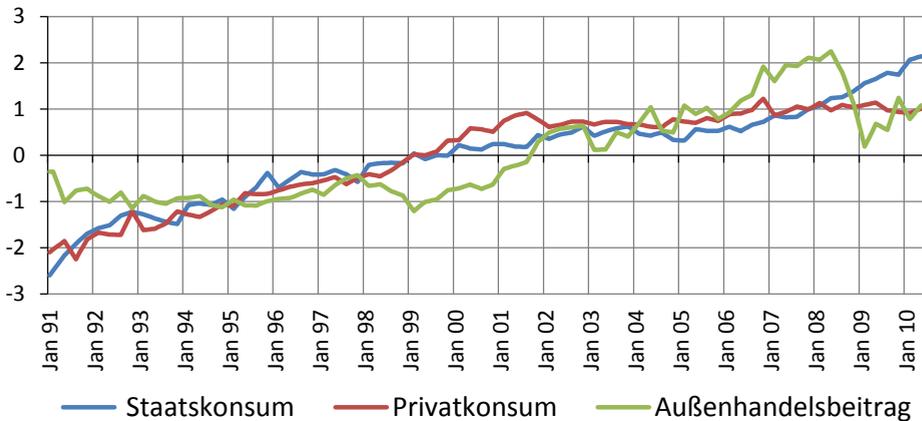


Die zweite Latente Variable *Nachfrage* wird durch drei Indikatoren *Privatkonsum*, *Staatskonsum* und *Außenhandelsbeitrag* gebildet. In dieser Arbeit repräsentiert die Nachfrage aus Sicht des Unternehmers seine Absatzmöglichkeiten. In der makroökonomischen Modellwelt sind Investitionen Bestandteil der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage, hier werden sie ausgegliedert als eigenständige Latente Variable. Die Indikatoren umfassen somit die Konsumausgaben der privaten Haushalte und staatliche Ausgaben für Güter und Dienstleistungen. Der Außenhandelsbeitrag ist die Differenz aus Exporten und Importen. Alle Größen werden erfasst in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes. Die originären Quartalswerte sind saison- und preisbereinigt und werden wieder auf Monatswerte interpoliert (eigene Berechnungen). Die privaten Konsumausgaben in Deutschland betragen 351,6 Mrd. Euro

im 1. Quartal 2010, der Staatskonsum 121,2 Mrd. Euro und der Außenhandelsbeitrag 28,3 Mrd. Euro.¹²⁷

Abbildung 16 zeigt den Verlauf der drei standardisierten Nachfrageindikatoren. Es lässt sich ein gleichartiger positiver Trend der drei Indikatoren erkennen, mit einem deutlichen Einbruch des Außenhandelsbeitrages in der Finanzkrise. Aus der Abbildung sind kaum Zusammenhänge zur Entwicklung der Stimmungen zu erkennen. Die Latente Variable *Nachfrage* kann aus inhaltlicher Sicht formativ oder reflektiv gebildet werden. Da die Indikatoren hohe Korrelationen untereinander aufweisen, wird sie reflektiv spezifiziert.

Abbildung 16: Entwicklung der Indikatoren der Nachfrage



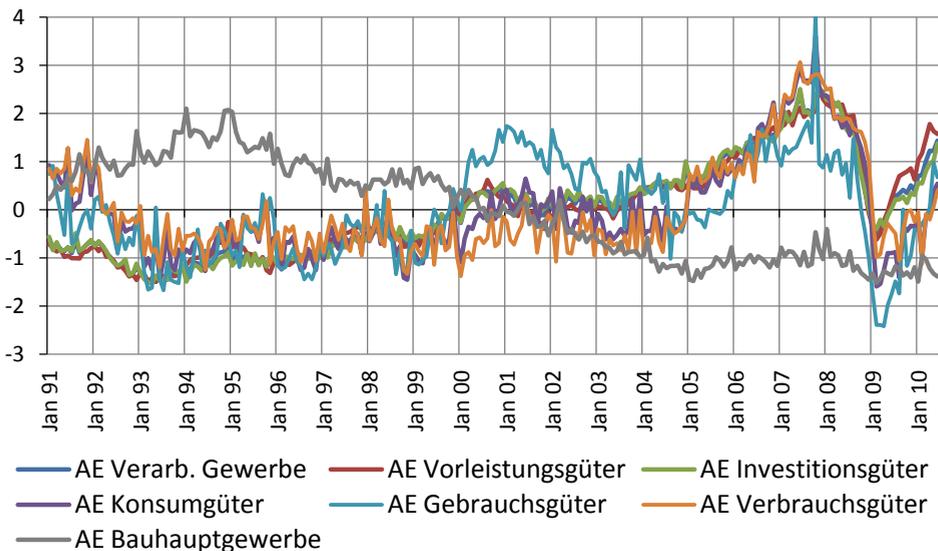
Die dritte Latente Variable *Auftragseingänge* (AE) wird durch sieben Indikatoren der Auftragseingänge im Bereich *verarbeitendes Gewerbe, Vorleistungsgüter, Investitionsgüter, Konsumgüter, Gebrauchsgüter, Verbrauchsgüter und Bauhauptgewerbe* gebildet. Auftragseingänge umfassen alle Aufträge auf Warenlieferungen der befragten Unternehmer im jeweiligen Monat. Die Ergebnisse werden monatlich als preisbereinigter Volumenindex berechnet durch das Statistische Bundesamt. Das Verarbeitende Gewerbe produziert Waren, die in Vorleistungsgüter, Investitionsgüter und weitere unterteilt werden. Da nur preisbereinigte Indizes veröffentlicht werden, kann über monetäre Werte der Auftragseingänge keine Aussage getroffen werden. Der Umsatz des gesamten Bau-

¹²⁷ Abgrenzungen und Daten aus der Datenbank des Statistischen Bundesamtes.

gewerbes in Deutschland betrug 85,4 Mrd. Euro im Jahr 2009 (davon Bauhauptgewerbe 54,7 Mrd. Euro), 1995 waren es noch 123 Mrd. Euro.¹²⁸ Die teilweise Überschneidung der Wirtschaftszweige folgt dem Gedanken reflektiver Latenter Variablen, bei denen die Indikatoren ähnliche Messungen eines übergeordneten Konstruktes darstellen. Die hohen Korrelationen der Auftragseingänge untereinander, welche überwiegend im Bereich 0,70 bis 0,95 liegen, bestätigen die Wahl als reflektive Latente Variable.

Abbildung 17 zeigt den Verlauf der standardisierten Auftragseingangsindikatoren. Es liegen sichtbare Übereinstimmungen im zeitlichen Verlauf vor, mit Ausnahme der AE im Bauhauptgewerbe, wie bereits bei den Bauinvestitionen zu vermuten war. Die Entwicklung der Auftragseingänge spiegelt teilweise den New Economy Boom und die Finanzkrise wider und hat damit erkennbaren Bezug zur Entwicklung der Stimmungen.

Abbildung 17: Entwicklung der Indikatoren der Auftragseingänge

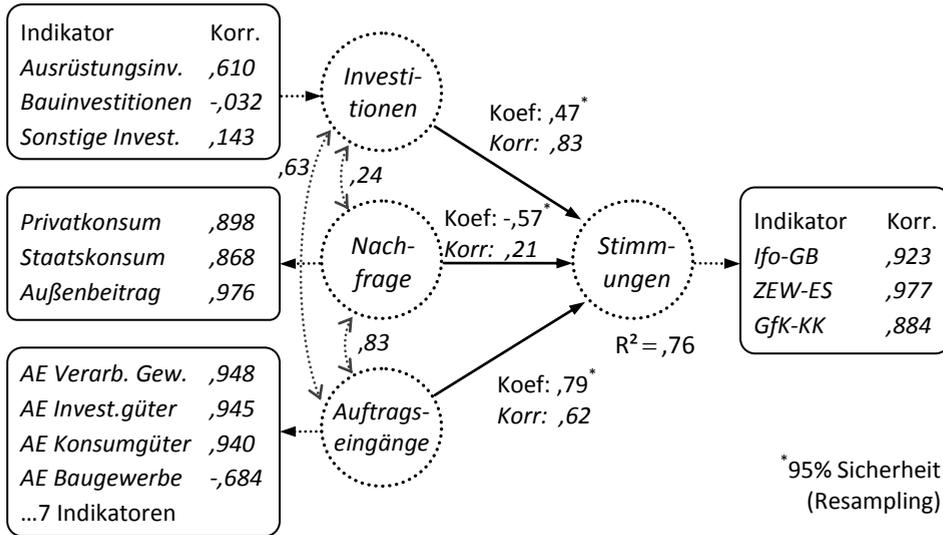


Das PLS-Modell der Stimmungen am Gütermarkt in Abbildung 18 untersucht den Zusammenhang der drei genannten Latenten Variablen *Investitionen*,

¹²⁸ Abgrenzungen und Daten aus der Datenbank des Statistischen Bundesamtes.

Nachfrage und *Auftragseingänge* mit *Stimmungen* als lineare Eingleichung im inneren Strukturmodell. Abgebildet sind die Ladungen (Korrelationen) der Indikatoren in den äußeren Modellen und die Koeffizienten und Korrelationen der Latenten Variablen im inneren Modell.

Abbildung 18: *Stimmungen am Gütermarkt (Modell 1)*



Zur besseren Verständlichkeit der Abbildung folgt die geschätzte Regressionsfunktion des inneren Modells, mit den Resampling t-Werten in Klammern unterhalb der Koeffizienten.¹²⁹

$$\begin{aligned}
 \text{Stimmungen}_t = & 0,47 \text{Investitionen}_t - 0,57 \text{Nachfrage}_t \\
 & + 0,79 \text{Auftrags-eingänge}_t + \hat{u}_t^{(1)}
 \end{aligned}$$

(5,1) (-3,2)
(3,7)

¹²⁹ Die Resamplingergebnisse sind als Zufallszahlen abhängig von jedem Durchlauf des Verfahrens, deshalb ist eine exaktere Angabe nicht sinnvoll. Als Quasi-Signifikanzniveau wird 5% gewählt, bezeichnet als 95% statistische Sicherheit (Resampling). Die konkreten Residuen werden von den theoretischen Fehlern mit einem Dach unterschieden.

Die Modellergebnisse zeigen, dass die *Stimmungen* deutlich positiv korrelieren mit *Investitionen* (0,83) und *Auftragseingängen* (0,62) und geringfügig mit *Nachfrage* (0,21). Die befragten Gruppen schätzen die wirtschaftliche Lage umso besser ein, je höher die erklärenden Latenten Variablen sind und vice versa, was grundsätzlich plausibel erscheint. In der multivariaten Betrachtung haben ceteris paribus *Investitionen* (0,47) und *Auftragseingänge* (0,79) signifikante positive Einflüsse auf *Stimmungen*. Für die *Nachfrage* ergibt sich ein negativer Pfadkoeffizient (-0,57) bei schwacher positiver Korrelation (0,21). Als erweitertes Qualitätskriterium sollen Latente Variablen als relevant und zuverlässig angesehen werden, wenn sie eine deutliche Korrelation aufweisen und einen signifikanten Koeffizienten mit gleichem Vorzeichen, damit die Richtung des Einflusses eindeutig ist. Im Gütermarktmodell wären somit nur *Investitionen* und *Auftragseingänge* relevant. Aufgrund der deutlichen Multikollinearität, insbesondere zwischen *Nachfrage* und *Auftragseingängen* (0,83), wird die Entwicklung der *Nachfrage* bereits durch die beiden anderen erklärenden Latenten Variablen beschrieben. Diese Überlappung der Einflüsse führt zu instabilen Pfadkoeffizienten und Resampling-Tests, die sehr empfindlich auf kleine Modelländerungen reagieren, wie beispielsweise einer formativen Spezifizierung der *Nachfrage*. Um dieses Problem zu verringern, können im Gesamtmodell *Nachfrage* und *Auftragseingänge* zusammengefasst werden zu einer Latenten Variablen. Aus inhaltlicher Sicht beschreiben sie ein zumindest ähnliches Konstrukt und statistisch sind sie hoch korreliert. Das Bestimmtheitsmaß des inneren Modells beträgt $R^2=0,76$. Damit können die drei Latenten Variablen des Gütermarktmodells bereits 76 Prozent der Variation der *Stimmungen* erklären.

Die Betrachtung der Indikatoren lässt weitere Details erkennen. Bei den *Stimmungen* hat das *GfK-Konsumklima* der privaten Konsumenten mit 0,88 die niedrigste Ladung (Korrelation) und damit auch den schwächsten Zusammenhang zu den Größen am Gütermarkt, während die gewerblichen Unternehmer der *Ifo-Geschäftsbeurteilungen* und Finanzexperten der *ZEW-Economic Situation* die wirtschaftliche Lage in engerem Zusammenhang zum Gütermarkt beurteilen. Bei *Investitionen* haben *Ausrüstungsinvestitionen* die höchste Korrelation (0,61), während *Bauinvestitionen* geringfügig negativ korreliert sind (-0,03). Für die Beurteilung der Stimmungslage ist demnach vor allem die Entwicklung der *Ausrüstungsinvestitionen* von Bedeutung. Bei der *Nachfrage* ist vor allem die Entwicklung des *Außenhandelsbeitrages* (0,98) von Bedeutung, gefolgt vom *privaten Konsum* und *Staatskonsum* mit leicht geringerem Einfluss. In der vor-

herigen graphischen Analyse war bereits zu erkennen, dass diese Indikatoren einem positiven linearen Trend folgen und damit kaum das Ausmaß der Schwankungen der *Stimmungen* erklären können. Bei den *Auftragseingängen* sind vor allem die umfassenderen Indikatoren für das gesamte verarbeitende Gewerbe und seiner Teilgruppen relevant mit hohen Ladungen von über 0,9. Der Indikator *Bauhauptgewerbe* ist negativ korreliert zu seiner Latenten Variablen, wie bereits in Abbildung 17 zu vermuten war. Die Faktor reliabilitäten der reflektiven Latenten Variablen *Stimmungen* (0,95), *Nachfrage* (0,93) und *Auftragseingänge* (0,93) sind durchweg sehr hoch, sie hängen also eng mit ihren jeweiligen Indikatoren zusammen.

Zusammenfassend gilt, dass die Entwicklung der Stimmungslage eng mit den Größen am Gütermarkt verbunden ist. Vor allem Investitionen und etwas schwächer Auftragseingänge sind deutlich positiv korreliert mit den Stimmungen. Es werden 76 Prozent der Variation der Stimmungen über den Zeitraum durch das Modell erklärt. Es wird allerdings keine Richtung der Kausalität gemessen, sondern lediglich die Stärke des Zusammenhanges. Auf Indikatorebene sind insbesondere Ausrüstungsinvestitionen und Auftragseingänge des verarbeitenden Gewerbes von Bedeutung. Die Ergebnisse können auf abstrakterer Ebene als Verhaltensweisen der dahinter stehenden Wirtschaftssubjekte interpretiert werden. Die befragten Gruppen orientieren demnach ihre Einschätzung der aktuellen wirtschaftlichen Situation deutlich an den Größen des Gütermarktes.

5.2.2 Kapitalmarkt

Der Kapitalmarkt ist Teil des gesamten Finanzmarktes, auf dem die mittel- und langfristige Kapitalbeschaffung der beteiligten Akteure stattfindet. Er beinhaltet die zwei Teilmärkte für Aktien und Kredite, bezeichnet als Anleihen- bzw. Rentenmarkt. Die Abgrenzung des Kapitalmarktes gegenüber dem kurzfristig orientierten Geldmarkt erfolgt durch die Langfristigkeit der Kapitalüberlassung, die je nach Abgrenzung meist mehr als ein Jahr beträgt. In der Realität besteht der Kapitalmarkt aus einem komplexen Netzwerk von Akteuren, Institutionen und Gliederungsebenen. Der Sekundärmarkt als Teilmarkt beinhaltet den Weiter-

verkauf der am Primärmarkt emittierten Wertpapiertitel an organisierten Börsen. In dieser Arbeit beinhaltet der Kapitalmarkt die drei Latenten Variablen *Aktien Deutschland*, *Aktien international* und *Anleihen*, die mit insgesamt 16 Indikatoren gebildet werden. Die komplexen Strukturen werden somit reduziert auf das System der Latenten Variablen und Indikatoren.

Der Aktienhandel in Deutschland wird überwiegend durch die Frankfurter Börse und das elektronische Handelssystem Xetra abgewickelt mit einem Umsatzanteil bei deutschen und ausländischen Aktien von 98 bzw. 84 Prozent.¹³⁰ Im Jahr 2009 wurden an der Frankfurter Börse ca. 1,1 Billionen Euro umgesetzt, rund 50 Prozent weniger als 2008. Davon entfiel 2009 der weit überwiegende Teil auf Xetra, im klassischen Parketthandel verblieb nur ein geringer Bruchteil. An allen Börsen in Deutschland wurden 2009 ca. 1,3 Billionen Euro umgesetzt, 2008 waren es noch 2,5 Bio. Euro.¹³¹ Die verwendeten börslichen Indikatoren sollten somit die Gesamtlage der Aktienmärkte zumindest gut repräsentieren können.

Die erste Latente Variable *Aktien Deutschland* wird durch vier Indikatoren *DAX Kurs-* und *Performanceindex* und *CDAX Kurs-* und *Performanceindex* gebildet. Der DAX misst die Entwicklung der 30 größten Unternehmen am deutschen Aktienmarkt. Er wird von der Deutschen Börse als Performance- und Kursindex veröffentlicht, beim Letzteren verbleiben Dividenden unberücksichtigt in der Berechnung. Der CDAX (Composite DAX) beinhaltet alle Aktien des General- und Prime-Standards an der Frankfurter Börse und damit mehrere hundert Unternehmen. Mit seiner umfassenden Aktienbasis ist er eine Ergänzung zum eng definierten DAX.

Die zweite Latente Variable *Aktien international* wird durch zehn international bedeutende Aktienindizes gebildet, da die einheimische Stimmungslage auch von ausländischen Aktienentwicklungen abhängen kann. Die Aktienmärkte der USA als weltgrößte Wirtschaft werden durch sechs Indikatoren *Dow Jones IA*, *Dow Jones Composite*, *Nasdaq Composite*, *Nasdaq 100*, *S&P 500* und *Russell 2000* repräsentiert. Vier weitere Indikatoren *FTSE 100*, *Hang Seng*, *Nikkei 225* und *CAC 40* repräsentieren die Aktienmärkte des Vereinigten Königreichs,

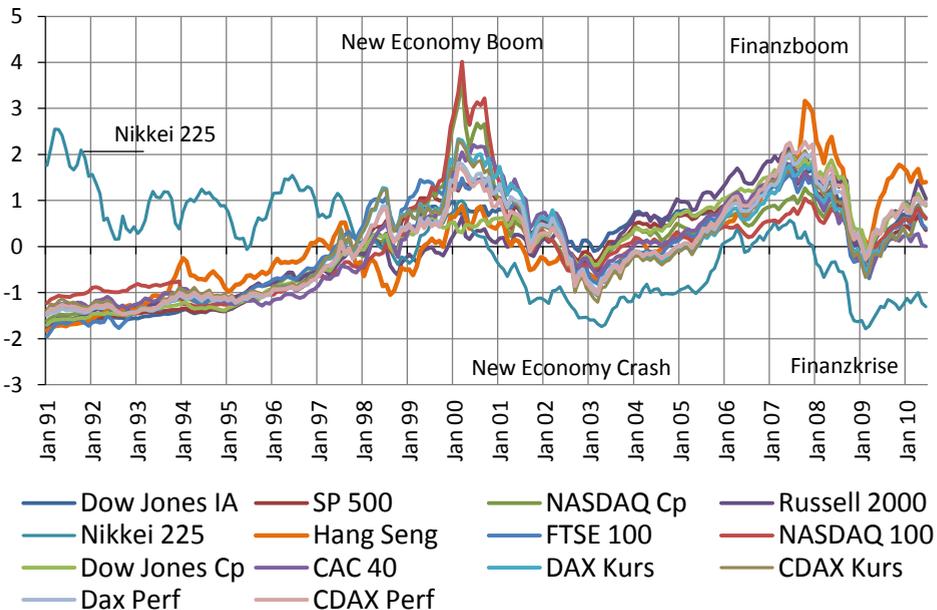
¹³⁰ Vgl. Deutsche Börse (2008).

¹³¹ Vgl. Deutsche Börse (2010).

Hongkongs, Japans und Frankreichs. Eine weitergehende Erläuterung der einzelnen Aktienindizes findet sich im Variablenverzeichnis im Anhang.

Abbildung 19 zeigt die Verläufe der standardisierten deutschen und internationalen Aktienindizes. Es ist deutlich eine gleichartige Entwicklung zu beobachten, insbesondere New Economy Boom und Finanzboom mit den folgenden Krisen sind erkennbar. Die Korrelationen der Indikatoren untereinander liegen mit 0,80–0,99 im sehr hohen Bereich. Eine Ausnahme ist der japanische Nikkei 225, welcher kaum zum restlichen Feld korreliert ist. Die negative Entwicklung der japanischen Wirtschaft in den vergangenen zwei Jahrzehnten stellt einen internationalen Sonderfall dar. Es sind klare Zusammenhänge zur Entwicklung der Stimmungen zu erkennen, vor allem in den letzten zehn Jahren.

Abbildung 19: Entwicklung der Indikatoren an den Aktienmärkten

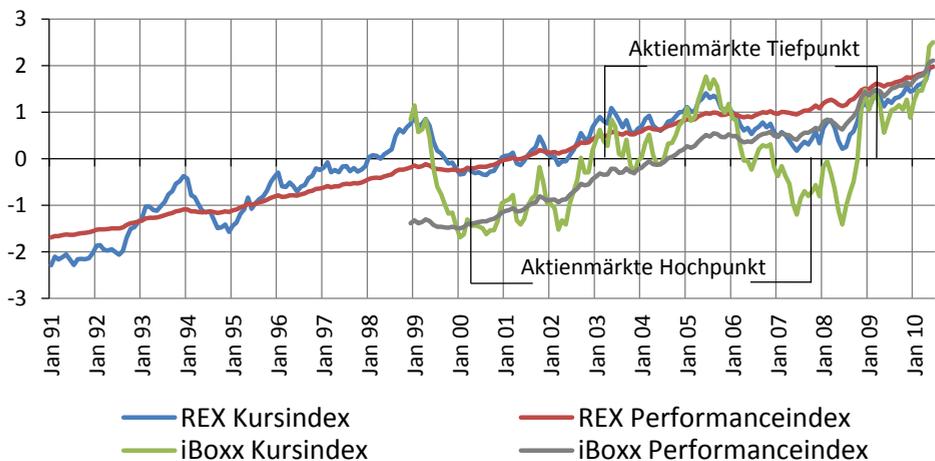


Der Anleihenmarkt in Deutschland beinhaltet die Anleihen von privaten Kreditinstituten, großen Unternehmen und vor allem öffentlichen Emittenten. Zu Letzteren gehören Bund, Länder, Gemeinden und Landesbanken. Private Unternehmer haben alternativ zum Anleihenmarkt die Möglichkeit, eine direkte Finanzierung über Banken durchzuführen.

Die dritte Latente Variable *Anleihen* wird durch zwei Indikatoren *REX-Kursindex* und *REX-Performanceindex* gebildet. Beide Rentenindizes messen die Entwicklung deutscher Staatsanleihen und werden von der Deutschen Börse veröffentlicht. Der Performanceindex berücksichtigt Preisänderungen und Zinserträge im Gegensatz zum Kursindex. Die alternativ zur Verfügung stehenden *iBoxx-Indizes* beschreiben ebenfalls die Kursentwicklung börsennotierter Staatsanleihen. Da diese Indizes erst seit 1998 von der Deutschen Börse veröffentlicht werden, können die beiden Zeitreihen nur für die graphische Analyse, nicht für die Modelle genutzt werden.

Abbildung 20 zeigt die Verläufe der vier Anleihenindizes. Während der *REX-Performanceindex* lediglich einem glatten linearen Trend folgt, sind beim *REX-Kursindex* Schwankungen zu erkennen. Ein analoges Verhalten lässt sich für die beiden *iBoxx-Indizes* beobachten. Tendenziell erreichen die Anleihenindizes ein lokales Maximum, wenn die Aktienindizes ein Minimum erreichen und vice versa. Es sind aus der Abbildung schwach negative Zusammenhänge zur Entwicklung der Stimmungen zu vermuten.

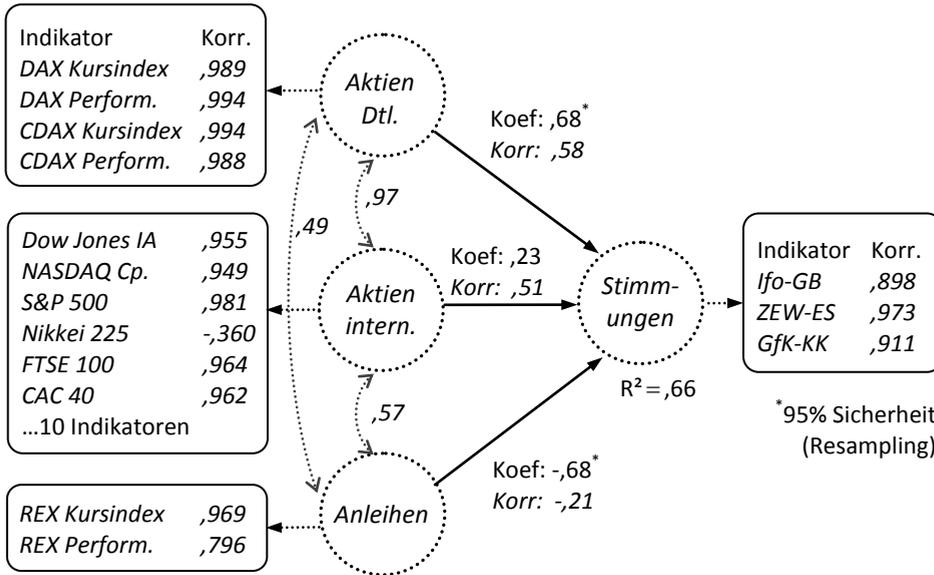
Abbildung 20: Entwicklung der Indikatoren am Anleihenmarkt



Das PLS-Modell der Stimmungen am Kapitalmarkt in Abbildung 21 untersucht den Einfluss der drei Latenten Variablen *Aktien Deutschland*, *Aktien international* und *Anleihen* auf *Stimmungen* als lineare Eingleichung im inneren Strukturmodell. Alle Latenten Variablen werden reflektiv gebildet, da die jeweiligen

Indikatoren meist hohe bis sehr hohe Korrelationen untereinander aufweisen. Abgebildet sind wieder die Ladungen (Korrelationen) der Indikatoren in den äußeren Modellen sowie Koeffizienten und Korrelationen der Latenten Variablen im inneren Modell.

Abbildung 21: *Stimmungen am Kapitalmarkt (Modell 2)*



Zur besseren Verständlichkeit der Abbildung folgt die geschätzte Regressionsfunktion des inneren Modells, mit den Resampling t-Werten in Klammern unterhalb der Koeffizienten.

$$Stimmungen_t = 0,68_{(2,0)} Aktien Dtl_t + 0,23_{(0,7)} Aktien international_t - 0,68_{(3,0)} Anleihen_t + \hat{u}_t^{(2)}$$

Die Modellergebnisse zeigen, dass *Stimmungen* positiv korrelieren mit *Aktien Dtl.* (0,58), *Aktien international* (0,51) und geringfügig negativ mit *Anleihen* (-0,21). In der multivariaten Regressionsanalyse haben ceteris paribus *Aktien Dtl.* (0,68) und *Anleihen* signifikante Pfadkoeffizienten (-0,68). Als erweitertes Qualitätskriterium sollen Latente Variable als relevant angesehen werden, wenn sie eine deutliche Korrelation aufweisen und einen signifikanten Koeffizienten mit gleichem Vorzeichen sowie eine hohe Faktorreliabilität. Im Kapi-

talmarktmodell sind somit nur *Aktien Dtl.* relevant. Die Wirtschaftssubjekte schätzen die Lage demnach umso besser ein, je besser die deutschen Aktienmärkte stehen und vice versa. Die stark ausgeprägte Multikollinearität, insbesondere zwischen *Aktien Dtl.* und *Aktien international* (0,97), führt allerdings zu instabilen Pfadkoeffizienten und Resampling-Signifikanzen, die sehr empfindlich gegenüber kleinen Modelländerungen sind. Die Latente Variable *Aktien international* erhält keinen signifikanten Koeffizienten, da *Aktien Dtl.* die verwertbare Information bereits beinhaltet. Um dieses Problem zu verringern, werden im Gesamtmodell *Aktien Dtl.* und *Aktien international* zusammengefasst zu einer Latenten Variablen *Aktien*. Aus inhaltlicher Sicht beschreiben sie ein ähnliches Konstrukt und statistisch sind sie sehr hoch korreliert. Die Korrelationen zwischen *Anleihen* und *Aktien* sind positiv, obwohl tendenziell Anleihenindizes Tiefpunkte erreichen, wenn Aktienindizes Hochpunkte erreichen und vice versa. Allerdings folgen sowohl Aktien als auch Anleihen einem positiven Trend, der diese Entwicklung überlagert und letztendlich zu einer positiven Korrelation führt. Das Bestimmtheitsmaß R^2 des inneren Modells beträgt 0,66. Somit kann das Kapitalmarktmodell 66 Prozent der Variation der *Stimmungen* erklären.¹³²

Die Betrachtung der Indikatoren lässt weitere Details erkennen. Bei den *Stimmungen* haben die Finanzexperten mit 0,97 die höchste Ladung (Korrelation) und damit den stärksten Zusammenhang zum Kapitalmarkt. Die Indikatoren der Latenten Variablen *Aktien Dtl.* und *Aktien international* verfügen über sehr hohe Ladungen, mit Ausnahme des japanischen Nikkei 225, was die vorherige graphische Analyse bestätigt. Bei den *Anleihen* erreicht der *REX Performanceindex* eine geringfügig schwächere Ladung als der Kursindex. In der graphischen Analyse war bereits zu erkennen, dass dieser Indikator einem glatten positiven Trend folgt und damit kaum das Ausmaß der Schwankungen der *Stimmungen* erklären kann. Die Faktorreliabilitäten der reflektiven Latenten Variablen *Stimmungen* (0,95), *Aktien* (0,99), *Aktien international* (0,97) und *Anleihen* (0,91) sind durchweg sehr hoch, sie hängen also eng mit ihren Indikatoren zusammen.

¹³² Entwurfsversionen der undynamischen PLS-Modelle des Güter- und Kapitalmarktes wurden vorgestellt in den Konferenzen *Advances in Structural Equation Modeling*, Februar 2009 in Berlin und *6th International Conference on Partial Least Squares and Related Methods* in Peking, September 2009. Vgl. dazu Beitrag (Ruge und Strohe, 2009). Datensammlung, Modelle und Ergebnisse sind eigene Berechnungen und Darstellungen.

Zusammenfassend gilt, dass die Entwicklung der Stimmungslage deutlich mit den Größen am Kapitalmarkt zusammenhängt. Aktienmärkte sind positiv korreliert mit Stimmungen, (Staats-)Anleihenmärkte schwach negativ. Die Wirtschaftssubjekte schätzen ihre Lage umso besser ein, je höher die deutschen Aktien stehen. Um die hohe Multikollinearität zu umgehen, also die Überlagerung der Effekte, werden deutsche und internationale Aktienindikatoren zu einer gemeinsamen Latenten Variablen zusammengefasst im späteren Gesamtmodell. Es werden rund 66 Prozent der Variation der Stimmungen über den gesamten Zeitraum durch das Kapitalmarktmodell erklärt.

5.2.3 Geldmarkt

Der Geldmarkt ist Teil des Finanzmarktes für kurzfristige Kredite und Guthaben und dient der Liquiditätsbeschaffung der beteiligten Akteure. Er grenzt sich vom bereits vorgestellten Kapitalmarkt ab durch die Kurzfristigkeit der Geldüberlassung. Die Marktteilnehmer sind in der Regel institutionelle Anleger, also private Geschäftsbanken und die Zentralbank, welche Zentralbankgeld zur Verfügung stellt. Zinssätze am Geldmarkt werden durch die Zentralbanken gesteuert und durch die Geschäftsbanken an ihre Kunden weitergegeben. Mit Veränderungen der Leitzinsen können Zentralbanken indirekt Zinsen am Kapital- und Geldmarkt und damit auch wirtschaftliche Größen wie Inflation beeinflussen. Der Geldmarkt in dieser Arbeit beinhaltet die drei Latente Variablen *Leitzinsen*, *Geldmarktzinsen* und *Inflation* (als Ersatz für Geldmenge), welche mit insgesamt 31 Indikatoren gebildet werden.

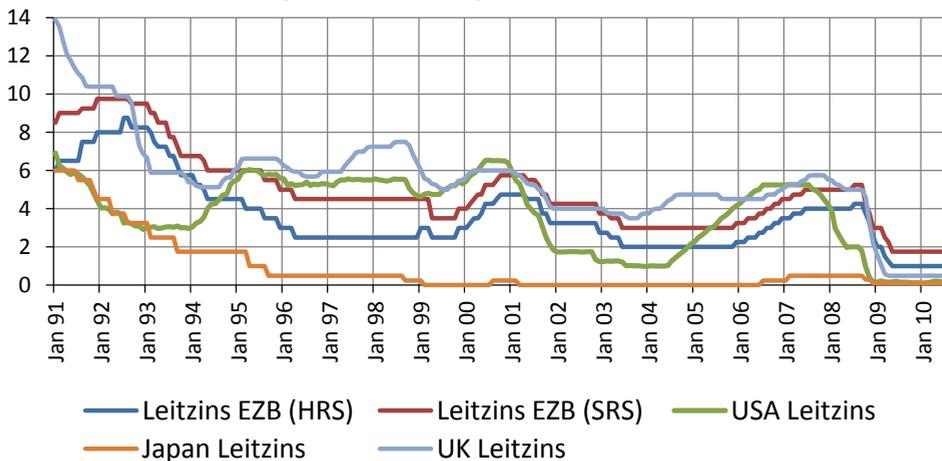
Die erste Latente Variable *Leitzinsen* wird durch fünf Indikatoren *Leitzins EZB HRS* und *Leitzins EZB SRS* (Hauptrefinanzierungssatz und Spitzenrefinanzierungssatz), *Leitzins USA (Fed Rate)*, *Leitzins Vereinigtes Königreich (Bank Rate)* und *Leitzins Japan (Call Rate)* gebildet. In Höhe des Leitzinses können sich Geschäftsbanken Zentralbankgeld bei den Zentralbanken leihen gegen Hinterlegung von Sicherheiten.¹³³ Leitzinsen unterliegen kaum kurzfristigen Schwankungen im Gegensatz zu Marktzinsen und können mehrere Jahre konstant

¹³³ Die internationale Schuldenkrise 2011 zeigt, dass diese Sicherheiten auch risikobehaftete Staatsanleihen umfassen können.

gehalten werden. In der Eurozone ist der Hauptrefinanzierungssatz der bedeutendste Leitzins der Europäischen Zentralbank (EZB). Vor der Euroeinführung 1999 leitete die Deutsche Bundesbank die Geldpolitik in Deutschland mit dem Diskont- und Lombardsatz.¹³⁴

Abbildung 22 zeigt die Verläufe der fünf Leitzinsindikatoren. Tendenziell sinken die Leitzinsen zu Beginn der 1990er Jahre, obwohl deutliche Unterschiede zwischen den Ländern erkennbar sind. Zudem sind lokale Hochpunkte in den Wirtschaftsaufschwüngen im New Economy Boom und Finanzboom und die Senkungen in den darauf folgenden Krisen zu beobachten. Diese Zusammenhänge werden sich in den Modellergebnissen widerspiegeln. Der japanische Leitzins verbleibt fast durchweg auf niedrigem Niveau seit Mitte der 1990er Jahre. Da Zinssätze eine vergleichbare Skalierung besitzen, nutzen die folgenden Abbildungen die originale Prozentskala. Für die Modelle werden alle Daten standardisiert.

Abbildung 22: Entwicklung der Indikatoren Leitzinsen



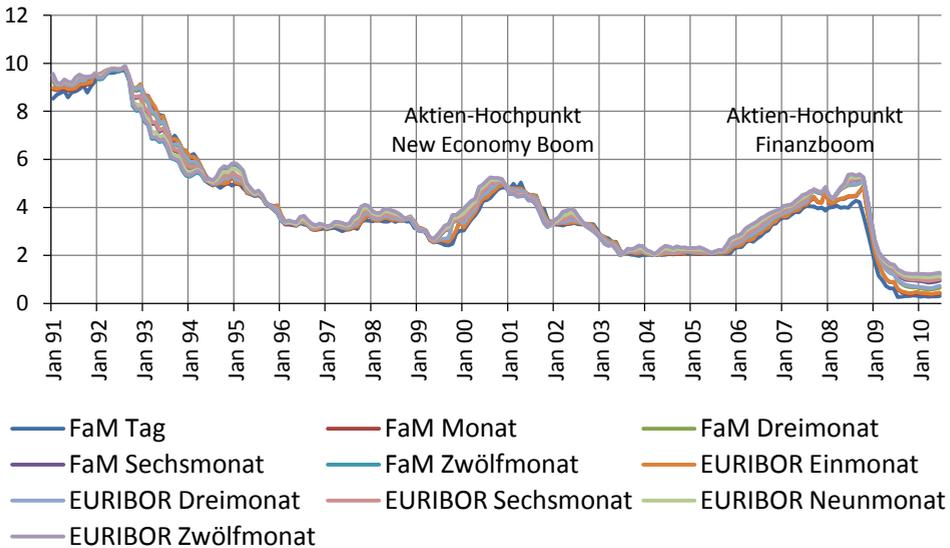
Die zweite Latente Variable *Geldmarktzinsen* wird durch insgesamt zehn Indikatoren gebildet. Die Geldmarktsätze am Frankfurter Bankplatz entsprechen den zwischen privaten Kreditinstituten gehandelten Zinssätzen mit einer Laufzeit von einem Tag bis zu einem Jahr. Der Fibor (Frankfurt Interbank Offered Rate) ist der ehemalige Zinssatz für die Deutsche Mark, zu dem sich Geschäftsbanken

¹³⁴ Siehe Variablenverzeichnis für eine detailliertere Erläuterung.

einander Kredite gewährt haben. Der Euribor (Euro Interbank Offered Rate) ist der Zinssatz, zu dem sich europäische Geschäftsbanken Kredite in Euro gewähren bei Laufzeiten von einer Woche bis zu einem Jahr.¹³⁵ In dieser Arbeit werden die Zeitreihen Fibor und Euribor bei entsprechend gleicher Laufzeit verbunden zum Januar 1999. Die Latente Variable *Geldmarktzinsen* umfasst damit den deutschen und europäischen Interbanken-Geldmarkt.

Abbildung 23 zeigt die Verläufe der Geldmarktzinsindikatoren. Es ist ein sehr deutlicher Gleichlauf zu erkennen, so dass alle Indikatoren präzise zu einer Latenten Variablen zusammengefasst werden können. Es lassen sich Gemeinsamkeiten zum Verlauf der Leitzinsen erkennen, welches durch die Modelle bestätigt wird. Tendenziell fallen die Marktzinsen zu Beginn der 1990er Jahre, zudem sind lokale Hochpunkte während der Wirtschaftsaufschwünge im New Economy Boom und Finanzboom und die Senkungen in den darauf folgenden Krisen zu beobachten.

Abbildung 23: Entwicklung der Indikatoren für Geldmarktzinsen



¹³⁵ Erläuterungen der Deutschen Bundesbank, siehe Variablenverzeichnis.

Die dritte Latente Variable *Inflation* wird mit 16 Indikatoren gebildet. Der Verbraucherpreisindex (VPI) für Deutschland misst die durchschnittliche Preisentwicklung aller Waren und Dienstleistungen, wie Mieten und Nahrungsmittel, welche von privaten Haushalten gekauft werden.¹³⁶ Der VPI ist der zentrale Indikator der Geldentwertung und wird in dieser Arbeit statt der Geldmengenentwicklung genutzt. Verwendet werden die prozentualen Veränderungen des VPI im Verhältnis zum Vorjahresmonat. Neben der gesamten Teuerung werden auch die Teilindizes der einzelnen Gütergruppen verwendet. Zudem werden die Erzeugerpreise gewerblicher Güter genutzt und zwei Indikatoren des Hamburgischen Weltwirtschafts-Instituts (HWWI) für Energierohstoffpreise und sonstige Rohstoffpreise, um ein möglichst umfassendes Bild der Inflation zu erhalten. Die Inflation wird als Latente Variable statt der Geldmenge genommen, da bei den Bürgern eher die Inflation spürbar ist und so deutlichere Zusammenhänge zu den Stimmungen zu vermuten sind. Die Quantitätstheorie des Geldes beschreibt die linearen Zusammenhänge von Geldmenge und Inflation.¹³⁷

Abbildung 24: Entwicklung der Indikatoren für Inflation

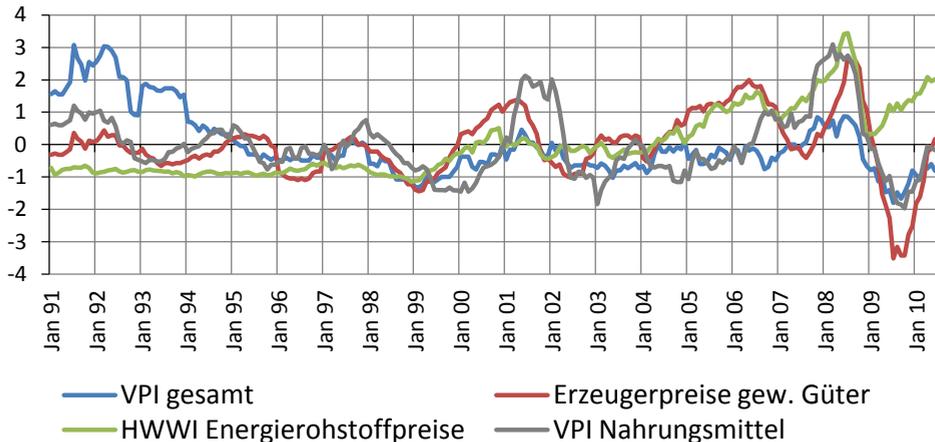


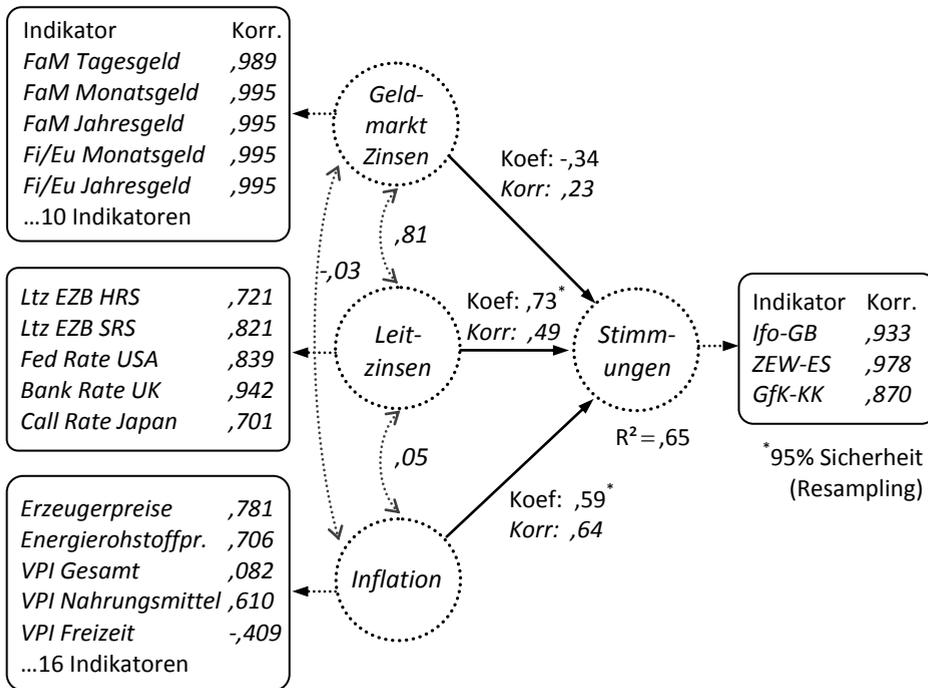
Abbildung 24 enthält vier ausgewählte Inflationsindikatoren, welche in den folgenden Modellen höhere Ladungen erhalten. Die Indikatoren ergeben ein diffuses Gesamtbild mit geringen Korrelationen untereinander, so dass die *In-*

¹³⁶ Abgrenzungen des Statistischen Bundesamtes, siehe Variablenverzeichnis.

¹³⁷ Milton Friedmans bekannter Ausspruch „*Inflation is always and everywhere a monetary phenomenon*“ bekräftigt diese Idee.

flation ein unscharfes Konstrukt darstellt. Erkennbar sind tendenziell Anstiege der Preisentwicklung in wirtschaftlichen Aufschwungsphasen, welches sich in den Modellen widerspiegelt. Die Zeitreihen in der Abbildung sind standardisiert, die originären Zahlenwerte der Inflation liegen in der Regel über Null. Das PLS-Modell der Stimmungen am Geldmarkt in Abbildung 25 untersucht den Einfluss der Latenten Variablen *Leitzinsen*, *Geldmarktzinsen* und *Inflation* auf *Stimmungen* als lineare Eingleichung im inneren Strukturmodell. Alle Latenten Variablen werden reflektiv gebildet, da die jeweiligen Indikatoren zahlreich sind und zum Teil hohe Korrelationen untereinander aufweisen.

Abbildung 25: *Stimmungen am Geldmarkt (Modell 3)*¹³⁸



¹³⁸ Abkürzungen: Fi/Eu = Fibor/Euribor, Ltz = Leitzins, EZB = Europäische Zentralbank, HRS = Hauptrefinanzierungssatz, SRS = Spitzenrefinanzierungssatz, VPI = Verbraucherpreisindex.

Zur besseren Verständlichkeit der Abbildung folgt die geschätzte Regressionsfunktion des Inneren Modells, mit den Resampling t-Werten in Klammern unterhalb der Koeffizienten.

$$\text{Stimmungen}_t = -0,34 \underset{(1,3)}{\text{Geldmarktzinsen}_t} + 0,73 \underset{(4,3)}{\text{Leitzinsen}_t} + 0,59 \underset{(10,2)}{\text{Inflation}_t} + \hat{u}_t^{(3)}$$

Die Modellergebnisse zeigen, dass *Stimmungen* positiv korrelieren mit *Inflation* (0,64) und *Leitzinsen* (0,49) sowie geringfügig mit *Geldmarktzinsen* (0,23). In der multivariaten Regressionsbetrachtung haben ceteris paribus *Leitzinsen* (0,73) und *Inflation* (0,59) einen positiven, signifikanten Einfluss auf *Stimmungen*. Aus der vorherigen graphischen Analyse ist zu erkennen, dass in Aufschwungsphasen Leitzinsen tendenziell erhöht und in Rezessionsphasen gesenkt werden und damit zyklisch zur allgemeinen Wirtschaftsentwicklung verlaufen. Wirtschaftssubjekte scheinen ihre Lage demnach umso besser einzuschätzen, je höher Leitzinsen und Inflation sind. Der Zusammenhang ist allerdings wahrscheinlich nicht direkt kausaler Natur. Da sich die befragten Gruppen an der allgemeinen wirtschaftlichen Lage orientieren und hohe Leitzinsen und Inflation mit Aufschwüngen einhergehen, sind positive Korrelationen und Koeffizienten zu beobachten. Die hohe Multikollinearität, insbesondere zwischen *Leitzinsen* und *Geldmarktzinsen* (0,81), führt wieder zu instabilen Pfadkoeffizienten und Resampling-Signifikanzen, die empfindlich gegenüber kleinen Modelländerungen sind. Um dieses Problem zu verringern, werden im Gesamtmodell diese beiden Latenten Variablen zusammengefasst zu *Zinsen*. Die Korrelationen zwischen *Geldmarktzinsen*, *Leitzinsen* und *Inflation* sind sehr gering. Dieses Nebenergebnis muss aber deutlich eingeschränkt werden, da *Inflation* als Latente Variable mit vielen schwach korrelierten Indikatoren gebildet wird und damit in dem Modell ein sehr unscharfes Konstrukt darstellt. Das Bestimmtheitsmaß des inneren Modells beträgt $R^2=0,65$. Damit kann das Geldmarktmodell 65 Prozent der Variation der *Stimmungen* erklären und ist damit vergleichbar mit dem Erklärungsgehalt des Kapitalmarktmodells.

Die Betrachtung der Indikatoren lässt weitere Details erkennen. Bei den *Stimmungen* haben die ZEW-Finanzexperten mit 0,98 die höchste Ladung (Korrelation) und damit den stärksten Zusammenhang zum Geldmarkt. Alle Indikatoren der Latenten Variable *Geldmarktzinsen* verfügen über sehr hohe Ladungen, da alle Zinsreihen unabhängig von der Fristigkeit einen ähnlichen Verlauf aufwei-

sen. Bei *Leitzinsen* ist vor allem die *Bank Rate UK* (0,94) bedeutend. Die Latente Variable *Inflation* besteht aus zahlreichen Indikatoren, wobei vor allem die Entwicklung der *Erzeugerpreise der gewerblichen Güter* (0,78) und der *Energierohstoffe* (0,71) von Bedeutung ist. Im Gegensatz dazu übt die Entwicklung des *VPI gesamt* (0,08) nur einen geringen Einfluss aus.¹³⁹ Die Faktorreliabilitäten der reflektiven Latenten Variablen *Stimmungen* (0,95), *Leitzinsen* (0,90) und *Geldmarktzinsen* (0,99) sind sehr hoch, sie hängen also eng mit ihren Indikatoren zusammen. Im Gegensatz dazu bildet die Latente Variable *Inflation* (0,15) ein diffuses Konstrukt mit deutlich divergierenden Indikatoren.

Zusammenfassend gilt, dass die Entwicklung der Stimmungslage insgesamt in einem Zusammenhang mittlerer Stärke zu den Größen am Geldmarkt steht. Es werden rund 65 Prozent der Variation der Stimmungen durch das Geldmarktmodell erklärt. Die Wirtschaftssubjekte schätzen die Lage umso besser ein, je höher Leitzinsen und Inflation sind. Der Zusammenhang ist wahrscheinlich nicht direkt kausaler Natur. Die Latenten Variablen *Geldmarktzinsen* und *Leitzinsen* sind stark korreliert, so dass sie zu einer gemeinsamen Latenten Variablen *Zinsen* zusammengefasst werden im späteren Gesamtmodell.

5.2.4 Arbeitsmarkt

Auf dem Arbeitsmarkt treffen Angebot und Nachfrage nach Arbeit in einer Volkswirtschaft zusammen. Der Arbeitsmarkt stellt in der Wirtschaftstheorie und Praxis ein komplexes Gebilde dar mit zahlreichen Akteuren und Institutionen. Einige ausgewählte Größen sollen den Umfang des deutschen Arbeitsmarktes verdeutlichen. Im Jahr 2009 gab es 40,2 Mio. erwerbstätige Personen. Diese teilten sich in 35,8 Mio. Arbeitnehmer und 4,4 Mio. Selbstständige. Nach Wirtschaftssektoren gegliedert arbeiteten in der Landwirtschaft 0,87 Mio. Er-

¹³⁹ Alle Ladungen der Indikatoren für *Inflation*: *VPI Gesamt* (0,082), *VPI Nahrungsmittel* (,610), *VPI Alkohol, Tabak* (-,118), *VPI Bekleidung* (-,271), *VPI Mietkosten* (,288), *VPI Haushaltseinrichtung* (-,266), *VPI Gesundheitspflege* (-,101), *VPI Verkehr* (,403), *VPI Kommunikation* (-,382), *VPI Freizeit* (-,409), *VPI Bildung* (-,079), *VPI Beherbergung* (-,247), *VPI sonstige Waren* (-,153), *Erzeugerpreise gewerbliche Güter* (0,781), *Energierohstoffpreise* (,706), *Rohstoffpreise ohne Energie* (,679).

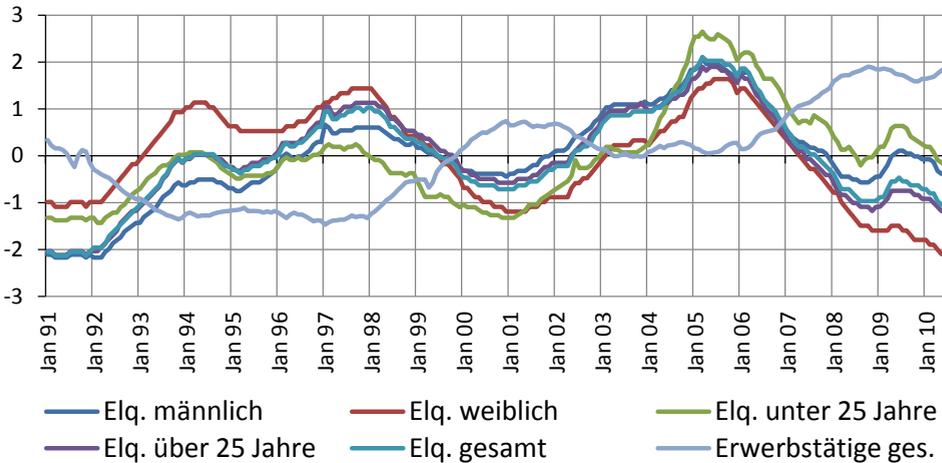
werbstätige, im produzierenden Gewerbe (inkl. Baugewerbe) 10,0 Mio. und im Dienstleistungsbereich 29,4 Mio. Erwerbstätige. Als voll sozialversicherungspflichtig waren 27,4 Mio. Beschäftigte gemeldet, zusätzlich wurden 4,9 Mio. Beschäftigte ausschließlich geringfügig entlohnt. Dem standen ja nach Abgrenzung 3,3 Mio. Erwerbslose gegenüber, bei einer Erwerbslosenquote von 7,6 Prozent im Jahr 2009. Im selben Jahr waren im Mittel 0,49 Mio. offene Stellen gemeldet.¹⁴⁰ Der Arbeitsmarkt besteht in dieser Arbeit aus zwei Latenten Variablen *Beschäftigung* und *Arbeitskosten*, die mit insgesamt 13 Indikatoren gebildet werden.

Die erste Latente Variable *Beschäftigung* wird durch acht Indikatoren *Anzahl Erwerbstätige Inlandskonzept*, *Anzahl Erwerbstätige Inländerkonzept*, *Offene Stellen*, *Erwerbslosenquote gesamt*, *männlich*, *weiblich*, *unter 25* und *über 25* gebildet. Zu den Erwerbstätigen zählen in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung alle Personen, die als Arbeitnehmer oder Selbstständige eine auf wirtschaftlichen Erwerb gerichtete Tätigkeit ausüben. Die Erwerbstätigenzahlen werden nach dem Inlandskonzept (Arbeitsortkonzept) oder dem Inländerkonzept (Wohnortkonzept) ausgewiesen. Die Erwerbslosenquote beschreibt den Anteil der Erwerbslosen an Erwerbspersonen mit Untergliederungen nach Alter und Geschlecht.

Abbildung 26 zeigt die Verläufe der Indikatoren der Beschäftigung. Die verschiedenen Erwerbslosenquoten (Elq.) sind untereinander deutlich korreliert mit 0,53 bis 0,95 und zeigen entsprechend einen ähnlichen Verlauf. Die Erwerbslosenquoten der Frauen waren ursprünglich höher als die der Männer, seit den letzten 10 Jahren sind sie niedriger. Die Anzahl der offenen Stellen (nicht abgebildet) und der Erwerbstätigen zeigen einen tendenziell inversen Verlauf zu den Erwerbslosenquoten. Die Indikatoren spiegeln die grobe Entwicklung der allgemeinen wirtschaftlichen Situation wider mit erkennbarem Bezug zu den wirtschaftlichen Aufschwüngen und Krisen der letzten beiden Jahrzehnte. Die Latente Variable *Beschäftigung* wird reflektiv gebildet, da alle Indikatoren das allgemeine Beschäftigungsniveau der Volkswirtschaft reflektieren und teilweise sehr hoch miteinander korreliert sind.

¹⁴⁰ Aus der Datenbank des Statistischen Bundesamtes.

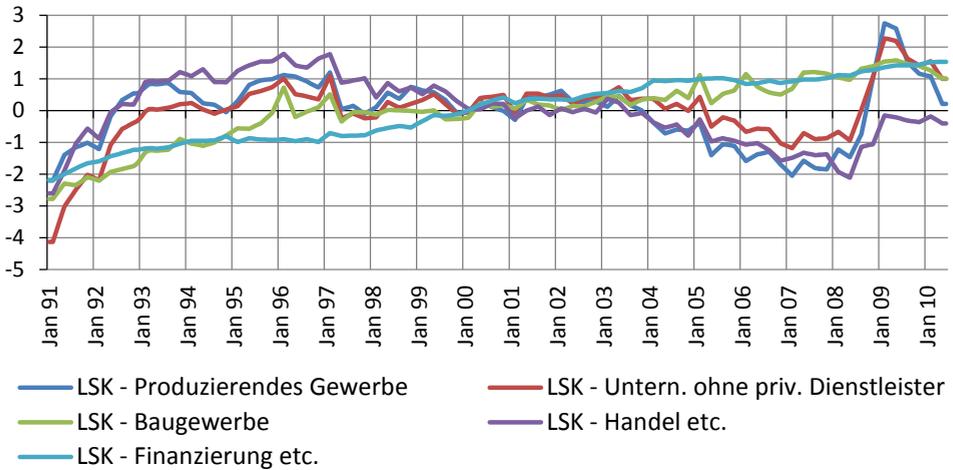
Abbildung 26: Entwicklung der Indikatoren für Beschäftigung



Die zweite Latente Variable *Arbeitskosten* wird durch fünf Indikatoren *Lohnstückkosten (Lsk.) im Produzierenden Gewerbe*, in *Unternehmen ohne private Dienstleister*, im *Baugewerbe*, im *Handel*, *Gastgewerbe und Verkehr* sowie im Bereich *Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistungen* gebildet. Das Statistische Bundesamt ermittelt in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen Arbeitsproduktivität, Lohnkosten und daraus abgeleitet die Lohnstückkosten als Relation. Sie dienen unter anderem zum Vergleich der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und zur Ausrichtung der betrieblichen Lohnpolitik. Die Latente Variable *Arbeitskosten* wird reflektiv gebildet, da die Indikatoren das Arbeitskostenniveau reflektieren sollen und überwiegend hoch miteinander korreliert sind.

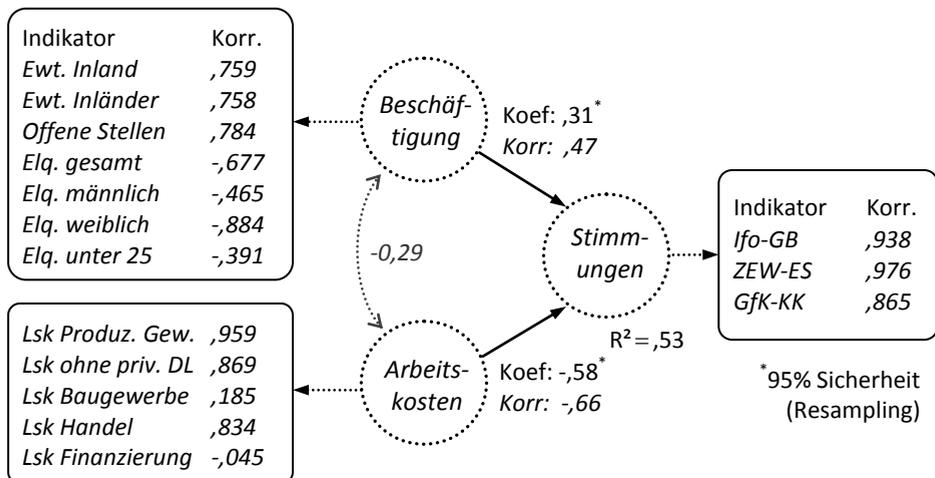
Abbildung 27 zeigt die Verläufe der Indikatoren der Arbeitskosten. Deutlich zu erkennen ist ein Anstieg zu Beginn der 1990er Jahre und während der Finanzkrise, wobei das Baugewerbe und der Finanzierungsbereich weitgehend lineare Anstiege verzeichnen, ohne erkennbaren Bezug zur wirtschaftlichen Gesamtsituation. Die Anstiege der Lohnstückkosten in der Finanzkrise sind vor allem die spontane Reduktion der produzierten Gütermenge zurückzuführen. Die Indikatoren im Baugewerbe und im Bereich Finanzierung etc. sind von den Entwicklungen allerdings kaum betroffen, auch dies spiegelt sich in den Modellen wider.

Abbildung 27: Entwicklung der Indikatoren für Arbeitskosten



Das PLS-Modell der Stimmungen am Arbeitsmarkt in Abbildung 28 untersucht den Einfluss der Latenten Variablen *Beschäftigung* und *Arbeitskosten* auf *Stimmungen* als lineare Gleichung im inneren Strukturmodell.

Abbildung 28: Stimmungen am Arbeitsmarkt (Modell 4)¹⁴¹



¹⁴¹ Elq=Erwerbslosenquote, Ewt=Erwerbstätige, DL=Dienstleister, Lsk=Lohnstückkosten

(Korrelation) und damit den stärksten Zusammenhang zu den Größen am Arbeitsmarkt. Die Indikatoren der Latenten Variable *Beschäftigung* verfügen über niedrige bis hohe Ladungen, wobei vor allem die *Erwerbslosenquote der Frauen* (-0,88) und die *Anzahl der offenen Stellen* (0,78) sinnvolle Indikatoren sind, während die *Erwerbslosenquote der unter 25-Jährigen* (-0,39) deutlich geringer mit der Latenten Variable *Beschäftigung* korreliert ist. Die Indikatoren der Latenten Variable *Arbeitskosten* verfügen über drei hohe und zwei niedrige Ladungen. Vor allem die Ladungen der *Lohnstückkosten des produzierenden Gewerbes* (0,96), der *Unternehmen ohne private Dienstleister* (0,87) und im *Handel* (0,83) sind sehr hoch. Die Entwicklung der Lohnstückkosten im *Baugewerbe* (0,19) und *Finanzierung* (-0,05) hat dagegen nur geringe Bedeutung. Die Ergebnisse bestätigen die vorherige graphische Analyse. Es wäre grundsätzlich möglich, einzelne Indikatoren aus den Modellen zu entfernen, allerdings scheint dies wenig sinnvoll, da im PLS-Verfahren unpassenden Indikatoren automatisch eine geringe Gewichtung und Ladung zugeordnet werden und eine Entfernung damit wenig Auswirkung auf die Modelle hätte. Zudem würde eine Entfernung von Indikatoren eine Verringerung an Gesamtinformation bewirken, denn auch schwache Zusammenhänge können interessante Erkenntnisse darstellen.

Die Faktorreliabilitäten der reflektiven Latenten Variablen *Stimmungen* (0,95) und *Arbeitskosten* (0,75) sind relativ hoch, während *Beschäftigung* (0,40) ein eher diffuses Konstrukt darstellt mit deutlich divergierenden Indikatoren. Die Multikollinearität im inneren Modell ist mit einer schwachen Korrelation zwischen *Beschäftigung* und *Arbeitskosten* von -0,29 gering, so dass die beiden Latenten Variablen ohne weitere Änderungen in das Gesamtmodell übernommen werden können.

Zusammenfassend gilt, dass die Entwicklung der Stimmungslage in einem Zusammenhang mittlerer Stärke zu den Größen am Arbeitsmarkt steht. Es werden rund 53 Prozent der Variation der Stimmungen durch das Arbeitsmarktmodell erklärt. Die Wirtschaftssubjekte schätzen die wirtschaftliche Lage umso besser ein, je höher Beschäftigung und je niedriger Arbeitskosten sind. Die graphische Analyse relativiert diese Erkenntnisse allerdings, da die Zusammenhänge teilweise durch wenige Sonderereignisse geprägt werden.

5.2.5 PLS-Gesamtmodell Stimmungen

Nach der Untersuchung der Beziehungen der Stimmungen mit wirtschaftlichen Größen in Einzelmarktmodellen folgt die gesamtwirtschaftliche Betrachtung mit allen Latenten Variablen. Die wesentliche inhaltliche Fragestellung bleibt weiterhin, ob die Einschätzung der wirtschaftlichen Lage der befragten Gruppen sich in den Märkten widerspiegelt und welche Größen für die Einschätzungen relevant sind. Die Erkenntnisse der vorherigen partiellen Analysen werden genutzt, um den Modellaufbau zu verbessern. Auf dem Aktienmarkt werden deutsche und internationale Aktienentwicklungen zu einer Latenten Variable *Aktien* zusammengefasst mit allen gemeinsamen Indikatoren. Ebenso werden *Leitzinsen* und *Geldmarktzinsen* zu *Zinsen* zusammengefasst. Auf dem Gütermarkt könnten *Nachfrage* und *Auftragseingänge* zusammengelegt werden, allerdings erhöht die Beibehaltung der getrennten Latenten Variablen die Modellanpassung deutlich und ist letztendlich vorteilhaft. Die Zusammenlegung ähnlicher Latenter Variablen dient vor allem der Reduktion der Multikollinearität im inneren Modell, also der starken Überlagerung der Einflüsse.¹⁴²

Abbildung 29 zeigt das gesamtwirtschaftliche PLS-Modell der Stimmungen (Modell 5). Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird auf die Darstellung der Indikatoren verzichtet, die Zuordnung bleibt entsprechend den vorherigen Teilmodellen erhalten, mit Ausnahme der zusammengelegten Latenten Variablen. Die Werte der Gewichte und Ladungen ändern sich gegenüber den vorherigen Teilmodellen meist nur geringfügig, so dass nicht alle Details wiederholt werden sollen. Die Tabellen zu den einzelnen Gewichten und Ladungen können dem Anhang entnommen werden. Die Koeffizienten β_{ij} und Korrelationen c_{ij} werden anschließend in Tabellenform präsentiert, um die Abbildung nicht zu überlasten.¹⁴³ Das gesamtwirtschaftliche PLS-Modell der Stimmungen kombiniert die vorherigen Teilmodelle, noch ohne dynamische Erweiterungen. Die *Stimmungen* η_1 sind die abhängige Latente Variable der insgesamt neun erklärenden Latenten Variablen η_2 bis η_{10} im inneren Modell.

¹⁴² Eine erste Version dieses Modells findet sich im Diskussionsbeitrag (Ruge und Strohe, 2008), allerdings mit wesentlich weniger Indikatoren und älteren Jahresdaten, deshalb sind die Ergebnisse kaum vergleichbar. Alle Modelle sind eigene Darstellung.

¹⁴³ Auf eine symbolhafte Unterscheidung der theoretischen und geschätzten Koeffizienten soll aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet werden.

Abbildung 29: Pfaddiagramm PLS-Gesamtmodell Stimmungen (Modell 5)

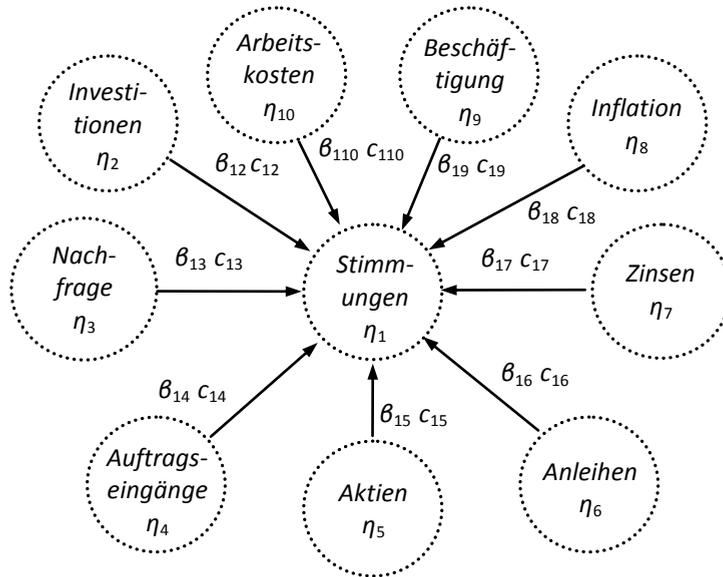


Tabelle 15 fasst die Modellergebnisse zusammen mit den standardisierten Koeffizienten β_{ij} , den Korrelationen der Latenten Variablen c_{ij} und den Faktorreliabilitäten rel_i . Alle Koeffizienten und Korrelationen wurden im PLS-Gesamtmodell geschätzt.

Tabelle 15: PLS Gesamtmodell Stimmungen (Modell 5)

Märkte	Latente Variable η_i	Koeffizient β_{ij}	Korrelation c_{ij}	rel_i
I. Gütermarkt	η_2 <u>Investitionen</u>	,40*	,83	(formativ)
	η_3 <u>Nachfrage</u>	-,99*	,21	,94
	η_4 <u>Auftragseingänge</u>	,68*	,62	,93
II. Aktienmarkt	η_5 <u>Aktien</u>	,28*	,52	,98
	η_6 <u>Anleihen</u>	-,26	-,21	,90
III. Geldmarkt	η_7 <u>Zinsen</u>	-,57*	,33	,99
	η_8 <u>Inflation</u>	,03	,63	,10
IV. Arbeitsmarkt	η_9 <u>Beschäftigung</u>	,09	,48	,40
	η_{10} <u>Arbeitskosten</u>	-,33*	-,65	,75

R²=0,82 im Gesamtmodell

* 95% Sicherheit (Resampling)

Zur besseren Verständlichkeit der tabellarischen Ergebnisse folgt die geschätzte Regressionsfunktion des inneren Modells, mit den Resampling t-Werten in Klammern unterhalb der Koeffizienten.

$$\begin{aligned}
 \text{Stimmungen}_t &= 0,40 \text{ Investitionen}_t - 0,99 \text{ Nachfrage}_t + 0,68 \text{ Auftragseingänge}_t \\
 &\quad \quad \quad (3,7) \quad \quad \quad (-2,9) \quad \quad \quad (3,8) \\
 + 0,28 \text{ Aktien}_t &- 0,26 \text{ Anleihen}_t - 0,57 \text{ Zinsen}_t + 0,03 \text{ Inflation}_t \\
 &\quad \quad \quad (3,0) \quad \quad \quad (-1,5) \quad \quad \quad (-3,1) \quad \quad \quad (0,3) \\
 + 0,09 \text{ Beschäftigung}_t &- 0,33 \text{ Arbeitskosten}_t + \hat{U}_t^{(5)} \\
 &\quad \quad \quad (1,7) \quad \quad \quad (-3,1)
 \end{aligned}$$

Das Bestimmtheitsmaß des inneren Gesamtmodells beträgt $R^2=0,82$ und ist damit höher als in den vorherigen Teilmodellen, wobei das wesentlich einfachere Gütermarktmodell mit $R^2=0,76$ bereits eine vergleichbare Erklärungskraft bietet. Bei PLS-Modellen kann das Hinzufügen von Latenten Variablen allerdings die Modellanpassung im inneren Modell und damit das Bestimmtheitsmaß senken, da eine Neuberechnung der Gewichte und damit der Werte der Latenten Variablen erfolgt. Es werden 82 Prozent der Variation der *Stimmungen* durch das Modell erklärt, lediglich 18 Prozent entfallen auf nicht erklärte Varianz. Es gibt demnach starke Zusammenhänge zwischen der Entwicklung der befragten Stimmungen und den erklärenden Latenten Variablen und Indikatoren. Die vorherige graphische Analyse in Kapitel 3.2 wird somit bestätigt, welche diese Zusammenhänge bereits erahnen ließ.

Die sinnvolle Interpretation der einzelnen Parameterschätzungen im Inneren Modell ist komplizierter. Für PLS-Pfadmodelle mit mehreren Latenten Variablen ist es empfehlenswert, zwischen den bivariaten Korrelationen und den multivariaten Koeffizienten zu unterscheiden. Die Pfadkoeffizienten werden mit der Kleinsten-Quadrate-Methode (OLS) geschätzt und geben den linearen Einfluss auf die erklärte Latente Variable wieder unter der Bedingung, dass sich ceteris paribus die Werte der anderen Latenten Variablen nicht ändern. Die hohe Multikollinearität, welche bereits in den vorherigen Teilmodellen festgestellt wurde, bedeutet allerdings eine deutliche Überlagerung aller Effekte. Die ceteris paribus Einschränkung ist damit problematisch, da beispielsweise eine Erhöhung der *Auftragseingänge* in der Regel mit einer Erhöhung der *Aktien* einhergeht bei einer Korrelation von 0,71. Die Multikollinearität erschwert die stabile Schätzung und damit die Interpretation der Koeffizienten. Bei perfekter Multikollinearität wäre die rechnerische Durchführung einer Regressionsanalyse nicht möglich. Die Pfadkoeffizienten reagieren in dem Modell teilweise emp-

findlich gegenüber kleinen Änderungen, wie der Entfernung einer Latenten Variablen. Dennoch können bei sorgfältiger Analyse der Robustheit einige Schlussfolgerungen aus den Koeffizienten gezogen werden.

Zur Interpretation bieten sich zunächst die bivariaten Korrelationen an, da diese relativ stabil gegenüber Modelländerungen sind. Es ist zu erkennen, dass insbesondere hohe *Investitionen* (0,83), niedrige *Arbeitskosten* (-0,65), hohe *Inflation* (0,63) und hohe *Auftragseingänge* (0,62) mit guten *Stimmungen* einhergehen bzw. korrelieren. Die Entwicklung der *Anleihen* (-0,21) und der *Nachfrage* (0,21) ist dagegen von geringer Bedeutung. Es kann mit undynamischen Modellen allerdings weder eine direkte Kausalität, noch die Richtung der Kausalität überprüft werden. In der multivariaten Regressionsbetrachtung ergeben sich signifikante Einflüsse für *Investitionen* (0,40), *Nachfrage* (-0,99), *Auftragseingänge* (0,68), *Aktien* (0,28), *Zinsen* (-0,57) und *Arbeitskosten* (-0,33). Die Faktorreliabilitäten ändern sich gegenüber den vorherigen Teilmodellen kaum, vor allem *Inflation* (0,10) und *Arbeitskosten* (0,40) sind als Latente Variable unscharfe Konstrukte, die kaum mit ihren Indikatoren zusammenhängen. Als erweitertes Qualitätskriterium werden Latente Variable als relevant bezeichnet, wenn sie eine deutliche Korrelation (über 0,50) aufweisen, einen signifikanten Koeffizienten mit gleichem Vorzeichen und eine möglichst hohe Faktorreliabilität. Nach diesem Relevanzkriterium bleiben die Latenten Variablen *Investitionen*, *Auftragseingänge*, *Aktien* und *Arbeitskosten* bestehen, die in Tabelle 15 unterstrichen sind. Die Möglichkeiten der undynamischen Analyse sind mit diesem PLS-Modell weitgehend ausgeschöpft.

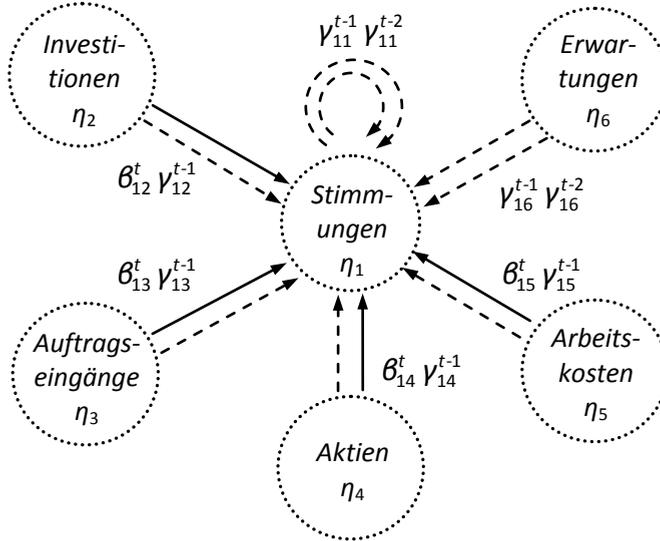
Zusammenfassend gilt, dass die vorherigen Teilmarktmodelle zu einem PLS-Gesamtmodell der Stimmungen kombiniert wurden, noch ohne dynamische Erweiterungen. Die Modellanpassung ist insgesamt hoch, die Stimmungslage steht also in engem Zusammenhang zur wirtschaftlichen Entwicklung im Sinne der verwendeten Variablen. Die befragten Gruppen orientieren sich bei der Einschätzung der wirtschaftlichen Situation vor allem an Investitionen, Auftragseingängen, Aktienentwicklungen und Arbeitskosten, wobei Letztere einen negativen Einfluss haben.

5.2.6 DPLS-Modelle Stimmungen

In diesem Abschnitt wird die dynamische Analyse mit DPLS-Modellen begonnen. Der Begriff Dynamik im wirtschaftswissenschaftlichen Kontext meint dabei die Betrachtung von zeitlichen Effekten. Die vorherigen PLS-Modelle werden um zeitverzögerte Einflussgrößen erweitert. Somit wird untersucht, ob vergangene Größen, wie etwa Aktienkurse der letzten Monate Einflüsse auf aktuelle Einschätzung der wirtschaftlichen Lage haben und wie weit diese Einflüsse zeitlich zurückreichen. Eine bedeutende Möglichkeit der Modellverbesserung ergibt sich durch die Nutzung autoregressiver Latenter Variablen. Insbesondere die Betrachtung vergangener Stimmungen kann zur Erklärung der aktuellen Stimmungen beitragen, da es sich um eine stark autoregressive Zeitreihe handelt. Insgesamt werden vier dynamische Varianten der Modelle gebildet, um bestimmte Aspekte detaillierter zu untersuchen und die Robustheit der Ergebnisse gegenüber Modelländerungen zu prüfen.

Abbildung 30 zeigt das Pfaddiagramm des ersten DPLS-Modells der Stimmungen (Modell 6). Als erklärende Latente Variable werden nur *Investitionen*, *Auftragseingänge*, *Aktien* und *Arbeitskosten* verwendet, da diese im vorherigen PLS-Gesamtmodell signifikante und relevante Einflüsse gezeigt haben. Zudem werden *Stimmungen* autoregressiv verwendet und *Erwartungen* als rein verzögerte Latente Variable. Die notwendige Vereinfachung des Modells mit einer verringerten Anzahl an erklärenden Latenten Variablen ist ein Kompromiss, der zwischen Vollständigkeit und Interpretierbarkeit abwägt. Das Problem der Multikollinearität und der damit verbundenen Überladung mit ähnlichen oder potenziell irrelevanten erklärenden Latenten Variablen (*overfitting*) steigert sich in der dynamischen Betrachtung erheblich, da jede erklärende Latente Variable mehrfach zeitverzögert in der inneren Regressionsgleichung auftaucht. Bei neun erklärenden Latenten Variablen mit zwei Zeitverzögerungen und Autoregression wären dies bereits $3 \times 9 + 2 = 29$ Latente Variable und damit wesentlich zu zahlreich für eine sinnvolle Interpretation der Ergebnisse. Auf die Abbildung der Indikatoren soll aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet werden. Die Werte der Gewichte und Ladungen ändern sich nur gering gegenüber den vorherigen Modellen und sind im Anhang verfügbar.

Abbildung 30: Pfaddiagramm DPLS-Modell Stimmungen (Modell 6)



In Abbildung 30 sind zeitlich verzögerte Einflüsse durch gestrichelte Pfeile gekennzeichnet. Das innere Modell ist ein Eingleichungsmodell vom Typ ARDL (autoregressive distributed lag), also mit verzögerten exogenen und endogenen latenten Variablen und wird weiterhin mit der Methode der Kleinsten Quadrate geschätzt nach Berechnung der Werte der latenten Variablen. Da drei Zeitebenen gleichzeitig betrachtet werden, erfolgt die Berechnung der Gewichte und Ladungen in den äußeren Modellen über das in Kapitel 2.3.3 entwickelte erweiterte DPLS-Verfahren. Alle Verzögerungsstufen einer latenten Variablen erhalten identische Gewichte und Ladungen. Die wirtschaftlichen Größen werden mit maximal einer Verzögerung modelliert, *Stimmungen* und *Erwartungen* mit zwei Verzögerungen gleichzeitig. Somit enthält das innere Modell insgesamt 12 erklärende latente Variable als ARDL(2,2)-Modell.¹⁴⁴ Alle latenten Variablen werden reflektiv gebildet, da die Programmierung von eDPLS noch keine formative Spezifizierung beherrscht. Diese Änderung betrifft ausschließlich *Investitionen*, die vorher formativ gebildet wurden.

¹⁴⁴ ARDL(2,2) bedeutet, dass zwei autoregressive Stufen und bis zu zwei Verzögerungsstufen der exogenen latenten Variablen genutzt werden.

$$\begin{aligned}
\text{Stimmungen}_t = & 0,87 \text{Stimmungen}_{t-1} + 0,03 \text{Stimmungen}_{t-2} + 0,23 \text{Erwartungen}_{t-1} \\
& \quad (9,17) \qquad \qquad \qquad (0,33) \qquad \qquad \qquad (3,77) \\
& -0,15 \text{Erwartungen}_{t-2} + 0,51 \text{Investitionen}_t - 0,51 \text{Investitionen}_{t-1} - 0,01 \text{AE}_t - 0,03 \text{AE}_{t-1} \\
& \quad (-2,62) \qquad \qquad (2,17) \qquad \qquad \qquad (-2,24) \qquad \qquad \qquad (-0,18) \qquad \qquad (-0,64) \\
& + 0,11 \text{Aktien}_t - 0,08 \text{Aktien}_{t-1} - 0,17 \text{Arbeitskosten}_t + 0,13 \text{Arbeitskosten}_{t-1} + \hat{U}_t^{(6)} \\
& \quad (1,56) \qquad \qquad (-1,02) \qquad \qquad (-2,13) \qquad \qquad (1,66)
\end{aligned}$$

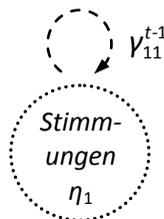
Die Autokorrelation der *Stimmungen*_t ist mit 0,98 und 0,95 für ein bzw. zwei Monate Zeitverzögerung sehr hoch. Dies bestätigt die vorherige graphische Analyse, welche *Stimmungen* als stark autoregressiven Prozess erkennen lässt. Der entsprechende Koeffizient der verzögerten *Stimmungen*_{t-τ} ist bei einer Verzögerung *t* - 1 signifikant, bei zwei Verzögerungen *t* - 2 nicht mehr. Die befragten Wirtschaftssubjekte orientieren sich demnach bei der Einschätzung der aktuellen Lage an ihrer Einschätzung des Vormonats. Die Nutzung der Autoregression im eDPLS-Verfahren erhöht die Modellanpassung deutlich. Zur Erklärung der aktuellen *Stimmungen*_t sind zudem die *Erwartungen*_{t-1} des Vormonats von Bedeutung, die eine hohe Korrelation von 0,84 und einen signifikanten Koeffizienten von 0,23 aufweisen. Die Wirtschaftssubjekte schätzen ihre Lage somit umso besser ein, je höher ihre Erwartungen im Vormonat waren. Die *Erwartungen*_{t-2} des Vor-Vormonats weisen eine geringfügig höhere Korrelation von 0,86 auf und einen signifikanten Koeffizienten von -0,15, allerdings ist die Richtung des Einflusses nicht mehr zuverlässig interpretierbar. Die hohe Multikollinearität im dynamischen inneren Modell, verursacht durch starke Autokorrelation aller erklärenden Latenten Variablen, resultiert in instabilen Koeffizientenschätzungen, die bei kleineren Modelländerungen Vorzeichen und Signifikanz ändern können.

Um die komplexen Ergebnisse sinnvoll zu strukturieren, werden wieder relevante Einflüsse bestimmt, welche als erweiterte Kriterien eine deutliche Korrelation, einen signifikanten Koeffizienten mit gleichem Vorzeichen und eine hohe Faktorreliabilität aufweisen müssen. Als relevante erklärende Latente Variable ergeben sich somit *Investitionen*_t, *Arbeitskosten*_t, *Erwartungen*_{t-1} und *Stimmungen*_{t-1}. Bei *Investitionen*_t gilt dies zumindest eingeschränkt mit einer mittleren Korrelation von 0,44. Für die Einschätzung der aktuellen wirtschaftlichen Lage sind vergangene wirtschaftliche Größen, wie Aktien oder Arbeitskosten der Vormonate, von geringer Bedeutung, da nicht signifikant. In Tabelle 16 sind alle relevanten Einflüsse unterstrichen. Die befragten Wirtschaftssubjekte bewerten die aktuelle Lage umso besser, je höher aktuelle Investitionen und je

Das Bestimmtheitsmaß sinkt durch die Reduktion nur minimal von 0,981 auf 0,977, obwohl acht Latente Variable entfernt wurden, darunter etliche mit hoher Korrelation zu *Stimmungen_t*. Die entfernten Latenten Variablen werden durch die verbliebenen Variablen fast vollständig erklärt aufgrund der hohen Multikollinearität. Da die entfernten Variablen kaum zusätzliche Informationen bieten, ist eine Reduktion des Modells sinnvoll, wenn ein möglichst übersichtliches Modell das Ziel ist. *Investitionen_t* verlieren allerdings die Signifikanz des Koeffizienten im Vergleich zum vorherigen Modell 6. *Arbeitskosten_t* sind genau auf der Grenze der Signifikanz beim zweiseitigen 5%-Niveau mit einem t-Wert von -1,971. Der entsprechende Tafelwert bei 200 Beobachtungen beträgt 1,972, bei 500 Beobachtungen 1,965. Das reduzierte Modell 7 bestätigt teilweise die vorherigen Ergebnisse. Die befragten Wirtschaftssubjekte orientieren sich bei der Einschätzung der aktuellen Lage an den Stimmungen und Erwartungen des Vormonats mit positivem Einfluss. Zudem wirken aktuelle, hohe Arbeitskosten negativ auf die Einschätzung der Stimmungslage, allerdings ist der Koeffizient gering und nur grenzwertig signifikant.¹⁴⁶

Eine dritte Variante des DPLS-Modells der Stimmungen soll geschätzt werden mit weiterer Reduktion. Die vorherigen Modelle 6 und 7 legen nahe, dass die starke Autoregression der Stimmungen den größten Teil der Modellerklärung verursacht, deshalb soll dieser Zusammenhang isoliert betrachtet werden. Abbildung 32 zeigt das minimale, rein autoregressive DPLS-Modell der Stimmungen Nr. 8.

Abbildung 32: *Minimales DPLS-Modell Stimmungen (Modell 8)*



¹⁴⁶ Ob der Begriff Signifikanz bei der Untersuchung von Zeitreihen in seiner klassischen Bedeutung sinnvoll sein kann, wurde bereits im Abschnitt 2.2.5 diskutiert.

Die geschätzte Regressionsfunktion im inneren Modell lautet:

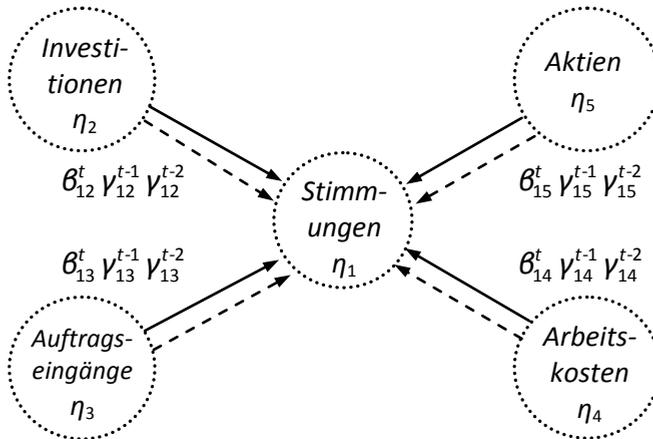
$$\text{Stimmungen}_t = 0,98 \text{Stimmungen}_{t-1} + \hat{u}_t^{(8)}$$

(83,5)

Das AR(1)-Modell, welches ausschließlich die verzögerten *Stimmungen*_{t-1} des Vormonats nutzt, erreicht ein Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,968$ und kann damit die aktuelle Stimmungslage fast vollständig erklären. Das Bestimmtheitsmaß hat sich nur um 0,013 reduziert gegenüber dem wesentlich umfangreicheren Modell 6. Selbst dieses minimale Modell 8 bietet eine deutlich bessere Modellanpassung als das umfangreichste und dynamische PLS-Gesamtmodell 5, welches ein Bestimmtheitsmaß von 0,82 hat. Die befragten Wirtschaftssubjekte bewerten ihre Lage umso besser, je besser die Einschätzung im Vormonat war und vice versa. Dies bestätigt, dass Stimmungen vor allem ein stark autoregressiver Prozess sind. Ob der autoregressive Zusammenhang kausaler Natur ist, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Die Stimmungen entstehen natürlich nicht im leeren Raum ohne Bezug zur wirtschaftlichen Lage, auch wenn in den dynamischen Modellen die wirtschaftlichen Größen zur Modellerklärung kaum etwas beitragen können. Die vergangenen Stimmungen werden letztendlich durch wirtschaftliche Größen beeinflusst, auch wenn dieser Zusammenhang im minimalen Modell nicht mehr erkennbar ist. Der Vorteil der verbesserten Modellanpassung kann vor allem der (zeitlichen) Prognose von Daten dienen, etwa der Vorhersage der zukünftigen Stimmungen.

Eine vierte Variante der DPLS-Modelle der Stimmungen soll geschätzt werden, ohne den autoregressiven Teil der verzögerten Stimmungen und ohne verzögerte Erwartungen, damit die Beziehungen der Stimmungen zu wirtschaftlichen Größen isoliert betrachtet werden können. Abbildung 33 beinhaltet das reduzierte eDPLS-Modell der Stimmungen Nr. 9 ohne Autoregression als Pfaddiagramm. Das innere Modell wird mit zwei Verzögerungsstufen gleichzeitig geschätzt, mit den vier Latenten Variablen, welche im gesamtwirtschaftlichen PLS-Modell Nr. 5 als relevant bestimmt wurden.

Abbildung 33: Reduziertes DPLS-Modell Stimmungen ohne Autoregression (Modell 9)



Auf die tabellarische Darstellung der Ergebnisse soll verzichtet werden, die geschätzte Regressionsfunktion des inneren Modells beinhaltet die wichtigsten Ergebnisse. Die Gewichte, Ladungen und Faktorreliabilitäten ändern sich kaum gegenüber den vorherigen Modellen.

$$\begin{aligned}
 \text{Stimmungen}_t = & -0,33 \text{Investitionen}_t + 0,93 \text{Investitionen}_{t-1} - 1,45 \text{Investitionen}_{t-2} \\
 & + 0,17 \text{AE}_t + 0,19 \text{AE}_{t-1} - 0,06 \text{AE}_{t-2} + 0,31 \text{Aktien}_t - 0,09 \text{Aktien}_{t-1} + 0,59 \text{Aktien}_{t-2} \\
 & + 0,36 \text{Arbeitskosten}_t + 0,24 \text{Arbeitskosten}_{t-1} - 1,05 \text{Arbeitskosten}_{t-2} + \hat{u}_t^{(9)}
 \end{aligned}$$

Das Bestimmtheitsmaß im Modell 9 beträgt 0,683 und ist damit deutlich geringer als in den drei vorherigen DPLS-Modellen 6, 7 und 8 mit Autoregression der Stimmungen. Ein vergleichbares undynamisches Modell mit denselben vier erklärenden Latenten Variablen, allerdings ohne zusätzliche Verzögerungen (und Investitionen reflektiv gebildet), erhält ein geringfügig kleineres Bestimmtheitsmaß von 0,63, so dass die dynamische Erweiterung ohne Autoregression für eine bessere Modellanpassung nur bescheidene Vorteile bringt. Die verzögerten wirtschaftlichen Latenten Variablen bieten somit kaum zusätzliche Erklärungskraft. Auffällig ist, dass alle Variablen außer $\text{Arbeitskosten}_{t-2}$ keine signifikanten Koeffizienten erhalten. Die Multikollinearität der verzögerten Größen ist sehr hoch, so sind beispielsweise Investitionen_t und $\text{Investitionen}_{t-1}$

mit 0,998 korreliert und damit beinahe perfekte Linearkombinationen. Als Folge ergeben sich Anomalien wie die fehlende Signifikanz im Modell. Die Multikollinearität verhindert zudem eine sinnvolle Interpretation der Koeffizienten, da die erklärenden Variablen nicht unabhängig genug voneinander sind. Eine Erweiterung des Modells auf weitere Verzögerungsstufen erscheint somit nicht sinnvoll. Die Betrachtung ohne Autoregression ist geeignet für die folgende Analyse der Abweichungen der Stimmungslage von der wirtschaftlichen Entwicklung. Es sind grundsätzlich weitere Modellvarianten denkbar, allerdings zeigt sich, dass die Kernaussagen bereits feststehen und weitere Variationen kaum zusätzliche Erkenntnisse generieren können.

Zusammenfassend gilt, dass die methodische Erweiterung des DPLS eine umfangreiche Analyse dynamischer Beziehungen erlaubt. Aufbauend auf den Erkenntnissen der undynamischen Modelle wurden vier DPLS-Modellvarianten geschätzt, um die Zusammenhänge der Stimmungen autoregressiv und mit aktuellen und verzögerten wirtschaftlichen Größen zu analysieren. Die Stimmungslage ist ein hoch autoregressiver Prozess, so dass die Modellanpassung deutlich verbessert wird auf Bestimmtheitsmaße von 0,96 bis 0,98 je nach konkreter Modellierung. Die aktuelle Stimmungslage ist somit fast vollständig vorhersagbar, es treten nur minimale Abweichungen von der Modellanpassung auf. Aufgrund der hohen Multikollinearität, also der Überlagerung aller Einflüsse, genügen bereits wenige Variablen für eine hohe Modellanpassung. Die befragten Wirtschaftssubjekte bewerten die aktuelle wirtschaftliche Lage umso besser, je höher aktuelle Investitionen und je niedriger aktuelle Arbeitskosten sind und je höher die Stimmungen und Erwartungen des Vormonats waren. Die Abweichungen der Stimmungslage von der tatsächlichen wirtschaftlichen Lage im zeitlichen Verlauf werden im nächsten Abschnitt genauer analysiert.

5.2.7 Rationalität der Stimmungen

Die Abweichungen der Stimmungslage von der tatsächlichen wirtschaftlichen Lage im zeitlichen Verlauf werden genauer untersucht. Die Modellabweichungen geben Rückschlüsse auf systematische Fehleinschätzungen der Wirtschaftssubjekte. Der Grundgedanke der Rationalität von Erwartungen wird aufgenommen und auf die Ergebnisse der Stimmungen übertragen.

Die vorherigen Analysen haben in ihrer Gesamtheit ergeben, dass die befragten Stimmungen deutlich mit der Entwicklung wirtschaftlicher Größen zusammenhängen, insbesondere mit Investitionen, Auftragseingängen, Aktien und Arbeitskosten mit Bestimmtheitsmaßen von bis zu 0,82 im inneren Modell, ohne die Einbeziehung autoregressiver Zusammenhänge. Demnach können diese Modelle bis zu 82 Prozent der Variation der Stimmungen erklären, lediglich 18 Prozent bleiben unerklärt. Fraglich bleibt, wie sich der nichterklärte Teil der Stimmungen über die Zeit verteilt. Sind die Abweichungen rein zufällig verteilt oder sind Muster in Beziehung zu realen Ereignissen erkennbar?

Die Theorie der rationalen Erwartungen geht auf die Arbeiten von John F. Muth und Robert E. Lucas zurück und wurde in Kapitel 4.2 vorgestellt. Die Grundidee besagt, dass Wirtschaftssubjekte prinzipiell die theoretischen Zusammenhänge auf den Märkten verstehen und nutzen. Die Erwartungen X_t^* weichen demnach nicht systematisch von den tatsächlichen Realisationen X_t ab. Der Erwartungsfehler ε_t ist ein stochastischer Fehlerterm mit Erwartungswert Null und konstanter Varianz. Die Abweichungen der Erwartungen von der Realität wären somit gemäß der Theorie nicht systematisch positiv oder negativ verzerrt.

$$X_t^* = X_t + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = X_t^* - X_t$$

$$E(\varepsilon_t) = 0$$

Dieses wirtschaftstheoretische Konzept muss in die reale Welt der Daten übertragen werden. Ein einfaches Anwendungsbeispiel wären die Erwartungen der zukünftigen Inflation, wie sie auch von einigen Forschungsinstituten erfragt werden. In diesem Fall ständen konkrete erwartete Werte und konkrete spätere

re Realisationen zur Verfügung und der Erwartungsfehler kann als einfache Differenz errechnet werden, ohne die Nutzung komplexer Modelle. Die Übertragung des theoretischen Ansatzes auf diesen ökonometrischen Modellkontext ist allerdings anspruchsvoller, da die wirtschaftliche Lage und Entwicklung keine einfach zu messenden Variablen sind, sondern als Latente Variable in den Modellen bestimmt werden müssen.

In diesem Abschnitt der Arbeit stellen die theoretischen „Erwartungen“ die befragten Einschätzung X_t^* der aktuellen wirtschaftlichen Lage dar und entsprechen den Stimmungen, welche durch die Werte der Latenten Variablen $Stimmungen_t$ repräsentiert werden. Der Begriff Erwartungen kann grundsätzlich jede Einschätzung einer wirtschaftlichen Größe oder Situation darstellen und somit kann das Konzept auch für die Einschätzung der aktuellen wirtschaftlichen Situation genutzt werden. Es werden also zunächst *Stimmungsfehler* anstelle von Erwartungsfehlern betrachtet. Die Rationalität der Erwartungen wird später in Kapitel 5.3.3 untersucht. Als Annäherung für den wirtschaftstheoretischen Fehler ε_t wird die Abweichung der befragten Einschätzung der wirtschaftlichen Lage von der „optimalen“ wirtschaftlichen Einschätzung verwendet, welche im Modell aus den wirtschaftlichen Indikatoren bestimmt wird. In den ökonometrischen Modellen entspricht diese Abweichung den Fehlern bzw. Residuen des inneren Modells, also der Differenz der Werte der aus den drei Indikatoren gemessenen Stimmungen und den optimalen Funktionswerten der Stimmungen (=fitted oder predicted values), welche beide durch das Modell bestimmt werden. Für ein Eingleichungsmodell als inneres Modell mit η_1 als *Stimmungen* und η_2 bis η_K als wirtschaftliche Größen und u_1 als Fehlerterm ergibt sich:

$$\eta_1^t = \theta_{12}\eta_2^t + \theta_{13}\eta_3^t + \dots + \theta_{1K}\eta_K^t + u_1^t \quad (\text{Inneres Modell})$$

$$\hat{u}_1^t = \eta_1^t - \hat{\eta}_1^t$$

$$\varepsilon_t = X_t^* - X_t \quad (\text{Rationale Erwartungen})$$

Nachdem alle Parameter und Werte der Latenten Variablen des inneren Modells geschätzt sind, können für jeden Monat Funktionswerte der Stimmungen $\hat{\eta}_1$ errechnet werden, die angeben, wie optimalerweise die Stimmungen hätten ausfallen müssen laut Modell. Das innere Modell schätzt somit *fitted*-Stimmungen basierend auf den wirtschaftlichen Daten. Diese Funktionswerte

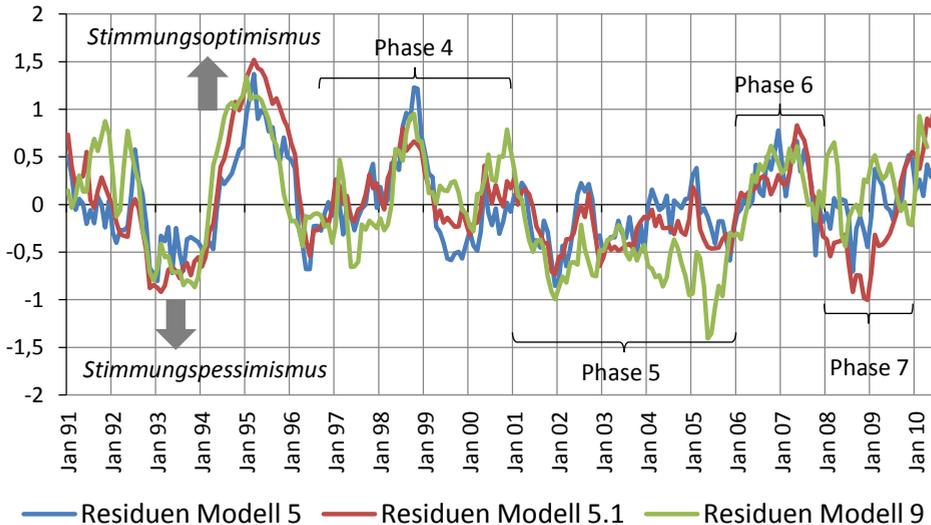
sind Linearkombinationen der erklärenden wirtschaftlichen Latenten Variablen. In guten wirtschaftlichen Phasen sollten sich gute Stimmungen ergeben und vice versa. Beispielsweise errechnet das PLS-Gesamtmodell Nr. 5 für Januar 2007 *fitted*-Stimmungen (*fitted latent variable score*) von 1,47, während sich eine bessere gemessene Stimmung von 1,92 ergibt. Die Differenz von 0,45 ist das Residuum für diesen Monat und zeigt, dass die Wirtschaftssubjekte ihre Lage besser einschätzen, als es das Modell anhand der wirtschaftlichen Daten vorhersagt. Dies kann als *Stimmungsoptimismus* interpretiert werden. Die Residuenanalyse ist ein Standardansatz zur Bewertung von Modellabweichungen, insbesondere in der Zeitreihenanalyse und wird entsprechend auch in dieser Arbeit verwendet.

Die Residuen der Modellschätzung werden somit als Annäherung für den wirtschaftstheoretischen *Stimmungsfehler* ε_t genutzt. Wenn ein Residuum positiv ist, dann sind die befragten Stimmungen besser, als es das Modell anhand der wirtschaftlichen Daten vorhersagt, es herrscht also *Stimmungsoptimismus*. Ein negatives Residuum impliziert analog einen *Stimmungspessimismus*, also befragte Stimmungen, die unterhalb der Modellvorhersagen liegen. Wenn die Stimmungen rational im Sinne der Theorie von Muth und Lucas sein sollen, müssen die Residuen rein stochastische Abweichungen sein ohne erkennbare Muster. Rationalität bedeutet dabei nicht, dass die Einschätzung präzise oder stets exakt sein muss, sondern lediglich, dass die Fehleinschätzungen zufälliger Natur sein müssen, ohne erkennbare Systematik.

Abbildung 34 zeigt den Verlauf der standardisierten Residuen für das PLS-Gesamtmodell der Stimmungen Nr. 5 mit neun erklärenden Latenten Variablen, zudem ein reduzierte Gesamtmodell (5.1) mit vier relevanten Latenten Variablen und das DPLS-Modell 9 ohne Autoregression. Es werden die Residuen von drei Modellvarianten genutzt, um die Robustheit der Erkenntnisse gegenüber Modelländerungen zu prüfen. Im zeitlichen Verlauf aller Residuen sind deutlich systematische Muster zu erkennen. Für Zeiträume von 24 Monaten oder mehr sind Phasen mit durchweg positiven oder negativen Residuen sichtbar. Dies widerspricht der Annahme stochastischer Residuen, bei denen sich *weißes Rauschen*, also eine rein zufällige Entwicklung mit Erwartungswert Null und konstanter Varianz ergeben müsste. Die Stimmungen sind demnach nicht oder nur eingeschränkt rational, da die Wirtschaftssubjekte über längere Zeitphasen Fehleinschätzungen der wirtschaftlichen Situation abgeben. Dennoch finden

die Residuen immer wieder zum Nullwert zurück und damit die Wirtschaftssubjekte zu einer korrekten Einschätzung. Die Residuen der drei relevanten Modelle zeigen einen ähnlichen Verlauf, so dass die Ergebnisse als robust gegenüber Modelländerungen angesehen werden können.

Abbildung 34: Residuen der Stimmungen



Es lassen sich folgende Phasen einteilen basierend auf Abbildung 34. Die Phasen gehen zeitlich einher mit bedeutenden wirtschaftlichen Ereignissen.

Phase 1: Direkt nach der Deutschen Wiedervereinigung treten kurzzeitig positive Residuen auf. Die Einschätzung der wirtschaftlichen Lage ist also besser, als es das Modell anhand der Daten vorhergesagt hat. Dies kann vermutlich durch die politischen Sonderereignisse und die damit verbundene Euphorie erklärt werden.

Phase 2: In den folgenden Jahren von Ende 1992 bis Mitte 1994 zeigen sich deutlich negative Residuen. Die Wirtschaftssubjekte fallen in einen *Stimmungspessimismus* und bewerten die Lage schlechter als sie laut dem Modell sein sollte. Auch dies kann vermutlich durch politische Sonderereignisse erklärt werden, als die Wende euphorie einer gefühlten Ernüchterung wich.

Phase 3: Der deutlichste Anstieg der Residuen findet zwischen Mitte 1994 bis Ende 1995 statt. Die Stimmungslage erreicht einen lokalen Hochpunkt (aller-

dings wesentlich niedriger als direkt nach der Deutschen Einheit), bei einer mäßigen bis schlechten tatsächlichen wirtschaftlichen Lage. In den Jahren 1995–96 folgte eine kurze Phase der wirtschaftlichen Stagnation. Aus dieser Diskrepanz bzw. Fehleinschätzung ergeben sich die hohen positiven Residuen. Es ist allerdings nicht offensichtlich erkennbar, wodurch diese Fehleinschätzung verursacht wurde.

Phase 4: Von Mitte 1996 bis Ende 2000 zeigt sich wieder ein Anstieg der Residuen, der seinen Hochpunkt Ende 1998 findet. Die Phase ist markiert als *Stimmungsblase*, da die erste bedeutende Krise New Economy Crash bzw. Dotcom-Crash folgte. Bereits 1999 erhöhte die US-amerikanische Notenbank schrittweise die Leitzinsen. Im März 2000 erreichten NASDAQ und DAX ihre Höhepunkte und stürzten ab, worauf die Weltwirtschaft in eine Rezession geriet.

Phase 5: Der lange Zeitraum von Anfang 2001 bis Anfang 2006 ist gekennzeichnet durch überwiegend negative Residuen, die allerdings zeitweise die Nulllinie positiv überschreiten. Die langen Jahre nach dem New Economy Crash sind also durch einen überwiegend gemäßigten Stimmungspessimismus gekennzeichnet.

Phase 6: Ab 2006 ist wieder ein deutlicher Anstieg der Residuen erkennbar, der bis Anfang 2008 anhält und als zweite *Stimmungsblase* gekennzeichnet ist. Im Jahr 2006 erreichte der US-amerikanische Hausmarkt seine höchsten Preise und die weltweiten Aktienmärkte erreichten Ende 2007 ihre Höchststände.

Phase 7: Die letzte Phase von Anfang 2008 bis Anfang 2010 beinhaltet den Höhepunkt der Finanzkrise, der anfänglich durch einen abrupten Stimmungspessimismus gekennzeichnet ist. Ab Mitte 2009 bewegen sich die Residuen wieder deutlich in den positiven Bereich. Die Daten enden Juni 2010, möglicherweise baut sich bereits die nächste Stimmungsblase auf.

Die Entwicklung der Residuen steht somit in einem deutlichen Zusammenhang zu politischen und wirtschaftlichen Sonderereignissen. Die Ergebnisse erscheinen inhaltlich plausibel und stützen damit letztendlich die methodische Vorgehensweise dieser Arbeit. Auffällig sind *Stimmungsblasen*, welche sich vor Krisen aufbauen und damit auch als Frühwarnsystem genutzt werden können. Die wirtschaftlichen Größen beinhalten unter anderem die Aktienmärkte als erklärende Variable, so dass die positiven und negativen Residuen noch über Entwicklungen an den Aktienmärkten hinausgehen. Die Stimmungen sind nicht

oder nur eingeschränkt rational im Sinne der vorher erläuterten Theorie, da sich jahrelang systematische Abweichungen zeigen.

Die Analyse der Residuen soll abschließend erweitert werden auf dynamische Modelle, welche Autoregression verwenden, also Stimmungen der Vormonate als erklärende Latente Variable. Diese Modelle haben sich durch sehr hohe Modellanpassungen mit Bestimmtheitsmaßen von 0,96 bis 0,98 ausgezeichnet, deshalb sind nur 2–4 Prozent nicht erklärte Varianz im inneren Modell vorhanden. Die Werte der Residuen sind entsprechend wesentlich kleiner und somit ist die Aussagekraft einer Residuenuntersuchung weniger bedeutend.

Abbildung 35: *Residuen Stimmungen bei Autoregression*

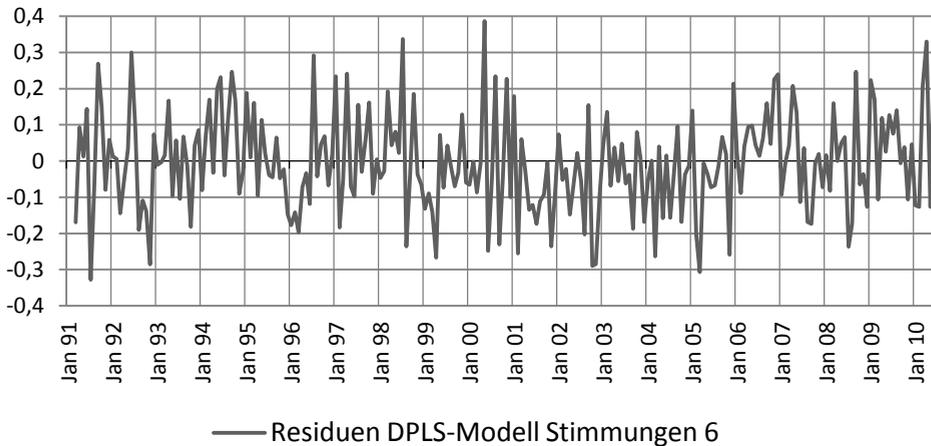


Abbildung 35 zeigt den Verlauf der Residuen des DPLS-Modells Nr. 6 im inneren Modell. Es ist deutlich ein zufälligeres Erscheinungsbild der Residuen erkennbar. Die systematischen Muster aus der vorherigen Abbildung 34 entfallen weitgehend, zudem sind die Werte der Residuen wesentlich geringer. Mit etwas Phantasie lassen sich dennoch Phasen des Stimmungsoptimismus und -pessimismus erkennen, allerdings sind die Ergebnisse zu schwach, um als gesichert angesehen zu werden. Die inhaltliche Bedeutung dieser Teilergebnisse ist schwieriger zu interpretieren. Die eigentliche Fragestellung umfasst die Untersuchung des Zusammenhangs der Stimmungen mit wirtschaftlichen Größen und die Systematik der Abweichungen. Das Hinzufügen der verzögerten Stimmungen als erklärende Variable ermöglicht es, auch Phasen der Abweichung in

das Modell zu integrieren. Die Stimmungsblasen können durch den autoregressiven Modellteil gut abgebildet werden. Dies erhöht zwar die Modellanpassung, allerdings wird der zu untersuchende Aspekt der Stimmungsabweichungen unsichtbar. Im Kontext der gegebenen Fragestellung der Residuenanalyse ist das Einbeziehen von autoregressiven Stimmungen somit nicht sinnvoll.

Dieses Verfahren lässt sich grundsätzlich auf beliebige Variablen übertragen, etwa die Fragestellung, ob Aktienkurse als über- oder unterbewertet entsprechend der Modelle und ihrer Indikatoren betrachtet werden können. Somit kann dieser Ansatz auch zur Fundamentalanalyse von Wertpapieren genutzt werden. Generell eignet sich der Ansatz insbesondere zur Bewertung komplexer oder latenter Größen und Zusammenhänge.

Zusammenfassend gilt, dass Stimmungen, also die Einschätzung der aktuellen wirtschaftlichen Lage, sich grundsätzlich relativ eng an wirtschaftlichen Größen orientieren. Allerdings zeigen die Modellabweichungen, dass sich diese nicht oder nur eingeschränkt rational im Sinne der Theorie der rationalen Erwartungen verhalten. Es treten über mehrere Jahre systematische Phasen der Über- oder Unterschätzung auf, die als Stimmungsoptimismus oder -pessimismus interpretiert werden können, insbesondere vor und nach wirtschaftlichen Krisen. Dennoch findet die Stimmungslage langfristig, also über viele Jahre betrachtet, immer wieder zum Modellgleichgewicht zurück, so dass sich keine permanenten Fehleinschätzungen beobachten lassen.

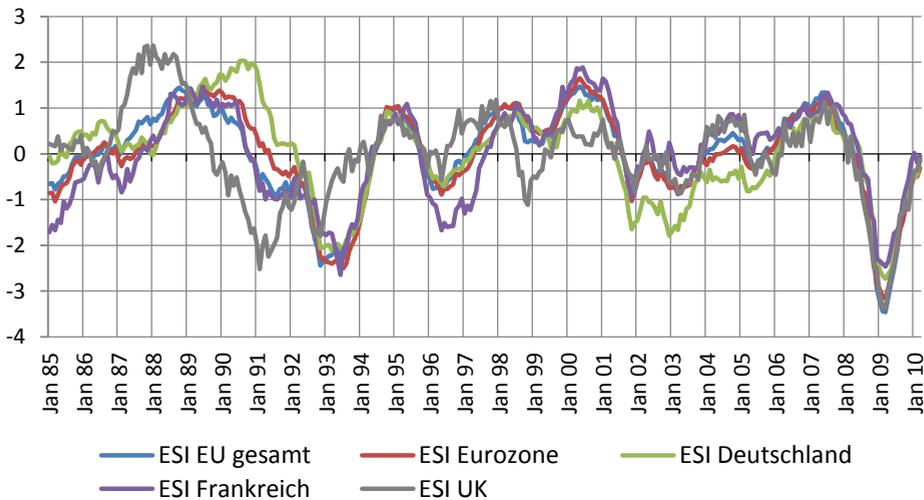
5.2.8 Internationaler Vergleich

Ein internationaler Vergleich der Stimmungslage kann mit dem Economic Sentiment Indicator (ESI) erfolgen, der auf harmonisierten Befragungen innerhalb der Länder der Europäischen Union basiert und monatlich von Eurostat veröffentlicht wird. Der ESI kombiniert nationale Befragungen der gewerblichen Unternehmer und privaten Verbraucher über die aktuelle wirtschaftliche Einschätzung zu einem gemeinsamen Indikator. Er beinhaltet Befragungen im Bereich der Industrie, Dienstleistungen, Baugewerbe, Einzelhandel und der

privaten Verbraucher.¹⁴⁷ Die Daten werden in Deutschland erhoben vom Ifo-Institut für gewerbliche Unternehmer und der GfK für private Verbraucher. Die Erhebungen des ZEW der Finanzexperten werden nicht berücksichtigt.

Abbildung 36 zeigt den zeitlichen Verlauf der standardisierten ESI-Indikatoren der Stimmungen in der Europäischen Union, der Eurozone, Deutschland, Frankreich und im Vereinigten Königreich. Zum besseren Vergleich werden die Zeitreihen in ihrer vollen Länge ab Januar 1985 genutzt.¹⁴⁸

Abbildung 36: Stimmungen (ESI) in EU, Eurozone, Deutschland, Frankreich und VK



In den Jahren bis zur deutschen Wiedervereinigung ist ein tendenzieller Anstieg der Stimmungen zu erkennen, allerdings sind im Detail Unterschiede ersichtlich. Die Phase der deutschen Wiedervereinigungseuphorie begann bereits im Jahr 1987 im Einklang mit der europäischen Entwicklung. In Deutschland lagen nach der Wiedervereinigung 1989 bis Anfang 1992 die Stimmungen deutlich über dem EU- und Eurozonenschnitt, welches für eine reale oder zumindest gefühlte deutsche Sonderentwicklung in dieser Zeit spricht. Im Vereinigten Königreich ergab sich der Hochpunkt der Stimmungen bereits Anfang 1988 und der Tiefpunkt Anfang 1991, so dass die Entwicklung zwei bis drei Jahre vorauslief gegenüber dem Rest Europas. Nach einer Phase des gemeinsamen Stim-

¹⁴⁷ Aus der Datenbank von Eurostat.

¹⁴⁸ Vor 1991 umfassen die deutschen Befragungen nur Westdeutschland.

mungsabschwunges im Jahr 1993 bewegen sich die Stimmungen mit einem zunehmenden Gleichlauf bei hoher Korrelation. In den Jahren 2001–2005 nach dem New Economy Boom sind die deutschen Stimmungen negativer als vergleichbare Werte in der EU. Im Krisenjahr 2008 zeigt sich ein hoher Gleichlauf im Abwärtstrend aller beteiligten Länder und Institutionen, der 2009/10 in einem gemeinsamen Aufstieg endet.

Tabelle 17 beinhaltet die Korrelationen der untersuchten Länder und Institutionen im Zeitraum Januar 1985 bis März 2010.¹⁴⁹ Die Korrelationen Deutschlands liegen bei hohen 0,89 zur Eurozone und bei geringen 0,37 zum Vereinigten Königreich. Deutschland und Frankreich scheinen im vergleichbaren Maße in die EU und Eurozone integriert zu sein, gemessen an der Korrelationen der Stimmungen von ca. 0,81 bis 0,90.

Tabelle 17: *Korrelationen internationale Stimmungen 1985–2010*

Korrelationen	EU	Eurozone	Deutschland	Frankreich	V.K.
EU	1,00	0,97	0,81	0,90	0,73
Eurozone	0,97	1,00	0,89	0,90	0,55
Deutschland	0,81	0,89	1,00	0,68	0,37
Frankreich	0,90	0,90	0,68	1,00	0,51
V. Königreich	0,73	0,55	0,37	0,51	1,00

Das Vereinigte Königreich scheint dagegen unabhängiger vom kontinentalen Europa zu sein, die Korrelationen betragen nur mittlere 0,55 gegenüber der Eurozone und 0,73 gegenüber der EU. Somit ist die Entwicklung im Vereinigten Königreich stärker zur EU korreliert als zur Eurozone, welches eine Folge der britischen Ablehnung des Euros sein kann. Bei einer Untersuchung des später beginnenden Zeitraums 1992–2010 ist zu erkennen, dass sich jede Korrelation gegenüber der vorherigen Tabelle erhöht. Die zunehmende Gleichmäßigkeit der Verläufe kann ein Hinweis auf eine zunehmende Integration der Länder und Märkte sein.¹⁵⁰

¹⁴⁹ Das Verfahren der Berechnung des ESI wurde im Mai 2010 geändert, so dass Eurostat die Zeitreihen verändert weiterführt.

¹⁵⁰ Eine etwas umfangreichere Darstellung der internationalen Vergleiche mit älteren Daten findet sich im Diskussionsbeitrag Ruge (2009, S. 34–39).

5.3 Modelle der Erwartungen

5.3.1 Prognose Erwartungen und Stimmungen

Die zweite Hauptfrage der ökonometrischen Untersuchung ist die Prognosekraft der Erwartungen im Vergleich zu anderen Variablen. Sind die befragten Wirtschaftssubjekte in der Lage, die wirtschaftliche Entwicklung, im Sinne der verwendeten Indikatoren, einzuschätzen und sind systematische Muster der Fehleinschätzungen im zeitlichen Verlauf zu erkennen? Der Aspekt der zeitlichen Dynamik rückt damit weiter in den Mittelpunkt. Die Erwartungen basieren auf den bereits vorgestellten Umfrageergebnissen der Forschungsinstitute, die gewerbliche Unternehmer (Ifo), Finanzexperten (ZEW) und private Endverbraucher (GfK) befragen nach ihrer Einschätzung der wirtschaftlichen Entwicklung in den folgenden Monaten.

Für die Modelle wird die Fragestellung präzisiert als System aus Schätzgleichungen. Sind die Vorhersagen zu einem Zeitpunkt $t-\tau$ in der Lage, die Entwicklung in τ Monaten tatsächlich zu beschreiben und in welchem Ausmaß bzw. Zeitraum gelingt die Prognose? Als Einstieg in die Thematik dient ein simpler Modellaufbau, bei dem die verzögerte erklärende Latente Variable *Erwartungen* $_{t-\tau}$ die *Stimmungen* $_t$ mit einer Zeitverzögerung (Lag) von $\tau=0$ bis 24 Monaten erklären soll. Als inneres Modell ergibt sich:

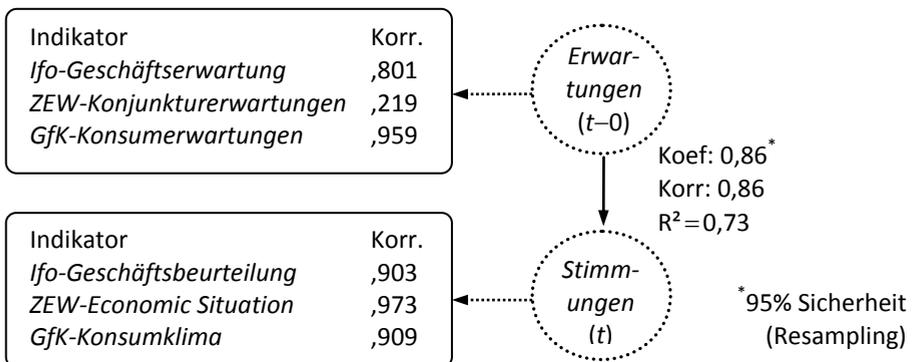
$$\text{Stimmungen}_t = \gamma_{t-\tau} \text{Erwartungen}_{t-\tau} + u_t^{(\tau)} \quad \text{mit } \tau=0 \text{ bis } 24$$

Die beiden Latenten Variablen werden mit jeweils drei Indikatoren gebildet, die im Kapitel 3.2 vorgestellt wurden. Die Stimmungen basieren auf der Einschätzung der wirtschaftlichen Lage, die Erwartungen auf der Einschätzung der zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung. Details zu den verwendeten Indikatoren finden sich im Variablenverzeichnis im Anhang. Die vorherige Analyse hat ergeben, dass aktuelle Stimmungen deutlich mit tatsächlichen wirtschaftlichen Größen zusammenhängen mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,82 im Modell 5. Somit können Stimmungen als Annäherung für die wirtschaftliche Situation genutzt werden. Für jede der 25 zeitlichen Verzögerungsstufen wird ein einzelnes Modell geschätzt. Im Detail werden zwei Modelle für die Verzögerungen

null und sechs Monate vorgestellt. Die Modelle können sowohl mit PLS als auch mit DPLS geschätzt werden. PLS ist ein Spezialfall von DPLS, wenn die Latenten Variablen mit maximal einer Zeitebene pro Regressionsgleichung genutzt werden. Der betrachtete Zeithorizont reicht wieder von Januar 1991 bis Juni 2010.

Abbildung 37 zeigt das einfache (D)PLS-Prognosemodell ohne zeitliche Verzögerung $t-0$. Der Koeffizient $\gamma_{t-\tau}$ entspricht dem Wert der Korrelation bei zwei Latenten Variablen im inneren Modell, da die Daten standardisiert wurden. Das Bestimmtheitsmaß R^2 ist auch mathematisch das Quadrat der Korrelation, so dass die erhaltenen Größen aus den Modellen leicht ineinander umgerechnet werden können. Die Quasi-Signifikanz der Zusammenhänge wird wieder mit Resampling-Bootstrapping t-Tests ermittelt.

Abbildung 37: Prognose Erwartungen ($t-0$) und Stimmungen (Modell 10)



Die Modellergebnisse zeigen, dass $Erwartungen_{t-0}$ deutlich positiv mit $Stimmungen_t$ verbunden sind mit einem signifikanten Pfadkoeffizienten und Korrelation von 0,86. Das Bestimmtheitsmaß beträgt $R^2=0,73$, das Modell besitzt demnach eine mittlere bis hohe Erklärungskraft. Es werden rund 73 Prozent der Varianz der $Stimmungen_t$ durch die aktuellen $Erwartungen_t$ erklärt. Die befragte Einschätzung der wirtschaftlichen Lage ist also tendenziell umso besser, je besser die Zukunftserwartung ist und vice versa. Es folgt die geschätzte Regressionsfunktion des inneren Modells, mit den Resampling t-Werten in Klammern unterhalb der Koeffizienten.

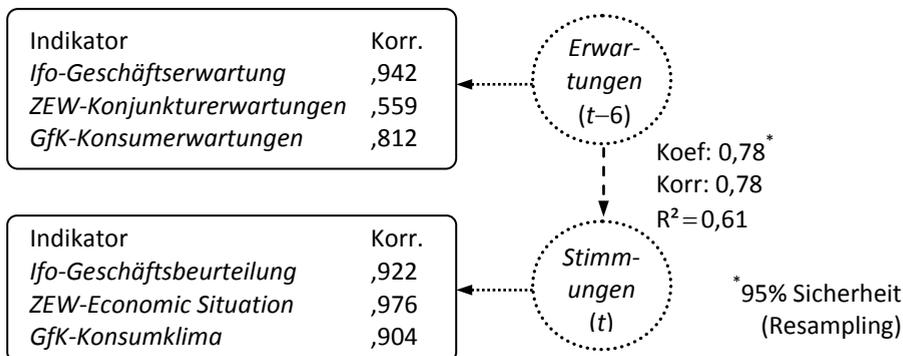
$$\text{Stimmungen}_t = 0,86 \text{Erwartungen}_{t-0} + \hat{U}_t^{(0)}$$

(42,6)

Die Untersuchung der Indikatoren der *Erwartungen*_{t-0} zeigt, dass insbesondere *GfK-Konsumerwartungen* und *Ifo-Geschäftserwartungen* hohe Ladungen von 0,96 und 0,80 aufweisen, während die *ZEW-Konjunkturerwartungen* der Finanzexperten mit einer geringen Ladung von 0,22 kaum die aktuellen Stimmungen erklären können. Die vorherige graphische Analyse der Indikatoren der Erwartungen hat bereits angedeutet, dass sich die Erwartungen der Finanzexperten zeitweise deutlich von denen der gewerblichen Unternehmer und privaten Endverbraucher unterscheiden, insbesondere vor und während der Finanzkrise. Die Latente Variable *Stimmungen*_t wird dagegen mit durchweg hohen Ladungen von über 0,90 gebildet und stellt ein homogeneres Konstrukt dar.

Das zweite Modell in Abbildung 38, welches detaillierter vorgestellt wird, nutzt eine Zeitverzögerung von $\tau=6$ Monaten, denn die Erhebungen des Ifo-Institutes und ZEW fragen konkret nach einem zeitlichen Horizont von sechs Monaten. Das Modell untersucht, wie gut die Erwartungen vor sechs Monaten die aktuellen Stimmungen erklären bzw. prognostizieren können.

Abbildung 38: *Prognose Erwartungen (t-6) und Stimmungen (Modell 10)*



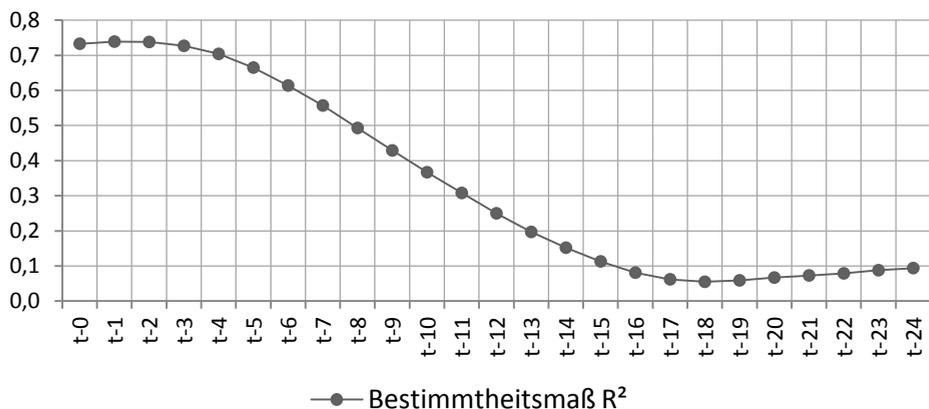
Die Modellergebnisse zeigen ein leicht verringertes Bestimmtheitsmaß von $R^2=0,61$ gegenüber 0,73 im vorherigen Modell ohne Verzögerung. Es folgt die geschätzte Regressionsfunktion des inneren Modells.

$$\text{Stimmungen}_t = 0,78 \text{Erwartungen}_{t-6} + \hat{U}_t^{(6)}_{(35,9)}$$

Die Untersuchung der Indikatoren der *Erwartungen*_{t-6} zeigt, dass weiterhin *Ifo-Geschäftserwartungen* und *GfK-Konsumerwartungen* hohe Ladungen (Korrelationen) von 0,94 und 0,81 aufweisen. Der Indikator *ZEW-Konjunkturerwartungen* erhält eine deutlich höhere Ladung von 0,56 gegenüber 0,22 im vorherigen Modell ohne Zeitverzögerung. Die Prognosekraft der Finanzexperten des ZEW gleicht sich mit zunehmendem zeitlichen Lag, also weiterreichender zeitlicher Prognose, an die gewerblichen Unternehmer und privaten Endverbraucher an. Die Latente Variable *Stimmungen*_t wird weiterhin mit durchweg hohen Ladungen von über 0,90 gebildet. Die befragten Wirtschaftssubjekte sind somit mäßig bis gut in der Lage, die wirtschaftliche Entwicklung, im Sinne der Stimmungen, über sechs Monate zu prognostizieren.

Zum Vergleich der Prognosemodelle wird die Zeitverzögerung weiter hinausgeschoben auf maximal $\tau=24$ Monate, damit erkennbar ist, ab welchem Zeitraum die Prognosen ihren Erklärungsgehalt verlieren. Die gewonnenen Erkenntnisse der Modelle werden in Abbildung 39 zusammengefasst. Auf der Abszisse werden alle 25 Lags von 0 bis 24 Monaten abgetragen, auf der Ordinate die Bestimmtheitsmaße der jeweiligen Einzelmodelle.

Abbildung 39: Prognosekraft Erwartungen auf Stimmungen



Die Modelle zeigen bei $\tau=2$ und 3 Monaten die bestmögliche Anpassung im Sinne des höchsten Bestimmtheitsmaßes. Somit sind Zukunftsprognosen für kurze Zeiträume optimal, bei einer Prognose von 12 Monaten sinkt das Bestimmtheitsmaß bereits deutlich auf 0,25. Ab einer Verzögerung von 18 Monaten tritt erstmals kein statistisch signifikanter Einfluss mehr zum 5%-Niveau auf, so dass die befragten Wirtschaftssubjekte maximal 1,5 Jahre sinnvoll in die Zukunft prognostizieren können. Der Erklärungsgehalt der Modelle ist für weitreichende Prognosen über 18 Monate sehr gering, es können weniger als 10 Prozent der Varianz der *Stimmungen*_t durch die verzögerten *Erwartungen*_{t-18} erklärt werden.¹⁵¹

Zusammenfassend gilt, dass Erwartungen nur für kurze Zeiträume in der Lage sind, die zukünftigen Stimmungen, als Annäherung für die wirtschaftliche Lage, sinnvoll zu prognostizieren. Ab 18 Monaten aufwärts sind kaum noch sinnvolle Prognosen mehr möglich. Für genauere Prognosen werden zusätzliche erklärende Latente Variable zur Erweiterung der Modelle genutzt im folgenden Abschnitt.

5.3.2 Prognose der wirtschaftlichen Entwicklung

Die Prognosekraft der Erwartungen auf zukünftige wirtschaftliche Entwicklungen soll ausführlicher untersucht werden. Im vorherigen Abschnitt wurde lediglich die Prognosekraft der Erwartungen auf spätere Stimmungen analysiert, die Modelle sollen nun wesentlich erweitert werden. Die Wirtschaftssubjekte werden von den Forschungsinstituten nach ihrer Einschätzung der zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung befragt, allerdings ist dabei unklar, wie die wirtschaftliche Entwicklung zu definieren ist. Es handelt sich um eine klassische Latente Variable, die durch ausgewählte Indikatoren approximiert werden kann. Es ist ebenfalls möglich, lediglich einen Indikator zu verwenden, wie das Bruttoinlandsprodukt oder einen ausgewählten Aktienindex. Allerdings bezie-

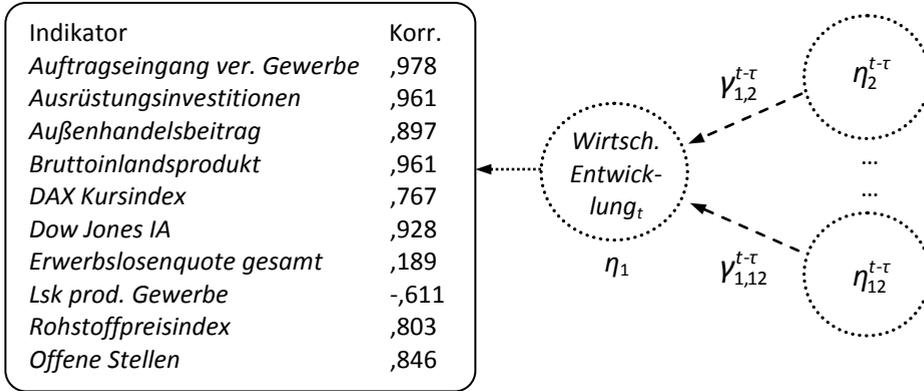
¹⁵¹ Erste Überlegungen und Ergebnisse für die einfachen Prognosemodelle mit zwei Latenten Variablen wurden im Diskussionsbeitrag Ruge (2009, S. 25–32) präsentiert, allerdings mit anderen und älteren Daten, deshalb sind die Ergebnisse nur eingeschränkt vergleichbar.

hen sich die Umfragen nicht auf eine einzelne konkrete Größe, sondern auf das abstrakte Konstrukt einer wirtschaftlichen Situation.

Um die Prognosefähigkeit ausführlicher zu untersuchen, werden in diesem Abschnitt mehrere dynamische Modellansätze verwendet. Das Niveau der wirtschaftlichen Entwicklung wird zunächst mit zwei umfassenden Modellen über 12 und 24 Monate prognostiziert. Zur Modellerklärung werden alle Latenten Variablen genutzt, welche in dieser Arbeit vorgestellt wurden, inklusive Stimmungen und Erwartungen. Da der Fokus der Arbeit auf den Erwartungen liegt, werden die komplexen Modelle anschließend reduziert, um die eigenständige Prognosekraft und Reichweite der Erwartungen zu analysieren. Das erweiterte DPLS-Verfahren, welches in dieser Arbeit entwickelt wurde, wird verwendet, um die Erwartungen mit mehreren Verzögerungen gleichzeitig zur Prognose der wirtschaftlichen Entwicklung zu nutzen. Bei den umfassenden Modellen treten Probleme in Folge gleichartiger Trends auf und führen zu einer Scheinkorrelation und damit zu einer möglichen Überschätzung der Prognosekraft. Um diesem Problem zu begegnen, werden die umfassenden Modelle mit Wachstumsraten erneut geschätzt unter Verwendung eines Zeithorizontes von einem bis 24 Monaten.

Die zu prognostizierende Latente Variable *wirtschaftliche Entwicklung*_t wird mit zehn reflektiven Indikatoren gebildet, welche aus den vorherigen Modellen ausgewählt werden, um möglichst repräsentativ und mit hohen Ladungen die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung abzubilden. Alle Indikatoren sind in Abbildung 40 dargestellt mit den Ladungen (Korrelationen), die sich im folgenden Prognosemodell mit $\tau=12$ Monaten Zeithorizont ergeben. Das innere Modell der Latenten Variablen wird dynamisch spezifiziert als Eingleichung mit der erklärten Variable η_1 *wirtschaftliche Entwicklung*_t und η_2 bis η_{12} als verzögerte erklärende Latente Variablen. Die verzögerten Pfadkoeffizienten $\gamma_{ij}^{t-\tau}$ und die entsprechenden bivariaten Korrelationen $c_{ij}^{t-\tau}$ mit $\tau=0$ bis τ_{\max} quantifizieren die Zusammenhänge. Die Ladungen der *wirtschaftlichen Entwicklung*_t liegen meist im hohen Bereich über 0,8, so dass diese Latente Variable eindeutig spezifiziert ist. Eine Ausnahme stellt der Indikator *Erwerbslosenquote gesamt* dar, der tendenziell schwach antizyklisch zur wirtschaftlichen Entwicklung verläuft und eine niedrige Ladung erhält. Die hohe Faktorreliabilität von 0,93 bestätigt die Aussagen. Auf die vollständige graphische Darstellung des Pfadmodells in Abbildung 40 muss aus Platzgründen verzichtet werden.

Abbildung 40: Ansatz Prognosemodell Wirtschaftliche Entwicklung (Modell 11)



Zur besseren Verständlichkeit der Ergebnisse folgt die geschätzte Regressionsfunktion des inneren Modells mit τ=12 Monaten Verzögerungen, die zweite Gleichung für τ=24 kann analog gebildet werden. Die Resampling t-Werte stehen unterhalb der Koeffizienten in Klammern.

$$\begin{aligned}
 \text{Wirtschaftliche Entwicklung}_t = & -0,109 \text{Erwartungen}_{t-12} + 0,213 \text{Stimmungen}_{t-12} \\
 & + 1,635 \text{Investitionen}_{t-12} - 0,906 \text{Nachfrage}_{t-12} + 0,145 \text{AE}_{t-12} + 0,180 \text{Aktien}_{t-12} \\
 & - 0,279 \text{Anleihen}_{t-12} - 0,081 \text{Zinsen}_{t-12} - 0,053 \text{Inflation}_{t-12} \\
 & + 0,890 \text{Beschäftigung}_{t-12} + 0,716 \text{Arbeitskosten}_{t-12} + \hat{u}_t^{(11)}
 \end{aligned}$$

Alle erklärenden Latenten Variablen werden weiterhin mit den Indikatoren gebildet, die bereits in den vorherigen Teilmodellen vorgestellt wurden, die Gewichte und Ladungen finden sich im Anhang.

Tabelle 18 beinhaltet die Ergebnisse der beiden Prognosemodelle der wirtschaftlichen Entwicklung für τ=12 und 24 Monate Verzögerung bzw. Prognose. Zusammenhänge sind unterstrichen, falls diese eine substantielle Korrelation und einen signifikanten Koeffizienten mit gleichem Vorzeichen aufweisen und damit als relevant und zuverlässig gelten können.

Tabelle 18: Ergebnisse Prognose wirtschaftliche Entwicklung (Niveaus) (Modell 11)

Latente Variable η_i	1. Modell $\tau=12$		2. Modell $\tau=24$	
	Koeff γ_{ij}^{t-12}	Korr c_{ij}^{t-12}	Koeff γ_{ij}^{t-24}	Korr c_{ij}^{t-24}
η_2 Erwartungen $_{t-\tau}$	-,109*	,290	-,022	,247
η_3 Stimmungen $_{t-\tau}$,213*	,299	,012	,155
η_4 Investitionen $_{t-\tau}$	<u>1,64*</u>	,868	<u>,474*</u>	,886
η_5 Nachfrage $_{t-\tau}$	-,906*	,868	-,501*	,842
η_6 Auftragseingänge $_{t-\tau}$,145	,794	-,034	,704
η_7 Aktien $_{t-\tau}$	<u>,180*</u>	,834	<u>,148*</u>	,740
η_8 Anleihen $_{t-\tau}$	-,279*	,879	<u>,421*</u>	,922
η_9 Zinsen $_{t-\tau}$	-,081	-,696	<u>,423*</u>	-,797
η_{10} Inflation $_{t-\tau}$	-,053	-,844	<u>-,497*</u>	-,895
η_{11} Beschäftigung $_{t-\tau}$	<u>,890*</u>	,901	<u>,408*</u>	,904
η_{12} Arbeitskosten $_{t-\tau}$	<u>,716*</u>	-,897	,010	-,876
	R ² = ,946		R ² = ,937	

Zwei dynamische Modelle mit $\tau=12$ und 24 Monaten Prognose.

* 95% Sicherheit (Resampling)

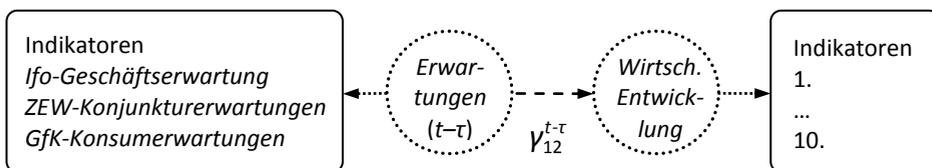
Für die Prognose über 12 Monate wären demnach vor allem *Investitionen* $_{t-12}$, *Aktien* $_{t-12}$ und *Beschäftigung* $_{t-12}$ von Bedeutung, während für die 24-monatige Prognose *Anleihen* $_{t-24}$ und *Inflation* $_{t-24}$ hinzukommen. Die verzögerten *Erwartungen* $_{t-24}$ haben eine niedrige Korrelation zur *wirtschaftlichen Entwicklung* $_t$ und keinen signifikanten Koeffizienten und wären somit kaum brauchbar für die 24-monatige Prognose. Auf weitere verzögerte erklärende Latente Variable wird in diesen Modellen verzichtet, aufgrund der sehr hohen Autokorrelation. Das Problem der hohen Multikollinearität ist weiterhin problematisch für eine präzise Zuordnung und Abgrenzung der Effekte, allerdings wird die gesamte Prognosekraft im Sinne eines hohen Bestimmtheitsmaßes nicht reduziert.

In beiden Modellen ergeben sich auffallend hohe Bestimmtheitsmaße von 0,946 und 0,937. Die Latente Variable *wirtschaftliche Entwicklung* $_t$ könnte demnach sehr gut durch die verzögerten erklärenden Variablen prognostiziert werden. Das Ausmaß der zeitlichen Verzögerung scheint nur geringe Auswirkungen auf die Prognosekraft zu haben, dies widerspricht zunächst den vorherigen Untersuchungen. Bei einer Steigerung der Verzögerung auf 36 bzw. 48 Monate ergeben sich Bestimmtheitsmaße von 0,852 und 0,910 und damit kaum eine Reduktion für weiterreichende Prognosen. Die Ursache für dieses

ungewöhnliche Ergebnis liegt in der Beschaffenheit der Latenten Variablen *wirtschaftliche Entwicklung_t*, welche für den untersuchten Zeitraum einem steigenden linearen Trend folgt, mit geringen Abweichungen in Krisenjahren. Damit unterscheidet sich dieses Modell von allen vorherigen, in denen Stimmungen und Erwartungen die endogenen bzw. erklärten Zielvariablen waren und keine dauerhaften deterministischen Trends aufwiesen. Die Indikatoren der erklärenden Latenten Variablen werden durch das PLS-Schätzverfahren neuartig gewichtet, so erhalten beispielsweise bei der Latenten Variablen *Investitionen_{t-τ}* die *sonstigen Anlageinvestitionen* ein hohes Gewicht und Ladung, da diese ebenfalls einem steigenden Trend folgen. Der gleichartige Trend in den Daten kann zu einer Überschätzung der Zusammenhänge im Sinne einer Scheinkorrelation führen, so dass die Ergebnisse nicht mehr als zuverlässig angesehen werden können. Die Erwartungen und Stimmungen wären in diesen Modellen die mit Abstand schlechtesten Prognosevariablen mit der geringsten Korrelation von unter 0,3 zur späteren wirtschaftlichen Entwicklung. Um das Problem der gleichartigen Trends zu umgehen, wird dieses Modell mit Wachstumsraten erneut als Modell 14 geschätzt.

Da der Fokus der Prognosefähigkeit auf den Erwartungen liegt, wird das vorherige Modell zunächst deutlich reduziert auf die zwei Latenten Variablen *Erwartungen_{t-τ}* und *wirtschaftliche Entwicklung_t* mit zeitlicher Verzögerung von $\tau = 0$ bis 24 Monaten in vier ausgewählten Einzelmodellen. Eine Scheinkorrelation ist im reduzierten Modell 12 kaum noch ein Problem, da die *Erwartungen_t* keinem offensichtlichen deterministischen Trend folgen, also keine gleichartigen Trends auftreten. Abbildung 41 verdeutlicht den simplen Modellaufbau. Die zehn Indikatoren der *wirtschaftlichen Entwicklung_t* entsprechen dem vorherigen Modell aus Abbildung 40.

Abbildung 41: Prognose Erwartungen auf wirtschaftliche Entwicklung (Modell 12)



Die geschätzten Regressionsfunktionen der inneren Modelle für zeitliche Verzögerung von $\tau=0$; 6; 12 und 24 Monaten lauten:

$$\text{Wirtschaftliche Entwicklung}_t = 0,563 \text{Erwartungen}_{t-0} + \hat{u}_t^{(0)} \quad R^2 = 0,317$$

(10,9)

$$\text{Wirtschaftliche Entwicklung}_t = 0,473 \text{Erwartungen}_{t-6} + \hat{u}_t^{(6)} \quad R^2 = 0,223$$

(9,1)

$$\text{Wirtschaftliche Entwicklung}_t = 0,365 \text{Erwartungen}_{t-12} + \hat{u}_t^{(12)} \quad R^2 = 0,134$$

(6,4)

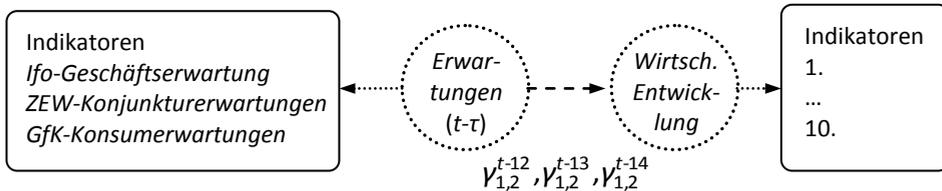
$$\text{Wirtschaftliche Entwicklung}_t = 0,416 \text{Erwartungen}_{t-24} + \hat{u}_t^{(24)} \quad R^2 = 0,173$$

(7,0)

Die Modellergebnisse zeigen, dass die reine Prognosekraft der Erwartungen insgesamt als eher schwach eingeschätzt werden muss, da die Bestimmtheitsmaße unter 0,25 liegen für Prognosen über mehrere Monate. Dennoch sind die Zusammenhänge statistisch signifikant mit Resampling t-Tests, so dass grundsätzlich eine Prognosemöglichkeit besteht. Höhere Erwartungen der befragten Wirtschaftssubjekte gehen demnach mit einer besseren wirtschaftlichen Entwicklung in den folgenden Monaten einher und vice versa. Die Indikatoren der *Erwartungen*_{t- τ} zeigen meist hohe Ladungen (Korrelationen) für *Ifo-Geschäftserwartungen* und *GfK-Konsumerwartungen* von über 0,8, während die *ZEW-Konjunkturerwartungen* der Finanzexperten mit geringer Ladung von 0,25 nur wenig zur Prognose beitragen. Die vollständigen Gewichts- und Ladungstabellen finden sich im Anhang.

Um die Möglichkeiten des erweiterten DPLS, welches in dieser Arbeit entwickelt wurde, zu verwenden, werden die *Erwartungen*_{t- τ} mit mehreren Verzögerungen gleichzeitig zur Prognose der *wirtschaftlichen Entwicklung*_t genutzt. Als Verzögerungsstufen werden $\tau=12$, 13 und 14 Monate im folgenden dynamischen Modell Nr. 13 genutzt. Abbildung 42 verdeutlicht den Modellaufbau. Die zehn Indikatoren der *wirtschaftlichen Entwicklung*_t entsprechen dem vorherigen Modell in Abbildung 40.

Abbildung 42: DPLS Erwartungen und wirtschaftliche Entwicklung (Modell 13)



Die geschätzte Regressionsfunktion des inneren Modells lautet:

$$\begin{aligned} \text{Wirtschaftliche Entwicklung}_t = & 0,703 \text{Erwartungen}_{t-12} - 0,475 \text{Erwartungen}_{t-13} \\ & + 0,312 \text{Erwartungen}_{t-14} + \hat{u}_t^{(13)} \end{aligned}$$

(1,64)
(-0,68)

(0,71)

Das Bestimmtheitsmaß beträgt 0,131 und liegt damit minimal niedriger als im entsprechenden vorherigen Modell Nr. 12 bei 12 Monaten Prognose. Die beiden hinzugefügten Verzögerungsstufen von 13 und 14 Monaten bieten demnach keinen zusätzlich Beitrag zur Modellerklärung. Die Erwartungen sind ein stark autoregressiver Prozess, so dass weitere Verzögerungen kaum zusätzliche Information bieten. Der t-Test der Latenten Variablen ergibt keine signifikanten Einflüsse auf dem 5 %-Niveau, so dass die Entfernung einzelner Verzögerungsstufen empfehlenswert ist. Da DPLS für alle Verzögerungen einer Latenten Variablen identische Gewichte und Ladungen schätzt, kann dies zu einer schlechteren Gesamtmodellanpassung führen, da es letztendlich eine Einschränkung im Schätzalgorithmus darstellt. Eine Alternative, welche bereits durch Strohe (1995) vorgestellt wurde, ist die Modellierung aller Verzögerungen als eigenständige Latente Variable mit individuellen Gewichten und Ladungen. Die Indikatoren der $\text{Erwartungen}_{t-12}$ sind durch hohe Ladungen für *GfK-Konsumerwartungen* und *Ifo-Geschäftserwartungen* und niedrige Ladungen für *ZEW-Konjunkturerwartungen* gekennzeichnet und bestätigen damit die vorherigen Ergebnisse.

Um dem Problem der potenziellen Scheinkorrelation durch gleichartige Trends in den Prognosemodellen zu begegnen, insbesondere im Modell 11, werden die Daten in Wachstumsraten statt Niveaus genutzt als finales Prognosemodell Nr. 14. Ein ähnliches Vorgehen wird bereits bei Geppert und Strohe (1997) angewandt, der Aktienentwicklungen mit DPLS schätzt und Differenzen statt Ni-

veaus verwendet. Letztendlich wird die Wachstumsrate der wirtschaftlichen Entwicklung prognostiziert mit den Wachstumsraten der erklärenden wirtschaftlichen Größen und Erwartungen. Dieses Vorgehen eliminiert die Problematik der Scheinkorrelation, da Wachstumsraten in der Regel keine deterministischen oder stochastischen Trends aufweisen. Verwendet werden für diese Arbeit die monatlichen Wachstumsraten Δ^{WR} der Indikatoren. Die Wachstumsraten werden zur Modellschätzung wieder standardisiert. Die Modelle entsprechen im Aufbau dem vorher präsentierten Ansatz in Modell 11.

Alle Latenten Variablen werden mit den Indikatoren gebildet, die bereits in den vorherigen Modellen genutzt wurden. Tabelle 19 beinhaltet die Ergebnisse zweier getrennter Modelle der Prognose der wirtschaftlichen Entwicklung in Wachstumsraten (Modell 14) für $\tau=6$ und 12 Monate Verzögerung bzw. zeitliche Reichweite mit den Koeffizienten, Korrelationen und Faktorreliabilitäten.

Tabelle 19: *Ergebnisse Prognose wirt. Entwicklung (Wachstumsraten) (Modell 14)*

Latente Variable η_i	1. Modell $\tau=6$		2. Modell $\tau=12$		rel _i
	Koeff γ_{ij}^{t-6}	Korr c_{ij}^{t-6}	Koeff γ_{ij}^{t-12}	Korr c_{ij}^{t-12}	
$\eta_2 \Delta^{WR} \text{Erwartungen}_{t-\tau}$,237*	,380	-,047	,083	,69
$\eta_3 \Delta^{WR} \text{Stimmungen}_{t-\tau}$,094	,394	,110	,043	,70
$\eta_4 \Delta^{WR} \text{Investitionen}_{t-\tau}$,147*	,336	-,140*	-,177	form.
$\eta_5 \Delta^{WR} \text{Nachfrage}_{t-\tau}$,015	-,108	-,048	-,098	,20
$\eta_6 \Delta^{WR} \text{Auftragseingänge}_{t-\tau}$	-,011	,199	-,047*	-,076	,02
$\eta_7 \Delta^{WR} \text{Aktien}_{t-\tau}$,092*	,241	,162*	,131	,96
$\eta_8 \Delta^{WR} \text{Anleihen}_{t-\tau}$,048	-,121	-,018	,030	,98
$\eta_9 \Delta^{WR} \text{Zinsen}_{t-\tau}$,081	-,232	-,138	-,231	,96
$\eta_{10} \Delta^{WR} \text{Inflation}_{t-\tau}$,147*	,337	-,304*	-,313	,68
$\eta_{11} \Delta^{WR} \text{Beschäftigung}_{t-\tau}$,178*	,284	,196*	,260	,82
$\eta_{12} \Delta^{WR} \text{Arbeitskosten}_{t-\tau}$	-,176*	-,333	-,184*	-,137	,87
	R ² =0,320		R ² =0,257		

Zwei getrennte dynamische Modelle mit $\tau=6$ und 12 Monaten Prognose.
(rel=Faktorreliabilität) * 95% Sicherheit (Resampling)

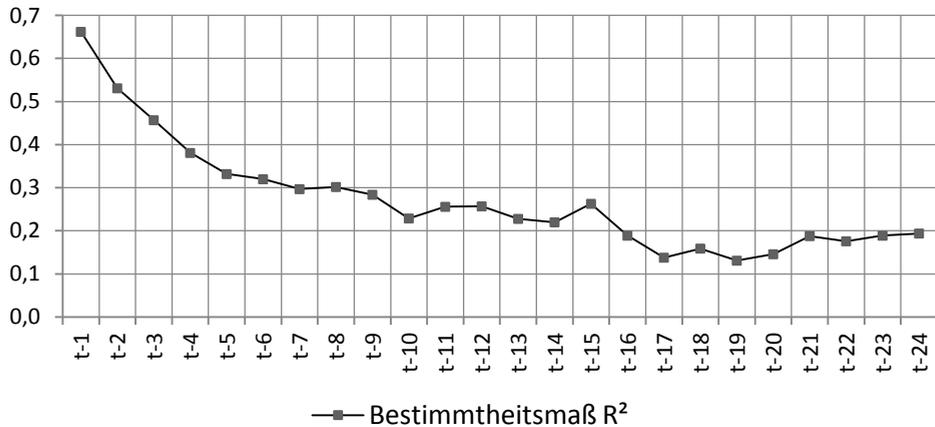
Die geringeren Bestimmtheitsmaße von 0,32 und 0,26 für die sechs- und zwölfmonatige Prognose stellen wahrscheinlich ein wesentlich realistischeres Abbild der Prognosekraft dar als die vorherige Analyse in Niveaus. Ein Vorteil der Betrachtung in Wachstumsraten ist die Reduktion der Multikollinearität,

die Überlagerung aller Effekte ist somit wesentlich schwächer ausgeprägt. Es ist zu erkennen, dass die Vorzeichen aller signifikanten Koeffizienten übereinstimmen mit den zugehörigen Korrelationen, so dass die Einflussrichtung der Zusammenhänge eindeutig ist. Eine Unterscheidung in relevante Einflüsse, wie in den vorherigen Modellen, ist kaum sinnvoll, da alle Korrelationen relativ gering sind.

Die verzögerten $\Delta^{WR}Stimmungen_{t-6}$ und $\Delta^{WR}Erwartungen_{t-6}$ sind in den Prognosemodellen für sechs Monate die besten Prognosevariablen im Sinne der höchsten bivariaten Korrelationen von 0,38 und 0,39 mit $\Delta^{WR}wirtschaftliche\ Entwicklung_t$. Für die zwölfmonatige Prognose verlieren $\Delta^{WR}Stimmungen_{t-12}$ und $\Delta^{WR}Erwartungen_{t-12}$ allerdings erheblich an Bedeutung mit geringer Korrelation und nichtsignifikanten Koeffizienten. Für die Prognose über sechs Monate sind unter anderem signifikante Einflüsse der $\Delta^{WR}Erwartungen_{t-6}$ und $\Delta^{WR}Investitionen_{t-6}$ zu beobachten. Bei der zwölfmonatigen Prognose verlieren $\Delta^{WR}Erwartungen_{t-12}$ ihren signifikanten Einfluss. Die Erwartungen sind also nur für einen kurzen Prognosehorizont sinnvoll zu nutzen. Dieses Ergebnis bestätigt den Inhalt der Umfragen, da nach der wirtschaftlichen Entwicklung in den nächsten sechs Monaten gefragt wird. Die Faktorreliabilitäten sinken bei Verwendung der Wachstumsraten teilweise, da die Indikatoren der Latenten Variablen untereinander geringer korreliert sind. Insbesondere $\Delta^{WR}Auftragseingänge_{t-12}$ und $\Delta^{WR}Nachfrage_{t-12}$ sind unscharfe Latente Variable mit gering korrelierten Indikatoren und sind entsprechend inhaltlich schwerer zu interpretieren. Bei der Latenten Variablen $\Delta^{WR}Erwartungen_{t-12}$ erhalten die Indikatoren $\Delta^{WR}ZEW-Konjunkturerwartungen_{t-12}$ der Finanzexperten die höchsten Ladung von 0,989 und damit die beste Prognosekraft, gefolgt von den $\Delta^{WR}Ifo-Geschäftserwartungen_{t-12}$ mit 0,574 und den $\Delta^{WR}GfK-Konsumerwartungen_{t-12}$ mit 0,329. Detailliertere Ergebnisse wie Gewichte und Ladungen ändern sich allerdings fließend mit dem Prognosehorizont.

Zum erweiterten Vergleich der Prognosekraft in Wachstumsraten wird der Zeithorizont verschoben von $\tau=1$ bis 24 Monaten im Modell 14. Abbildung 43 fasst die Ergebnisse zusammen, auf der Abszisse sind alle Verzögerungsstufen abgetragen, auf der Ordinate die Bestimmtheitsmaße der jeweiligen Einzelmodelle.

Abbildung 43: Prognosekraft für wirtschaftliche Entwicklung (Wachstumsraten)



Die Modelle zeigen bei einem Monat Verzögerung die bestmögliche Prognose mit dem höchsten Bestimmtheitsmaß von 0,66. Die Prognosekraft fällt mit zunehmendem Zeithorizont deutlich ab und erreicht ab 16 Monaten einen sehr schwachen Bereich von $R^2=0,15$ bis 0,2. Zukunftsprognosen der Wachstumsraten sind somit nur für kurze Zeiträume sinnvoll möglich. Für 36 bzw. 48 Monate ergeben sich Bestimmtheitsmaße von 0,28 bzw. 0,21. Somit verbleibt eine Restprognosekraft für langfristige Prognosen, allerdings ist diese in Anbetracht der hohen Anzahl an Latenten Variablen und Indikatoren als relativ schwach zu beurteilen. Die Ergebnisse bestätigen grundsätzlich bisherige Forschungsarbeiten im Bereich der Konjunkturforschung und zeigen die Grenzen der Prognosemöglichkeiten auf. Es scheint unwahrscheinlich, dass die Prognose durch weitere Variable oder veränderte Methoden wesentlich verbessert werden kann.¹⁵²

In diesem Abschnitt wurde zusammenfassend die Prognosekraft der Erwartungen und weiterer Variablen auf zukünftige wirtschaftliche Entwicklungen untersucht. Die Prognosemöglichkeiten von Erwartungen auf spätere Stimmungen sind je nach Zeithorizont als mittel bis schwach einzuschätzen. Die wirtschaftliche Entwicklung wurde als Latente Variable mit zehn ausgewählten Indikatoren aus allen Teilmärkten gebildet, um ein möglichst umfassendes Gesamtbild zu

¹⁵² Ein vereinfachtes Prognosemodell mit Ausschnitten der Arbeit wurde im Forschungsseminar mit der Universität St. Petersburg Finec präsentiert in Ruge (2011).

erhalten. Die Schätzungen werden letztendlich im Gesamtprognosemodell mit Wachstumsraten durchgeführt, um die Probleme gleichartiger Trends und Scheinkorrelationen zu vermeiden. Insgesamt betrachtet nimmt die Prognosekraft mit zunehmendem Zeithorizont deutlich ab. Für kürzere Zeiträume von sechs Monaten sind Stimmungen und Erwartungen die besten verfügbaren Prognosevariablen, wobei diese dennoch als mittel bis schwach zu beurteilen sind. Für längere Prognosen über zwölf Monate verlieren Stimmungen und Erwartungen deutlich an Einfluss – die weiter entfernte Zukunft verbleibt letztendlich überwiegend ungewiss.

5.3.3 Rationalität der Erwartungen

Die vorherigen Modellabweichungen sollen im Detail analysiert und auf systematische Fehlerwartungen der Wirtschaftssubjekte untersucht werden. Die Abweichungen der Erwartungen von der späteren wirtschaftlichen Entwicklung im zeitlichen Verlauf werden dabei genauer untersucht. Der Schwerpunkt der wirtschaftstheoretischen Analyse liegt auf den Konzepten der Rationalität bzw. Irrationalität der Erwartungen und den Implikationen für die Wirtschaftspolitik. Erwartungen haben fundamentale Bedeutung in der Wirtschaftstheorie und -politik, da diese die Handlungen der Akteure und reale wirtschaftliche Entwicklungen beeinflussen können. Der Grundgedanke der Rationalität der Erwartungen wird aufgenommen und auf die Modellergebnisse übertragen. Die theoretischen Konzepte umfassen meist weitreichende Annahmen über individuelles Verhalten auf mikroökonomischer Ebene. In dieser Arbeit ist eine detaillierte Betrachtung einzelner Individuen und ihrer Motive auf ökonomischer Ebene nicht möglich, da aggregierte Daten verwendet werden, allerdings lassen die Modelle eingeschränkte Rückschlüsse über die Wahrnehmungen und Rationalität der Akteure zu.

Die vorherigen Analysen haben in ihrer Gesamtheit ergeben, dass Erwartungen für kurze Zeiträume zu den besten verfügbaren Prognosevariablen gehören, wobei die Vorhersagekraft dennoch als mittel bis schwach einzuschätzen ist. Fraglich bleibt, wie sich Fehlerwartungen über die Zeit verteilen. Sind die Abweichungen rein zufällig verteilt oder sind Muster in Beziehung zu realen Ereignissen erkennbar?

John Maynard Keynes postulierte in seinem Hauptwerk 1936, dass die Zukunft weitgehend unsicher sei und Erwartungen deshalb unzuverlässig und unbeständig sind. Insbesondere in außergewöhnlichen wirtschaftlichen Situationen können Wellen optimistischer und pessimistischer Stimmungen auftreten. Die Theorie der rationalen Erwartungen geht auf die Arbeiten von Muth und Lucas zurück und wurde in Kapitel 4.2 vorgestellt. Die Wirtschaftssubjekte verstehen demnach grundsätzlich die theoretischen Zusammenhänge auf den Märkten und ihre Erwartungen X_t^* weichen somit nicht systematisch von den Realisationen der wirtschaftlichen Entwicklung X_t ab. Der Erwartungsfehler ε_t ist ein stochastischer Fehlerterm mit Erwartungswert Null und konstanter Varianz. Die Abweichungen der Erwartungen von der Realität wären demnach nicht systematisch positiv oder negativ verzerrt.

$$X_t^* = X_t + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = X_t^* - X_t$$

$$E(\varepsilon_t) = 0$$

Dieses wirtschaftstheoretische Konzept muss in die reale Welt der Daten übertragen werden. Der Erwartungsfehler ε_t stellt die Abweichung der Einschätzung der zukünftigen wirtschaftlichen Lage von der späteren wirtschaftlichen Lage dar. In den ökonometrischen Modellen entspricht diese Abweichung den Residuen \hat{u}_1^t des inneren Modells, also der Differenz der Werte der Zielvariablen und ihren Funktionswerten (= *fitted oder predicted values*), welche ebenfalls durch das Modell bestimmt werden. Für das innere Eingleichungsmodell ergibt sich mit η_1^t als zu prognostizierende Zielvariable (*Stimmungen oder wirtschaftliche Entwicklung*) und $\eta_2^{t-\tau}$ als verzögerte *Erwartungen* und u_1^t als Fehler:

$$\eta_1^t = \gamma_{12}^{t-\tau} \eta_2^{t-\tau} + u_1^t \quad (\text{Inneres Modell})$$

$$\hat{\eta}_1^t = \gamma_{12}^{t-\tau} \hat{\eta}_2^{t-\tau}$$

$$\hat{u}_1^t = \eta_1^t - \hat{\eta}_1^t$$

Nachdem alle Parameter und Werte der Latenten Variablen des Modells geschätzt sind, können für jeden Monat Funktionswerte der Zielvariablen $\hat{\eta}_1^t$ errechnet werden. Die Residuenanalyse ist ein Standardansatz zur Bewertung von Modellabweichungen, insbesondere in der Zeitreihenanalyse und wird entsprechend auch in dieser Arbeit verwendet. Die inhaltliche Interpretation

der Residuen der Erwartungen ändert sich gegenüber der vorherigen Betrachtung der Stimmungen, da Erwartungen als exogene Latente Variable genutzt werden, im Gegensatz zu den endogenen Stimmungen. Letztendlich sind die Residuen des inneren Modells die Differenz der Werte der wirtschaftlichen Entwicklung, welche direkt aus den Indikatoren gewichtet werden (LV scores) und den Funktionswerten der wirtschaftlichen Entwicklung, welche ebenfalls durch das Modell bestimmt werden. Ein positives Residuum impliziert demnach eine bessere wirtschaftliche Entwicklung als erwartete Entwicklung und somit einen Erwartungspessimismus. Ein negatives Residuum impliziert analog einen Erwartungsoptimismus, also vice versa zu den Stimmungen.

Die vorherigen Analysen haben ergeben, dass sich Erwartungen in wesentlichen Eigenschaften von Stimmungen unterscheiden. Die drei Indikatoren der Erwartungen sind geringer untereinander korreliert mit 0,1 bis 0,6 und zeigen im zeitlichen Verlauf weniger offensichtliche Zusammenhänge zur wirtschaftlichen Entwicklung, so dass auch die Latente Variable ein diffuseres Konstrukt darstellt. Auffällig ist zudem, dass nur die Erwartungen der befragten ZEW-Finanzexperten zwei Jahre vor der Finanzkrise 2008/2009 sanken. Die Erwartungen der privaten Haushalte sind fast identisch zu deren Stimmungen, im Gegensatz zu den gewerblichen Unternehmern und Finanzexperten, die deutlicher zwischen der aktuellen Lage und zukünftigen Entwicklung unterscheiden können. Die Prognosemodelle der Erwartungen bieten insgesamt weniger Erklärungskraft und kleinere Bestimmtheitsmaße als die Modelle der Stimmungen, die nicht erklärte Varianz und damit die unstandardisierten Residuen sind im Vergleich größer. Die Ergebnisse sind somit vielschichtiger zu interpretieren und weniger eindeutig als bei den Stimmungen.

Abbildung 44 beinhaltet die Residuen eines kompakten Prognosemodells, bei dem ausschließlich verzögerte Δ^{WR} Erwartungen $_{t-6}$ die spätere Δ^{WR} wirtschaftliche Entwicklung $_t$ in Wachstumsraten prognostizieren. Das Bestimmtheitsmaß im inneren Modell beträgt lediglich 0,15, so dass der überwiegende Anteil nicht erklärte Varianz darstellt. Es sind zunächst geringe systematische Muster zu erkennen, da Residuen über Zeiträume von maximal 18 Monaten durchweg positiv oder negativ verbleiben. Die Muster sind allerdings weniger deutlich als in der vorherigen Untersuchung der Residuen der Stimmungen. Auffällig ist der starke Abfall der Residuen kurz vor der Finanzkrise als Erwartungsoptimismus, da der rasante Abschwung kaum vorhergesehen wurde. Die graphische Analyse

der Indikatoren der Erwartungen in Abbildung 12 hat gezeigt, dass lediglich die ZEW-Finanzexperten die Finanzkrise teilweise vorhersehen konnten. In der Betrachtung der Modelle sind diese Feinheiten nur eingeschränkt erkennbar, da die Schätzungen auf Mittelwerten über den gesamten Zeitraum basieren. Die zugehörigen Ladungen finden sich im Anhang in Tabelle 53.¹⁵³

Abbildung 44: Residuen Erwartungen (Wachstumsraten)

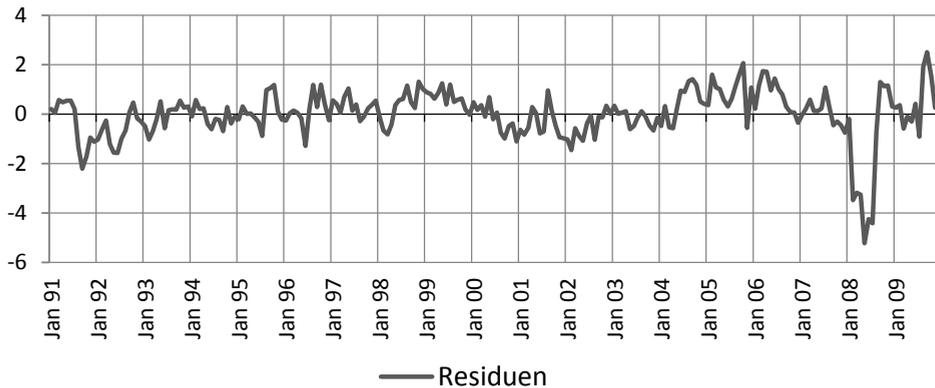
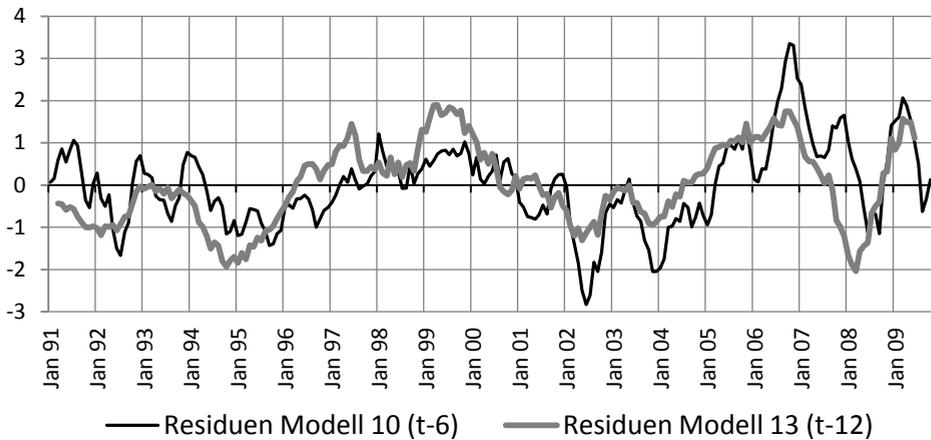


Abbildung 45 beinhaltet die Residuen der Modelle 10 und 13, bei denen Erwartungen spätere Stimmungen über 6 und 12 Monate prognostizieren unter Verwendung der standardisierten Niveaus. Beide Modellvarianten zeigen tendenziell einen vergleichbaren Verlauf, so dass die Ergebnisse relativ unabhängig von der konkreten Modellspezifikation sind. Es sind deutliche Muster in den Residuen und damit systematische Fehlerwartungen zu erkennen. Über den gesamten Zeitverlauf betrachtet nehmen die Residuen und damit die Fehlerwartungen tendenziell zu – eine Entwicklung, die durch zunehmende wirtschaftliche Instabilitäten in den letzten zehn Jahren begünstigt sein kann. Kurz vor der Finanzkrise 2008/2009 sind kurzfristig übermäßig positive Erwartungen zu erkennen, da die Krise nicht von allen befragten Gruppen vorhergesehen werden konnte.

¹⁵³ Über- und Unterschätzungen der zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung stehen nicht zwangsläufig im Widerspruch zu einer brauchbaren Prognosekraft der Erwartungen. So stellt beispielsweise eine gemäßigte Überschätzung (etwa eine sehr gute statt gute Entwicklung) immer noch eine annehmbare Prognose dar.

Abbildung 45: Residuen Erwartungen (Niveaus)



Welche politischen Maßnahmenempfehlungen lassen sich aus den Ergebnissen ableiten? Die Analyse der Residuen offenbart einen doppelten Charakter, da einerseits systematische und damit nichtrationale Fehleinschätzungen auftreten, die im zeitlichen Zusammenhang zu Krisenereignissen stehen, andererseits finden die Residuen langfristig über mehrere Jahre stets zum Nullpunkt zurück und damit die Erwartungen zu korrekten Vorhersagen. Aus den bereits genannten Gründen verbleiben die Ergebnisse weniger eindeutig als bei den Stimmungen. Die ökonometrischen Modelle untersuchen nur einen Ausschnitt der Realität, deshalb gelten alle Ergebnisse zunächst nur innerhalb dieser engen Grenzen. Dennoch kann angenommen werden, dass zeitlich beschränkte, irrationale Fehleinschätzungen weite Teile des wirtschaftlichen Handelns berühren, insbesondere, wenn zur Entscheidungsfindung Informationen aus einer unsicheren Zukunft benötigt werden. Vor allem die Finanzmärkte zeigten in den letzten zwei Jahrzehnten instabiles Verhalten mit Spekulationsblasen, die weltweite Rezessionen nach sich zogen. Dabei waren systematische Fehlerwartungen über Gewinne neuer Internet-Firmen und steigende Immobilienpreise einerseits und mangelndes Verständnis komplexer Anlagederivate andererseits eine wahrscheinliche Ursache für die Krisen. Fehlerhafte Einschätzungen sind also kein unbekanntes Phänomen in der Wirtschaftsgeschichte, sie sind im Gegenteil ein stets wiederkehrender Teil. Problematisch sind vor allem gleichgerichtete Fehlerwartungen, die weite Teile der Märkte erfassen und zu plötzlichen massiven Korrekturen führen. Die Existenz solch wiederholter Krisen ist

die Achillesferse der theoretischen Welt rationaler Erwartungen und gleichgewichtiger Märkte. Nachdem diese Theorien das Fundament für die Marktderegulierungen beginnend in den 1980er Jahren waren, verblieb als Erklärungsur-sache für Krisen nur noch Staatsversagen, welches aber kaum die Realität voll-ständig widerspiegelt.

Die grundsätzliche Aussage, dass Menschen zu Fehlern neigen können, klingt aus heutiger Sicht beinahe trivial, war aber in den letzten Jahrzehnten eine entscheidende Streitfrage der Wirtschaftstheorie. Die Ereignisse der Finanzkri-se haben die Befürworter rationaler Erwartungen weitgehend verstummen lassen, zumindest außerhalb der reinen theoretischen Methodik. Dennoch ist in der langfristigen Perspektive eine Rationalität der Wirtschaftssubjekte fest-stellbar, über viele Jahre hinweg wurden alle Fehleinschätzungen und Krisen überwunden. Es zeigt sich zudem, dass die beiden letzten großen Krisen ihre Anfänge auf den Finanzmärkten fanden bei Aktien- oder Kreditgeschäften. Die Wirtschaftspolitik sollte sich deshalb versuchen, die Auswirkungen von Fehler-wartungen zu minimieren, etwa durch konsequente Mindeststandards bei der Höhe des Eigenkapitals im Bankensektor. Eigenverantwortung und persönliche Haftung müssen als rechtstaatliche Prinzipien durchgesetzt werden, um Anrei-ze zu schaffen, keine übermäßigen Risiken einzugehen, welche durch den Staat sozialisiert werden müssen. Die Thematik ist Teil der aktuellen Debatte der Wirtschaftspolitik, die Literatur zum Thema ist bereits umfangreich und wächst beständig.

Zusammenfassend gilt, dass die befragten Erwartungen eine mittlere bis schwache Prognosekraft für zukünftige Stimmungen und wirtschaftliche Ent-wicklungen haben. Im Vergleich zu anderen Indikatoren sind sie für kurzfristige Prognosen besser geeignet, für längerfristige Prognosen allerdings weniger. Die Modellabweichungen zeigen, dass sich die Erwartungen nicht oder nur eingeschränkt rational im Sinne der Theorie der rationalen Erwartungen verhalten, es treten über mehrere Jahre systematische Phasen der Über- oder Unter-schätzung auf. Langfristig betrachtet finden die Erwartungshaltungen allerdings wieder zum Modellgleichgewicht zurück, so dass sich keine permanenten Er-wartungsfehler beobachten lassen. Aus wirtschaftspolitischer Sicht sollten also die potentiellen Risiken systematischer Fehlerwartungen minimiert werden.

5.4 Kausalitäten

Strukturgleichungsmodelle und damit auch PLS werden häufig als Kausalmodelle bezeichnet, obwohl der Begriff irreführend sein kann. Kausalität vom lateinischen Ursache bezeichnet eine feste Beziehung zwischen Ursache und Wirkung mit einer zeitlichen Folge zusammenhängender Ereignisse. Dieser Abschnitt soll einen kurzen Einblick in Kausalitäten bei ökonometrischen Zusammenhängen geben.

Der Kausalitätsbegriff in einem statistischen Modell oder Pfaddiagramm unterstellt Zusammenhänge in einem korrelations- und regressionsanalytischen Sinne.¹⁵⁴ In der Regressionsanalyse wird durch das theoretische Modell zwar eine Kausalität und Richtung zwischen den Größen impliziert, objektiv gemessen wird aber nur die Stärke der Zusammenhänge.¹⁵⁵ Darüber hinausgehend sind Fragen der qualitativen Interpretation möglich. PLS dient eher der Modellanpassung als der Kausalanalyse, da weniger theoretische Annahmen genutzt werden, daher auch der Begriff *soft modelling*.¹⁵⁶ Die Redewendung „Korrelation bedeutet nicht immer Kausalität“ fasst diese Erkenntnis zusammen. Der US-amerikanische Statistiker und Informationswissenschaftler Edward R. Tufte (geb. 1942) präzisiert dies zutreffend und praxisnah:

„Empirically observed covariation is a necessary but not sufficient condition for causality ... Correlation is not causation but it sure is a hint.“

Edward R. Tufte (2003, S. 4)

Die Zeitreihenanalyse erlaubt mit der Betrachtung zeitverzögerter Zusammenhänge einen tiefergehenden Einblick in Kausalitäten zu erhalten mit zeitlich vorgelagerten Ursache-Wirkungs-Beziehungen. In der Ökonometrie kann ein eingeschränkter Kausalitätsbegriff verwendet werden, der auf den britischen Ökonomen Clive W. J. Granger (geb. 1934–2009) zurückgeht. Granger erhielt

¹⁵⁴ Vgl. Betzin (2000, S. 12) für diese Argumentation.

¹⁵⁵ Ökonometrische Modelle unterstellen zwar eine Struktur aus exogenen und endogenen Variablen und damit auch eine Richtung der Zusammenhänge, allerdings ist die konkrete Modellgestaltung eine Annahme und somit nicht objektiv.

¹⁵⁶ Vgl. Vinzi (2007, S. 3 f) für diese Argumentation.

2003 den Nobelpreis mit Robert F. Engle, allerdings in einem anderen Forschungsgebiet zur Kointegration gemeinsamer Trends. Die Granger-Kausalität geht auf Grangers Arbeit „Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods“ aus dem Jahr 1969 zurück. Granger erläuterte seinen Ansatz für zwei Zeitreihen:

„The definition of causality ... is based entirely on the predictability of some series, say X_t . If some other series Y_t contains information in past terms that helps in the prediction of X_t and if this information is contained in no other series used in the predictor, the Y_t is said to cause X_t .“

Clive W. J. Granger (1969, S. 430)

Grangers Konzept basiert auf der Idee, dass vergangene Größen zukünftige Entwicklungen beeinflussen und darauf aufbauend eine Richtung der Kausalität abgeleitet werden kann. Eine Variable X_t ist laut Granger für Y_t granger-kausal, wenn zeitlich verzögerte X_{t-p} die Variable Y_t statistisch signifikant prognostizieren können unter Einbezug der verzögerten Variablen Y_{t-p} . Die Granger-Kausalität gilt optimalerweise nur in eine Richtung, häufig existieren allerdings Einflüsse in beide Richtungen bei zeitlichen Interdependenzen als sogenannte *Feedback-Systeme*.

Die Granger-Kausalität kann getestet werden über ein System linearer Gleichungen mit den stationären Zeitreihen X_t und Y_t mit der gewählten maximalen Verzögerungsstufe j und den Fehlertermen ε_t . Für zwei Zeitreihen X_t und Y_t mit Mittelwerten von Null ergibt sich laut Granger folgendes Gleichungssystem.

$$\begin{aligned} X_t &= \sum_{j=1}^m a_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m b_j Y_{t-j} + \varepsilon_t \\ Y_t &= \sum_{j=1}^m c_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m d_j Y_{t-j} + \varepsilon'_t \end{aligned} \quad \text{(System der Granger-Kausalität)}^{157}$$

Es liegt Granger-Kausalität für X_t auf Y_t vor (also X_t verursacht Y_t), wenn mindestens einer der Koeffizienten c_j ungleich Null ist. Analog liegt Granger-Kausalität für Y_t auf X_t vor, wenn mindestens einer der Koeffizienten b_j ungleich Null ist.

¹⁵⁷ Granger (1969, S. 427, 431) nutzte diese Notation als „simple causal model“.

Falls sowohl b_j und c_j ungleich Null sind, liegt eine Interdependenz vor.¹⁵⁸ Zum Testen der Signifikanz der Koeffizienten können bei einer Verzögerung t-Tests verwendet werden, bei mehreren Verzögerungen F-Tests oder Wald-Tests.

Die Anwendung der Granger-Kausalität trifft auf einige Begrenzungen. In der originalen Version können nur lineare Zusammenhänge untersucht werden. Die Kausalitätsaussagen basieren zudem auf der Auswahl der passenden Variablen. Falls entscheidende Variablen fehlen, etwa eine gemeinsame Ursache zweier untersuchter Variablen, können Fehlschlüsse über die Kausalität gezogen werden. Letztendlich muss zusätzlich eine inhaltlich-qualitative Einschätzung der Ursache-Wirkungs-Beziehungen vorgenommen werden.

Die Anwendung der Granger-Kausalität setzt zudem Stationarität der untersuchten Zeitreihen voraus, eine der wichtigsten Eigenschaften innerhalb der Zeitreihenanalyse. Ein Prozess ist stark stationär, wenn die gemeinsame Verteilung der Elemente unverändert über die Zeit ist – eine Eigenschaft, die schwerlich objektiv geprüft werden kann, da in der Realität meist nur eine Realisation einer Zeitreihe vorliegt. Eine Zeitreihe ist schwach stationär, wenn Erwartungswert und Varianz der Elemente endlich und konstant sind und die Autokorrelationen lediglich von der zeitlichen Verschiebung zwischen zwei Realisationen abhängen. In der Praxis bedeutet dies vor allem die Abwesenheit von Trends und Heteroskedastizität, also Phasen von auffällig schwankender Varianz. Nichtstationäre Zeitreihen können beispielsweise in kürzere, stationäre Teile zerlegt werden.¹⁵⁹ Eine weit verbreitete Vorgehensweise zur Herstellung von Stationarität ist die Differenzenbildung, also die Betrachtung der Änderungen über die Zeit anstelle der originalen Niveaus. Ist eine Zeitreihe ab den ersten Differenzen stationär, wird sie als integriert erster Ordnung bezeichnet. Insbesondere stochastische Trends können somit eliminiert werden. Zum Testen auf Stationarität wird meist der (Augmented)-Dickey-Fuller-Test (ADF) in verschiedenen Varianten verwendet.

Der originale Dickey-Fuller-Test (DF) wurde 1979 von den US-amerikanischen Statistikern David Dickey und Wayne Fuller entwickelt in ihrem Aufsatz „Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root“. Der

¹⁵⁸ Vgl. Granger (1969, S. 431), der diesen Ansatz entwickelt hat.

¹⁵⁹ Vgl. Hesse et al. (2003) für diesen Vorschlag.

DF-Test dient dem Testen der Stationarität einer Zeitreihe. Dickey und Fuller beschrieben den Grundaufbau des Testverfahrens:

„Consider the autoregressive model $Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t$... The time series Y_t converges (as $t \rightarrow \infty$) to a stationary time series if $|\rho| < 1$. If $|\rho| = 1$, the time series is not stationary and the variance of Y_t is $t\sigma^2$. The time series with $\rho = 1$ is sometimes called a random walk. If $|\rho| > 1$, the time series is not stationary and the variance of the time series grows exponentially as t increases.“

Dickey und Fuller (1979, S. 1)

Der DF-Test ist ein Einheitswurzeltest (unit root). Für einen stochastischen Prozess Y_t mit ε_t als Fehlerterm kann die Nullhypothese $H_0: \rho = 1$ (Einheitswurzel, Random-Walk, nichtstationär) gegen die Alternativhypothese $H_1: \rho < 1$ getestet werden.

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Mit $\rho = \delta + 1$ und $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ kann die originale Formulierung von Dickey und Fuller umgeschrieben werden.

$$\Delta Y_t + Y_{t-1} = (\delta + 1)Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Die Null- und Alternativhypothese sind nun $H_0: \delta = 0$ und $H_1: \delta < 0$. Die Teststatistik t_{df} wird gebildet als Quotient des Schätzwertes des Koeffizienten und seines Standardfehlers und hat eine spezielle Dickey&Fuller-Verteilung. Die Nullhypothese kann abgelehnt werden, wenn die berechnete Teststatistik kleiner ist als der entsprechende Tabellenwert des gewählten Signifikanzniveaus. Es existieren beim DF-Test zwei Erweiterungen durch Hinzufügung einer Konstanten (Drift) α oder eines zeitabhängigen Trends βt .

Der Augmented-Dickey-Fuller-Test (ADF) erweitert den DF-Test durch Hinzufügung zeitlich verzögerter Differenzen ΔY_{t-1} bis zur maximalen Verzögerung k .

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \delta Y_{t-1} + \vartheta_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + \vartheta_k \Delta Y_{t-k} + \varepsilon_t$$

Die Wahl des passenden (Augmented)-Dickey-Fuller-Tests beeinflusst die Testergebnisse, also die Wahrscheinlichkeit, die Nullhypothese der Einheitswurzel korrekter- oder fälschlicherweise abzulehnen.¹⁶⁰ Letztendlich verbleiben alle Ansätze teilweise ambivalent und es besteht durch die Auswahl der konkreten (A)DF-Testgestaltung eine qualitative Komponente, somit sollten die Testergebnisse stets vorsichtig interpretiert werden. Optimalerweise zeigen alle Testvarianten ein einheitliches Ergebnis.

In dieser Arbeit werden vier ausgewählte Latente Variable auf granger-kausale Zusammenhänge untersucht. Betrachtet werden Stimmungen und Erwartungen, da diese zentral für diese Arbeit sind. Zudem Aktien, da in der aktuellen Presse stets die Zusammenhänge zum Aktienmarkt betont werden und Investitionen, da Keynes in seiner Theorie die Bedeutung von Erwartungen für Investitionen betont hatte. Die Werte der Latenten Variablen *Stimmungen*, *Aktien* und *Investitionen* werden aus dem PLS-Gesamtmodell der Stimmungen Nr.5 entnommen, die Werte der *Erwartungen* aus dem Prognosemodell Erwartungen auf Stimmungen Nr.10 bei Null Monaten Verzögerung. Die Latenten Variablen müssen dabei als sinnvolle Approximation der unbeobachtbaren Realität angenommen werden. Verwendet werden die standardisierten Niveaus und Differenzen Δ erster Ordnung.

Der Test auf Stationarität wird mit dem beschriebenen ADF-Test durchgeführt, Tabelle 20 fasst die Ergebnisse zusammen. Auf die Einbeziehung von Konstanten kann verzichtet werden, da alle Zeitreihen standardisiert sind mit Mittelwert Null. Deterministische Trends sind in *Investitionen* und *Aktien* zu erkennen. Autokorrelation ist in allen Zeitreihen vorhanden, entsprechend werden die ADF-Tests spezifiziert. Bei allen vier Variablen in Niveaus kann die Nullhypothese der Nichtstationarität nicht abgelehnt werden, so dass praktisch von Nichtstationarität ausgegangen werden kann. Bei den *Erwartungen* ist die Entscheidung allerdings sehr knapp. Alle Variablen in Differenzen sind eindeutig stationär, so dass die Granger-Kausalität mit den Differenzen geprüft wird.

¹⁶⁰ Vorschläge zur passenden ADF-Testwahl finden sich unter anderem von Dolado et al. (1990). Der ADF-Test wird meist empfohlen, falls Autokorrelation in der untersuchten Zeitreihe vorliegt.

Tabelle 20: ADF-Test auf Stationarität der Latenten Variablen

Latente Variable	Testspezifikation	Teststatistik	Tabellenwert 5%	Entscheidung
<i>Stimmungen</i>	Lag(1)	-2,311	-2,881	nichtstationär
<i>Erwartungen</i>	Lag(1)	-2,862	-2,881	nichtstationär
<i>Investitionen</i>	T, Lag(1)	-2,934	-3,432	nichtstationär
<i>Aktien</i>	T, Lag(1)	-2,025	-3,432	nichtstationär
Δ <i>Stimmungen</i>	Lag(1)	-6,776	-2,881	stationär
Δ <i>Erwartungen</i>	Lag(1)	-7,388	-2,881	stationär
Δ <i>Investitionen</i>	Lag(1)	-6,570	-2,881	stationär
Δ <i>Aktien</i>	Lag(1)	-9,482	-2,881	stationär

T=Trend, Lag=Anzahl verzögerter Differenzen im ADF

Die Granger-Kausalität wird für alle sechs möglichen Variablenpaare¹⁶¹ untersucht in jeweils beide Richtungen, also insgesamt zwölf Tests. Tabelle 21 fasst die Ergebnisse zusammen. Verwendet werden für die Regressionsgleichungen zwei Verzögerungsstufen, da die vorherigen Modelle in der Regel verringernde Zusammenhänge bei zunehmenden zeitlichen Verzögerungen ergeben haben. Die Teststatistiken des Wald-Tests sind für die Prognose der jeweiligen ersten und zweiten endogenen Latenten Variablen η_1 und η_2 angegeben. Der entsprechende χ^2 -Tabellenwert beim 5 %-Niveau beträgt 5,99.¹⁶²

Es ist zu erkennen, dass beispielsweise Δ *Erwartungen* als granger-kausal für Δ *Investitionen* gelten kann, da die zweite Nullhypothese der Nicht-Granger-Kausalität abgelehnt wird, da $11,4 > 5,99$ ist mit Δ *Investitionen* als endogener Variablen. Umgekehrt gilt dieser Zusammenhang nicht, da die erste Nullhypothese mit $0,56 < 5,99$ nicht abgelehnt wird. Die keynesianische Vorstellung von Erwartungen, welche Investitionen beeinflussen, kann somit bestätigt werden, zumindest in dem eingeschränkten Modellrahmen. Δ *Erwartungen* ist zudem granger-kausal für Δ *Stimmungen*, was plausibel erscheint. Auffällig ist, dass

¹⁶¹ Es handelt sich um eine Kombination ohne Zurücklegen. Es werden $k=2$ Elemente aus $n=4$ ausgewählt ohne Beachtung der Reihenfolge. Es ergeben sich $(n!) / ((k!(n-k)!)) = 4! / (2! 2!) = 6$ Möglichkeiten. Bei allen 13 Latenten Variablen wären dies bereits $13! / (2! 11!) = 78$ Variablenpaare.

¹⁶² Die Berechnungen zur Stationarität und Granger-Kausalität wurden mit dem Software-Paket Stata 10 durchgeführt. Stata führt bei der Granger-Kausalität (vargranger command) standardmäßig einen Wald-Test (asymptotisch χ^2 -verteilt) durch.

Δ Aktien stets granger-kausal für alle weiteren Variablen ist, der Aktienmarkt läuft somit zeitlich voraus. Es ergeben sich zweiseitige Feedback-Systeme bei Δ Stimmungen und Δ Investitionen, es kann also in dem Fall keine zeitliche Reihenfolge festgelegt werden.

Tabelle 21: Ergebnisse Granger-Kausalität

Variablenpaar		Teststatistiken χ^2		Granger-Kausalität
η_1	η_2	η_1 edg.	η_2 edg.	
Δ Erwartungen	Δ Investitionen	0,56	11,4	Δ Erwartungen \rightarrow Δ Investitionen
Δ Erwartungen	Δ Aktien	20,0	5,33	Δ Aktien \rightarrow Δ Erwartungen
Δ Erwartungen	Δ Stimmungen	1,17	10,0	Δ Erwartungen \rightarrow Δ Stimmungen
Δ Stimmungen	Δ Aktien	13,1	3,90	Δ Aktien \rightarrow Δ Stimmungen
Δ Stimmungen	Δ Investitionen	7,60	14,4	Zweiseitig, Feedback
Δ Investitionen	Δ Aktien	18,4	3,41	Δ Aktien \rightarrow Δ Investitionen
→ „ist granger-kausal für“ bzw. „verursacht“				edg. = endogen

Zusammenfassend gilt, dass Kausalität einen festen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung bezeichnet. Die Granger-Kausalität erlaubt durch Betrachtung von Prognosemöglichkeiten eingeschränkte Aussagen zur zeitlichen Reihenfolge der Kausalität. Untersucht wurden Zusammenhänge zwischen vier ausgewählten Latenten Variablen. Verwendet wurden die Differenzen erster Ordnung, da diese stationär sind. Es ist unter anderem zu erkennen, dass Erwartungen granger-kausal für Investitionen und Stimmungen sind. Auffällig ist zudem, dass Aktien stets granger-kausal für alle weiteren Variablen sind, der Aktienmarkt läuft also zeitlich voraus.

5.5 Zusammenfassung

Wesentliches Ziel der ökonometrischen (D)PLS-Modelle war eine umfassende Quantifizierung der Zusammenhänge von Stimmungen und Erwartungen mit wirtschaftlichen Größen. Dabei wurden insbesondere zwei inhaltliche Hauptfragestellungen untersucht – inwieweit hängen die befragten Stimmungen mit der wirtschaftlichen Situation im Sinne der verwendeten Indikatoren zusam-

men und zum anderen, ob die befragten Erwartungen sinnvoll zur Prognose genutzt werden können. Im Detail wurde untersucht, welche wirtschaftlichen Größen dabei von Bedeutung sind und welche Rolle politische und wirtschaftliche Ausnahmeereignisse spielen.

Die Modellergebnisse haben gezeigt, dass die Stimmungen, also die Einschätzungen der aktuellen wirtschaftlichen Lage, sich grundsätzlich eng an wirtschaftlichen Größen orientieren. Aufbauend auf den Erkenntnissen der undynamischen PLS-Modelle wurden vier DPLS-Modellvarianten geschätzt, um die Zusammenhänge der Stimmungen autoregressiv und mit verzögerten wirtschaftlichen Größen zu analysieren. Die Modellanpassung konnte durch die dynamische Modellierung deutlich verbessert werden, vor allem durch die Nutzung autoregressiver Stimmungen. Aufgrund der hohen Multikollinearität, also der Überlagerung aller Einflüsse, ist die Bewertung und eindeutige Zuordnung der Effekte schwierig. Die befragten Wirtschaftssubjekte beurteilen tendenziell die aktuelle wirtschaftliche Lage unter anderem umso besser, je höher aktuelle Investitionen und Aktien sind sowie Stimmungen und Erwartungen der Vormonate waren. Allerdings zeigen die Modellabweichungen, dass sich die Stimmungen nicht oder nur eingeschränkt rational im Sinne der Theorie der rationalen Erwartungen verhalten. Es treten über mehrere Jahre systematische Phasen der Über- oder Unterschätzung auf, die als Stimmungsoptimismus oder -pessimismus interpretiert werden können, insbesondere vor und nach den großen Krisen. Dennoch findet die Stimmungslage langfristig, also über viele Jahre betrachtet, stets zum Modellgleichgewicht zurück, so dass sich keine permanenten Fehleinschätzungen beobachten lassen.

Die zweite Hauptfrage der ökonometrischen Modellierung ist die Prognosekraft der Erwartungen im Vergleich zu anderen Variablen. Die Erwartungen basieren auf den vorgestellten Umfrageergebnissen der Forschungsinstitute, die gewerbliche Unternehmer, Finanzexperten und private Endverbraucher befragen nach ihrer Einschätzung der wirtschaftlichen Entwicklung in den folgenden Monaten. Zur Prognose wurden mehrere Modellvarianten geschätzt, um spezifische Fragestellungen zu analysieren und die Zuverlässigkeit der Ergebnisse gegenüber Modelländerungen zu prüfen. Die zu prognostizierende wirtschaftliche Entwicklung wurde als Latente Variable mit zehn ausgewählten Indikatoren aus allen Teilmärkten spezifiziert, um ein möglichst umfassendes wirtschaftliches Gesamtbild zu erhalten. Die Prognosen wurden letztendlich mit Wachs-

tumsraten durchgeführt, um die Probleme gleichartiger Trends und Scheinkorrelationen zu vermeiden. Als Ergebnis zeigte sich, dass die Prognosekraft bei zunehmendem Zeithorizont deutlich abnimmt. Für kürzere Zeiträume von sechs Monaten sind Stimmungen und Erwartungen die besten verfügbaren Prognosevariablen, wobei diese dennoch als mittel bis schwach zu beurteilen sind. Für weiterreichende Prognosen über zwölf Monate verlieren Stimmungen und Erwartungen deutlich an Prognosekraft.

Die Modellabweichungen zeigen, dass sich die Erwartungen nicht oder nur eingeschränkt rational im Sinne der Theorie der rationalen Erwartungen verhalten. Es treten über mehrere Jahre systematische Phasen der Über- oder Unterschätzung auf. Die Ergebnisse verbleiben allerdings weniger eindeutig als bei der Analyse der Stimmungen, unter anderem da die befragten Gruppen relativ heterogene Erwartungen haben. Langfristig betrachtet finden die Erwartungshaltungen stets zum Modellgleichgewicht zurück, so dass sich keine permanenten Erwartungsfehler beobachten lassen. Aus wirtschaftspolitischer Sicht sollten also die potentiellen Risiken kurz- und mittelfristiger systematischer Fehlerwartungen minimiert werden.

In der Ökonometrie kann ein eingeschränkter Kausalitätsbegriff verwendet werden, der auf den britischen Ökonomen Clive Granger zurückgeht. Die Zeitreihenanalyse erlaubt mit der Betrachtung zeitverzögerter Zusammenhänge, einen Einblick in Kausalitäten zu erhalten mit zeitlich vorgelagerten Ursache-Wirkungs-Beziehungen. Das Konzept basiert auf der Idee, dass vergangene Größen zukünftige Entwicklungen beeinflussen und darauf aufbauend eine Richtung der Kausalität abgeleitet werden kann. Untersucht wurden paarweise Zusammenhänge zwischen den vier ausgewählten Latenten Variablen Erwartungen, Stimmungen, Aktien und Investitionen. Es ist unter anderem zu erkennen, dass Erwartungen granger-kausal für Investitionen und Stimmungen sind. Auffällig ist zudem, dass Aktienentwicklungen stets granger-kausal für die verbleibenden Variablen sind. Der Aktienmarkt läuft also zeitlich voraus und scheint damit der Antreiber für folgende Entwicklungen zu sein.

Kapitel 6

Fazit

Stimmungen und Erwartungen – was treibt die Menschen auf den Märkten? Die Ereignisse der letzten Jahre, insbesondere der New Economy Crash und die Finanzkrise, haben wieder verstärkt Aufmerksamkeit auf die Bedeutung dieser psychologischen Faktoren in der Wirtschaft gelenkt. Diese Arbeit versuchte, ein wenig Licht auf das komplexe Gefüge zu werfen. Die Analyse der Zusammenhänge von Stimmungen und Erwartungen zu realen Entwicklungen an Märkten sowie die Rationalität und Prognosemöglichkeit solch latenter Größen in Krisensituationen stehen im Fokus dieser Untersuchung. Die wesentlichen Themenbereiche umfassen die entwickelten statistischen Methoden, verfügbare Daten, Aspekte der Wirtschaftstheorie und die ökonometrischen Modelle.

Die Analyse komplexer Systeme mit großen Datensätzen und die Erkennung relevanter Muster erfordern die Verwendung moderner statistischer Verfahren. Strukturgleichungsmodelle wie DPLS ermöglichen es, ähnliche beobachtbare Indikatoren zu Latenten Variablen zusammenzufassen und die Zusammenhänge zwischen diesen zu untersuchen. Latente Variable umfassen nicht direkt messbare oder komplexe Größen, die sinnvoll durch mehrere Indikatoren approximiert werden können. Der originale Partial-Least-Squares-Ansatz (PLS) kann zur zweiten Generation der komplexeren multivariaten Verfahren gezählt werden. Das Dynamische PLS für Zeitreihenanalysen von Strohe (1995) wurde in dieser Arbeit methodisch erweitert, um Abhängigkeiten mit mehreren zeitlichen Verzögerungsstufen gleichzeitig modellieren zu können.

Die zusammengestellte Datenbank umfasst ca. 80 Indikatoren für den Zeitraum Januar 1991 bis Juni 2010, um Stimmungen, Erwartungen und wirtschaftlich relevante Größen im In- und Ausland zu operationalisieren. Zu den Herausgebern zählen unter anderem Forschungsinstitute, wie das Ifo-Institut, das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung und die Gesellschaft für Konsumfor-

schung, welche mit monatlichen Umfragebögen die Einschätzung der aktuellen und zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland erfragen. Diese Informationen werden in den Modellen zu Latenten Variablen zusammengefasst. Die graphische Analyse der Zeitreihen zeigt deutliche Muster an Wellen positiver und negativer Einschätzung, die augenscheinlich eng mit realen wirtschaftlichen Entwicklungen zusammenhängen.

Stimmungen und Erwartungen haben fundamentale Bedeutung in der Wirtschaftstheorie und -politik, da diese reale Handlungen der Akteure und somit wirtschaftliche Entwicklungen beeinflussen können. Die Beachtung der Stimmungslage ist spätestens seit der Finanzkrise fester Bestandteil der Wirtschaftspresse, wobei Art und Umfang der Zusammenhänge zu wirtschaftlichen Größen weitgehend spekulativ verbleiben. Eine Vielzahl an Theorien zum Thema Erwartungen wurde im Laufe der Jahrzehnte entwickelt, die als Erklärungsansätze noch heute konkurrieren. Arthur Pigou sah bereits 1926 in Schwankungen der Erwartungen die alleinige Ursache für Konjunkturzyklen. John M. Keynes argumentierte in seinem Hauptwerk 1936, dass die Zukunft und Erwartungen weitgehend unzuverlässig sein – insbesondere in außergewöhnlichen wirtschaftlichen Situationen können „Wellen optimistischer und pessimistischer Stimmungen“ auftreten. Das Konzept der Rationalität der Erwartungen wurde in den 1960er Jahren von John F. Muth entwickelt und von Robert E. Lucas fortgeführt, der 1995 den Nobelpreis erhielt. Rationale Erwartungen unterscheiden sich demnach nicht systematisch von tatsächlichen Ergebnissen, Erwartungsfehler wären nur zufälliger Natur. Die Betrachtung der Nichtrationalität menschlicher Entscheidungsprozesse mit systematischen Wahrnehmungsverzerrungen rückte mit der Prospect Theory von Kahneman und Tversky wieder in den Mittelpunkt, 2002 ebenfalls mit dem Nobelpreis geehrt.

Wesentliches Ziel der ökonometrischen (D)PLS-Modelle ist eine umfassende Quantifizierung der Zusammenhänge von Stimmungen und Erwartungen mit relevanten wirtschaftlichen Größen. Dabei wurden insbesondere zwei inhaltliche Hauptfragestellungen untersucht – inwieweit stehen die befragten Stimmungen mit der wirtschaftlichen Situation im Einklang und können die befragten Erwartungen sinnvoll zur Prognose genutzt werden? Im Detail wurde untersucht, welche wirtschaftlichen Größen dabei von Bedeutung sind und welche Rolle politische und wirtschaftliche Ausnahmeereignisse spielen.

Die Modellergebnisse zeigen, dass die Stimmungen, also die Einschätzung der aktuellen wirtschaftlichen Lage, sich grundsätzlich relativ eng an makroökonomischen wirtschaftlichen Größen orientieren, insbesondere Investitionen, Auftragseingänge und Aktienentwicklungen sind von Bedeutung. Allerdings zeigen die Modellabweichungen, dass sich die Stimmungen nur eingeschränkt rational im Sinne der Theorie der rationalen Erwartungen verhalten. Es treten über mehrere Jahre systematische Phasen der Über- oder Unterschätzung auf, die als Stimmungsoptimismus oder -pessimismus interpretiert werden können. Insbesondere vor den großen Krisen haben sich „Stimmungsblasen“ aufgebaut, die während und nach den Krisen ins Gegenteil kippten. Dennoch findet die Stimmungslage sehr langfristig betrachtet immer wieder zum Modellgleichgewicht zurück, so dass sich keine permanenten Fehleinschätzungen beobachten lassen.

Die zweite Hauptfrage der ökonometrischen Untersuchung war die Prognosekraft der Erwartungen im Vergleich zu anderen Indikatoren. Für kürzere Zeiträume von sechs Monaten sind Stimmungen und Erwartungen die besten verfügbaren Prognosevariablen, wobei diese dennoch als mittel bis schwach zu beurteilen sind. Insgesamt nimmt die Prognosekraft mit zunehmendem Zeithorizont deutlich ab – die weiter entfernte Zukunft verbleibt letztendlich überwiegend ungewiss. Die Analyse der Abweichungen in den Modellen erlaubt Rückschlüsse auf systematische Fehleinschätzungen und bietet damit einen Ansatzpunkt für die Untersuchung der theoretischen Konzepte der Rationalität. Die Erwartungen verhalten sich nicht oder nur eingeschränkt rational, es treten über mehrere Jahre Phasen der Über- oder Unterschätzung auf, insbesondere vor Krisensituationen. Langfristig betrachtet finden auch die Erwartungshaltungen allerdings wieder zum Modellgleichgewicht zurück, so dass sich keine permanenten Erwartungsfehler beobachten lassen. Das entwickelte Verfahren kann verallgemeinert zur Bewertung jeglicher Größen genutzt werden in Relation zu anderen Größen.

Ein weiterer Bestandteil der Untersuchung waren Ansätze der Kausalitätsanalyse. In der Ökonometrie kann ein eingeschränkter Kausalitätsbegriff verwendet werden, der auf den britischen Ökonomen Clive Granger zurückgeht. Demnach beeinflussen vergangene Größen zukünftige Entwicklungen und darauf aufbauend kann eine Richtung der Kausalität zumindest eingeschränkt abgeleitet werden. Untersucht wurden Zusammenhänge zwischen vier ausgewählten La-

tenten Variablen Stimmungen, Erwartungen, Aktien und Investitionen. Es ist unter anderem zu erkennen, dass Erwartungen granger-kausal für Investitionen und Stimmungen sind, zumindest in der kurzfristigen Perspektive. Auffällig ist zudem, dass Aktienentwicklungen stets granger-kausal für die verbleibenden Variablen sind, der Aktienmarkt läuft also zeitlich kurzfristig voraus.

Aus wirtschaftspolitischer Sicht sollten also die potentiellen Risiken systematischer Fehlerwartungen minimiert werden. Die Debatten um die bestmögliche Wirtschaftspolitik im Angesicht vermeintlich oder echt verzerrter Informationen werden die Politik die kommenden Jahre und Jahrzehnte beschäftigen. Interessant bleibt die Frage, ob die Idee des freien Marktes einen erneuten Sinneswandel erlebt – die Zukunft wird es zeigen. Die mannigfaltigen, theoretischen Ansätze erlauben kaum eindeutige ex-ante Politikempfehlungen, eine Bewertung wird erst an den Früchten der Konzepte ex-post erkennbar sein. Die letztendliche sinnvolle Ausformulierung ökonomischer Institutionen ist die eigentliche Herausforderung, um den Kontrast zwischen Effizienz und Gerechtigkeit zu überbrücken.

Die Ergebnisse dieser Arbeit geben somit einen erweiterten Einblick in die empirischen Zusammenhänge subjektiver Beurteilungen mit realen wirtschaftlichen Größen. Die Erkenntnisse können keinen absoluten Anspruch erheben und gelten in den Grenzen der verwendeten Daten und Modellstrukturen. Die Vernetzung und Digitalisierung der modernen Welt wird sich fortsetzen und zu wachsenden Datenströmen führen. Die erweiterten statistischen Verfahren bieten dabei vielfältige Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Prognose und Analyse komplexer Systeme, um die zunehmend volatilen und unübersichtlichen Entwicklungen und Risiken abbilden zu können – hier liegt der langfristige Nutzen des Forschungsgebietes, weit über den Horizont einer einzelnen Anwendung hinaus. Letztendlich ist die Forschung mit Zeitreihen nie abgeschlossen. Die Entwicklungen und Debatten werden sicher auf wissenschaftlicher, gesellschaftlicher und politischer Ebene weitergehen und somit Motivation für zukünftige Forschungsarbeiten geben.

Anhang

Variablenverzeichnis

Das Variablenverzeichnis enthält eine Auflistung aller Indikatoren mit Erläuterung der inhaltlichen Bedeutung und statistischen Eigenschaften.

Tabelle 22: *Erweiterte Übersicht Indikatoren und Latente Variable*

Latente Variable / Indikator	Period.	Institution	Einheit
1. Latente Variable Stimmungen			
(1) <i>Ifo-Geschäftsbeurteilung</i>	mon.	Ifo-Institut	Prozent, Salden, saisonbereinigt
(2) <i>ZEW-Economic Situation</i>	mon.	ZEW	~
(3) <i>GfK-Konsumklima</i>	mon.	GfK	~
2. Latente Variable Erwartungen			
(4) <i>Ifo-Geschäftserwartungen</i>	mon.	Ifo-Institut	Prozent, Salden, saisonbereinigt
(5) <i>ZEW-Konjunkturerwartungen</i>	mon.	ZEW	~
(6) <i>GfK-Konsumerwartungen</i>	mon.	GfK	~
3. Latente Variable Investitionen			
(7) <i>Ausrüstungsinvestitionen</i>	qrt.	SBA	Index, preis- und saisonbereinigt
(8) <i>Bauinvestitionen</i>	qrt.	SBA	~
(9) <i>Sonstige Anlageinvestitionen</i>	qrt.	SBA	~
4. Latente Variable Nachfrage			
(10) <i>Privatkonsum</i>	qrt.	SBA	Index, preis- und saisonbereinigt
(11) <i>Staatskonsum</i>	qrt.	SBA	~
(12) <i>Außenhandelsbeitrag</i>	qrt.	SBA	~
5. Latente Variable Auftragseingänge			
(13) <i>AE Verarbeitendes Gewerbe</i>	mon.	SBA	Index, preis- und saisonbereinigt
(14) <i>AE Vorleistungsgüter</i>	mon.	SBA	~
(15) <i>AE Investitionsgüter</i>	mon.	SBA	~
(16) <i>AE Konsumgüter</i>	mon.	SBA	~
(17) <i>AE Verbrauchsgüter</i>	mon.	SBA	~
(18) <i>AE Gebrauchsgüter</i>	mon.	SBA	~
(19) <i>AE Bauhauptgewerbe</i>	mon.	SBA	~

AE = Auftragseingänge

6. Latente Variable Aktien Dtl.

(20) DAX-Kursindex	tgl+	DBö	Index
(21) DAX-Performanceindex	tgl+	DBö	~
(22) CDAX-Kursindex	tgl+	DBö	~
(23) CDAX-Performanceindex	tgl+	DBö	~

7. Latente Variable Anleihen

(24) REX-Kursindex	tgl+	DBö	Index
(25) REX-Performanceindex	tgl+	DBö	~
(26) iBoxx-Kursindex	tgl+	DBö	~
(27) iBoxx-Performanceindex	tgl+	DBö	~

8. Latente Variable Aktien international

(28) Dow Jones IA (USA)	tgl+	NY SE	Index
(29) Dow Jones Composite (USA)	tgl+	NY SE	~
(30) Nasdaq Composite (USA)	tgl+	NASDAQ	~
(31) Nasdaq 100 (USA)	tgl+	NASDAQ	~
(32) S&P 500 (USA)	tgl+	S&P's	~
(33) Russell 2000 (USA)	tgl+	Russell Inv.	~
(34) FTSE 100 (UK)	tgl+	London SE	~
(35) Hang Seng (Hongkong)	tgl+	HK SE	~
(36) Nikkei 225 (Japan)	tgl+	Tokio SE	~
(37) CAC 40 (Frankreich)	tgl+	Paris Bourse	~

9. Latente Variable Geldmarktzinsen

(38) Frankfurt Tagesgeld	tgl+	DBB	Prozent
(39) Frankfurt Monatsgeld	tgl+	DBB	~
(40) Frankfurt Dreimonatsgeld	tgl+	DBB	~
(41) Frankfurt Sechsmonatsgeld	tgl+	DBB	~
(42) Frankfurt Zwölfmonatsgeld	tgl+	DBB	~
(43) Fi/Eu Monatsgeld	tgl+	DBB	~
(44) Fi/Eu Dreimonatsgeld	tgl+	DBB	~
(45) Fi/Eu Sechsmonatsgeld	tgl+	DBB	~
(46) Fi/Eu Neunmonatsgeld	tgl+	DBB	~
(47) Fi/Eu Zwölfmonatsgeld	tgl+	DBB	~

Fi/Eu = Fibor/Euribor

10. Latente Variable Leitzinsen

(48) EZB Hauptrefinanzierungssatz	tgl+	DBB/EZB	Prozent
(49) EZB Spitzenrefinanzierungssatz	tgl+	DBB/EZB	~
(50) Federal Funds Rate USA	tgl+	FED	~
(51) Official Bank Rate UK	tgl+	BoE	~
(52) Overnight Call Rate Japan	tgl+	BoJ	~

11. Latente Variable *Inflation*

(53) <i>VPI Gesamt</i>	mon.	SBA	Prozent, Veränderung gegenüber Vorjahresmonat des saisonbereinigten Preisindex
(54) <i>VPI Nahrungsmittel</i>	mon.	SBA	
(55) <i>VPI Alkohol, Tabak</i>	mon.	SBA	
(56) <i>VPI Bekleidung</i>	mon.	SBA	
(57) <i>VPI Mietkosten</i>	mon.	SBA	
(58) <i>VPI Haushaltseinrichtung</i>	mon.	SBA	
(59) <i>VPI Gesundheitspflege</i>	mon.	SBA	
(60) <i>VPI Verkehr</i>	mon.	SBA	
(61) <i>VPI Kommunikation</i>	mon.	SBA	
(62) <i>VPI Freizeit</i>	mon.	SBA	
(63) <i>VPI Bildung</i>	mon.	SBA	
(64) <i>VPI Beherbergung</i>	mon.	SBA	
(65) <i>VPI sonstige Waren</i>	mon.	SBA	
(66) <i>Erzeugerpreise gew. Güter</i>	mon.	SBA	
(67) <i>Energirohstoffpreise</i>	mon.	HWWI	Index, saisonbereinigt
(68) <i>Rohstoffpreise ohne Energie</i>	mon.	HWWI	~

VPI = Verbraucherpreisindex

12. Latente Variable *Beschäftigung*

(69) <i>Erwerbstätige Inland</i>	mon.	BA/SBA	Anzahl, saisonbereinigt
(70) <i>Erwerbstätige Inländer</i>	mon.	BA/SBA	~
(71) <i>Offene Stellen</i>	mon.	BA/SBA	~
(72) <i>Erwerbslosenquote gesamt</i>	mon.	BA/SBA	Prozent, saisonbereinigt
(73) <i>Erwerbslosenquote männlich</i>	mon.	BA/SBA	~
(74) <i>Erwerbslosenquote weiblich</i>	mon.	BA/SBA	~
(75) <i>Erwerbslosenquote unter 25</i>	mon.	BA/SBA	~
(76) <i>Erwerbslosenquote über 25</i>	mon.	BA/SBA	~

13. Latente Variable *Arbeitskosten*

(77) <i>LSK-Produzierendes Gewerbe</i>	qrt.	SBA	Index, preis- und saisonbereinigt
(78) <i>LSK-Unternehm. o. private DL</i>	qrt.	SBA	
(79) <i>LSK-Baugewerbe</i>	qrt.	SBA	
(80) <i>LSK-Handel u.a.</i>	qrt.	SBA	
(81) <i>LSK-Finanzierung u.a.</i>	qrt.	SBA	

LSK = Lohnstückkosten

Periodizität originär: mon = monatlich, qrt = quartalsweise, tgl+ = mindestens täglich.

BA = Bundesagentur für Arbeit, BoE = Bank of England, BoJ = Bank of Japan, DBB = Deutsche Bundesbank, DBö = Deutsche Börse, EZB = Europäische Zentralbank, GfK = Gesellschaft für Konsumforschung, HWWI = Hamburgisches Welt Wirtschafts-Institut, NASDAQ = National Association of Securities Dealers Automated Quotations, SBA = Statistisches Bundesamt, SE = Stock Exchange, ZEW = Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

Latente Variable: *Stimmungen*

1. *Ifo-Geschäftsbeurteilung (Ifo-GB)*: Indikator der aktuellen Beurteilung der eigenen wirtschaftlichen Situation gewerblicher Unternehmer, basierend auf monatlichen Panel-Umfrageergebnissen des Ifo-Institutes München mit 7.000 gewerblichen deutschen Unternehmen. Die verwendete Fragestellung lautet: „Wir beurteilen unsere Geschäftslage als ...“ mit den Optionen „gut, befriedigend, schlecht“. Die Salden werden als Differenz der Anteile guter und schlechter Bewertungen errechnet. Der Saldo kann zwischen den Extremwerten -1 (alle Befragten schätzen die Lage schlecht ein) und 1 (alle Befragten schätzen die Lage gut ein) liegen. Die mittleren (befriedigenden) Antworten verbleiben neutral bei der Saldoberechnung, so dass die Salden keine präzisen Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der Antworten erlauben. Ein Saldo von Null kann beispielsweise 40 Prozent positive, 40 Prozent negative und 20 Prozent befriedigende Antworten beinhalten oder 100 Prozent befriedigende Antworten. Zur Berechnung der häufig publizierten Indexwerte sind die Salden auf das Jahr 2000 mit dem Basiswert 100 normiert. Die verwendeten Zeitreihen sind saisonbereinigt und stehen ab 01/1991 für Gesamtdeutschland zu Verfügung, für Westdeutschland ab 01/1969 (vgl. Datenbank des Ifo, 2010). Die Europäische Kommission stellt in ihrer Online Datenbank deaggregierte Daten zur Verfügung für die Teilbereiche verarbeitendes Gewerbe, Bauhauptgewerbe, Großhandel und Einzelhandel mit zahlreichen weiteren Unterteilungen. Verwendet werden für diese Arbeit die saisonbereinigten, aggregierten Salden des Ifo aller gewerblichen Unternehmer.

2. *ZEW-Economic Situation (ZEW-ES)*: Indikator der aktuellen Beurteilung der allgemeinen wirtschaftlichen Situation Deutschlands, basierend auf monatlichen Umfrageergebnissen des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) Mannheim mit rund 400 Finanzexperten. Die verwendete Fragestellung lautet: „Die gesamtwirtschaftliche Situation beurteilen wir zur Zeit als...“ mit den Optionen „gut, normal, schlecht, keine Einschätzung“. Die Finanzexperten sollen die Gesamtsituation in Deutschland bewerten, im Gegensatz zu den Ifo und GfK-Befragungen, welche die eigene Situation des Unternehmers oder Haushaltes erfragen. Die Salden werden als Differenz der Anteile guter und schlechter Bewertungen errechnet. Die mittleren Antworten verbleiben neutral bei der Saldoberechnung, so dass die Salden keine präzisen Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der Antworten erlauben (vgl. Datenbank des ZEW, 2010). Die Daten sind saisonbereinigt und stehen ab 12/1992 für Gesamtdeutschland zur Verfügung. Die fehlenden Werte der ersten Monate 01/1991 bis 11/1991 werden ersetzt durch Werte der *Ifo-Geschäftsbeurteilungen*, da beide Reihen eine hohe Korrelation aufweisen.

3. *GfK-Konsumklima (GfK-KK)*: Indikator der aktuellen Beurteilung der wirtschaftlichen Situation deutscher Haushalte, basierend auf monatlichen Umfrageergebnissen der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) Nürnberg mit rund 2.000 privaten Konsumenten. Die Umfragen basieren auf vier Fragen bezüglich der Einschätzung der „finanziel-

len Situation, allgemeinen wirtschaftlichen Situation, Arbeitslosigkeit und Ersparnissen“. Das GfK-Konsumklima wird als einfacher arithmetischer Mittelwerte der Ergebnisse der vier Fragen gebildet (vgl. Datenbank der Europäischen Kommission, 2010). Die Europäische Kommission stellt in ihrer Datenbank weiter deaggregierte Daten zur Verfügung für die Teilbereiche Geschlecht, Alter, Einkommen, Beruf und Bildungsstand. Die verwendeten Zeitreihen sind saisonbereinigt und stehen ab 01/1991 für Gesamtdeutschland zur Verfügung.

Latente Variable: *Erwartungen*

4. *Ifo-Geschäftserwartungen (Ifo-GE)*: Indikator der Geschäftserwartungen gewerblicher Unternehmer für die nächsten sechs Monate, basierend auf monatlichen Panel-Umfrageergebnissen des Ifo-Instituts München mit 7.000 deutschen Unternehmen. Die verwendete Fragestellung lautet: „Erwartungen für die nächsten sechs Monate – unsere Geschäftslage wird in konjunktureller Hinsicht ...“ mit den Optionen „eher günstiger, etwa gleich bleiben, eher ungünstiger“. Genutzt werden die Salden der positiven und negativen Antworten (vgl. Datenbank des Ifo, 2010). Die saisonbereinigte Zeitreihe steht ab 01/1991 für Gesamtdeutschland zu Verfügung, für Westdeutschland ab 01/1969.

5. *ZEW-Konjunkturerwartungen (ZEW-KE)*: Indikator der Erwartungen der allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung Deutschlands für die nächsten sechs Monate, basierend auf monatlichen Umfrageergebnissen des Zentrums für europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) Mannheims mit rund 400 Finanzexperten. Die verwendete Fragestellung lautet: „Die gesamtwirtschaftliche Situation wird sich mittelfristig (6 Monate) ...“ mit den Optionen „verbessern, nicht verändern, verschlechtern, keine Einschätzung“. Genutzt werden die Salden der positiven und negativen Antworten. Die Zeitreihe ist saisonbereinigt und steht ab 12/1992 für Gesamtdeutschland zur Verfügung (vgl. Datenbank des ZEW, 2010). Die fehlenden Werte der ersten Monate 01/1991 bis 11/1991 werden ersetzt durch die Werte der *Ifo-Geschäftserwartungen*, da die beiden Reihen eine hohe Korrelation aufweisen.

6. *GfK-Konsumtenerwartungen (GfK-KE)*: Indikator der Erwartungen der wirtschaftlichen Entwicklung deutscher Haushalte für die nächsten zwölf Monate basierend auf monatlichen Umfrageergebnissen der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) Nürnberg mit rund 2.000 privaten Konsumenten. Die verwendete Fragestellung lautet: „Einschätzung allgemeine wirtschaftliche Situation für die nächsten 12 Monate“. Die Zeitreihe ist saisonbereinigt und steht ab 01/1991 für Gesamtdeutschland zur Verfügung (vgl. Datenbank der Europäischen Kommission, 2010). Die Europäische Kommission stellt in ihrer Datenbank weiter deaggregierte Daten zur Verfügung für die Teilbereiche Geschlecht, Alter, Einkommen, Beruf und Bildungsstand.

Latente Variable: *Nachfrage*

7. *Staatskonsum*: Der Staatskonsum umfasst staatliche Ausgaben für Güter und Dienstleistungen, die vom Staat hergestellt werden oder als Transfers an private Haushalte gehen. Die Daten werden erfasst durch die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes. Die Zeitreihe ist saison-, kalender- und preisbereinigt als Kettenindex mit dem Jahr 2000 = 100 als Basiswert. Die Daten sind verfügbar ab dem 1. Quartal 1991 für Gesamtdeutschland (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010). Die vorliegenden Quartalswerte werden als Stromgrößen gedrittelt für die jeweiligen 3 Monate und diese mit einem gleitenden Mittelwert 3. Ordnung geglättet. Weitere Informationen aus der GENESIS-Datenbank (Kennung 81000-0146) des Statistischen Bundesamtes.

8. *Privatkonsum*: Die Konsumausgaben der privaten Haushalte umfassen ihre Ausgaben für Güter und Dienstleistungen, zudem unter anderem den fiktiven Eigenkonsum von Unternehmern. Die Daten werden erfasst durch die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes. Die Zeitreihe ist saison-, kalender- und preisbereinigt als Kettenindex mit dem Jahr 2000 = 100 als Basiswert. Die Daten sind verfügbar ab dem 1. Quartal 1991 für Gesamtdeutschland (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010). Die vorliegenden Quartalswerte werden als Stromgrößen gedrittelt für die jeweiligen 3 Monate und mit einem gleitenden Mittelwert 3. Ordnung geglättet. Weitere Informationen aus der GENESIS-Datenbank (Kennung 81000-0022) des Statistischen Bundesamtes.

9. *Exporte*: Die Exporte umfassen alle Verkäufe von Gütern und Dienstleistungen ins Ausland. Die Daten werden erfasst durch die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes. Die Zeitreihe ist saison-, kalender- und preisbereinigt als Kettenindex mit dem Jahr 2000 = 100 als Basiswert. Die Daten sind verfügbar ab dem 1. Quartal 1991 für Gesamtdeutschland (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010). Die vorliegenden Quartalswerte werden als Stromgrößen gedrittelt für die jeweiligen 3 Monate und diese mit einem gleitenden Mittelwert 3. Ordnung geglättet. Weitere Informationen aus der GENESIS-Datenbank (Kennung 81000-0028) des Statistischen Bundesamtes.

Latente Variable: *Investitionen*

10. *Ausrüstungsinvestitionen*: Ausrüstungsinvestitionen umfassen Ausgaben für bewegliche Investitionsgüter, wie Maschinen und sonstige Geschäftsaustattungen und sind Teil der Bruttoanlageinvestitionen. Die Daten werden erfasst in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes. Die Zeitreihe ist saison-, kalender- und preisbereinigt als Kettenindex mit dem Jahr 2000 = 100 als Basiswert. Die Daten sind verfügbar ab dem 1. Quartal 1991 für Gesamtdeutschland (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010). Die vorliegenden Quartalswerte werden als

Stromgrößen gedrittelt für die jeweiligen 3 Monate und diese mit einem gleitenden Mittelwert 3. Ordnung geglättet. Weitere Informationen aus der GENESIS-Datenbank (Kennung 81000-0024) des Statistischen Bundesamtes.

11. *Bauinvestitionen*: Die Bauinvestitionen umfassen Ausgaben für Bauleistungen an Bauwerken und fest verbundene Einrichtungen und sind Teil der Bruttoanlageinvestitionen. Die Daten werden erfasst in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes. Die Zeitreihe ist saison-, kalender- und preisbereinigt als Kettenindex mit dem Jahr 2000 = 100 als Basiswert. Die Daten sind verfügbar ab dem 1. Quartal 1991 für Gesamtdeutschland (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010). Die vorliegenden Quartalswerte werden als Stromgrößen gedrittelt für die jeweiligen 3 Monate und diese mit einem gleitenden Mittelwert 3. Ordnung geglättet. Weitere Informationen aus der GENESIS-Datenbank (Kennung 81000-0024) des Statistischen Bundesamtes.

12. *Sonstige Anlageinvestitionen*: Sonstige Anlageinvestitionen umfassen Ausgaben für immaterielle Anlagegüter wie Urheberrechte und sind Teil der Bruttoanlageinvestitionen. Die Daten werden erfasst in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes. Die Zeitreihe ist saison-, kalender- und preisbereinigt als Kettenindex mit dem Jahr 2000 = 100 als Basiswert. Die Daten sind verfügbar ab dem 1. Quartal 1991 für Gesamtdeutschland (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010). Die vorliegenden Quartalswerte werden als Stromgrößen gedrittelt für die jeweiligen drei Monate und diese mit einem gleitenden Mittelwert 3. Ordnung geglättet. Weitere Informationen aus der GENESIS-Datenbank (Kennung 81000-0024) des Statistischen Bundesamtes.

Latente Variable: *Auftragseingänge*

13. *Auftragseingang verarbeitendes Gewerbe*: Der Auftragseingang im verarbeitenden Gewerbe umfasst fest akzeptierte Warenaufträge in ausgewählten Wirtschaftsbereichen. Das verarbeitende Gewerbe umfasst Vorleistungs-, Investitions-, Gebrauchs- und Verbrauchsgüterproduzenten und ist der wichtigste Teil des produzierenden Gewerbes (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010). Verwendet wird in dieser Arbeit der preisbereinigte Volumenindex, arbeitstäglich- und saisonbereinigt. Die Daten liegen ab 01/1991 monatlich vor für Gesamtdeutschland. Weitere Informationen aus der GENESIS-Datenbank (Kennung 42151-0004) des Statistischen Bundesamtes.

14. *Auftragseingang Vorleistungsgüter*: Für weitere Erläuterungen siehe *Auftragseingang verarbeitendes Gewerbe*. Vorleistungsgüter umfassen Zwischenprodukte, die weiterverarbeitet werden.

15. *Auftragseingang Investitionsgüter*: Für weitere Erläuterungen siehe *Auftragseingang verarbeitendes Gewerbe*. Investitionsgüter umfassen langlebige Gebrauchsgüter, welche zur Herstellung oder Weiterverarbeitung genutzt werden.

16. *Auftragseingang Konsumgüter*: Für weitere Erläuterungen siehe *Auftragseingang verarbeitendes Gewerbe*. Konsumgüter können privat genutzte Verbrauchs- oder Gebrauchsgüter sein.

17. *Auftragseingang Verbrauchsgüter*: Für weitere Erläuterungen siehe *Auftragseingang verarbeitendes Gewerbe*. Verbrauchsgüter können beim Konsum oder Produktion nur einmalig bzw. kurzfristig eingesetzt werden. Zu der Gruppe zählen unter anderem Rohstoffe, Lebensmittel und Wasser.

18. *Auftragseingang Gebrauchsgüter*: Für weitere Erläuterungen siehe *Auftragseingang verarbeitendes Gewerbe*. Gebrauchsgüter können beim Konsum oder Produktion mehrfach eingesetzt werden. Zu der Gruppe zählen unter anderem Kraftfahrzeuge und Haushaltsgeräte.

19. *Auftragseingang Bauhauptgewerbe*: Für weitere Erläuterungen siehe *Auftragseingang verarbeitendes Gewerbe*. Das Bauhauptgewerbe umfasst Bauunternehmen, die Planungs- und Ausführungsleistungen erbringen zur Errichtung von Bauwerken. Es ist Teil des gesamten Baugewerbes neben dem Ausbaugewerbe. Die Auftragseingänge werden monatlich erfasst durch die Statistischen Landesämter (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010).

Latente Variable: *Aktien Dtl.*

20. *DAX-Kursindex*: Der Deutsche Aktienindex DAX bildet die Entwicklung der 30 größten deutschen Unternehmen an der Frankfurter Börse ab. Er wird als Performance- und Kursindex veröffentlicht, beim Letzteren werden nur die reinen Kurswerte ohne Dividenden zur Indexberechnung genutzt. Die zeitliche Erfassung hat sich Laufe der Jahre deutlich verfeinert, der DAX wird seit 2006 als sekundenaktueller Wert gebildet (vgl. Erläuterungen der Deutsche Börse AG, 2010c). Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen als Monatsendstände in ihrer Datenbank zur Verfügung (Kennung: WU3140). Die jeweiligen Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als einfacher arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatsendstandes und des vorherigen Monatsendstandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung im Monat zu repräsentieren.

21. *DAX-Performanceindex*: Siehe *DAX-Kursindex* für allgemeine Erläuterung zum DAX. Der *DAX-Performanceindex* beinhaltet Dividenden bei der Indexberechnung. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen als Monatsendstände in ihrer Datenbank zur Verfügung (Kennung: WU3141). Die jeweiligen Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als einfacher arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatsendstandes und des vorherigen Monatsendstandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung im Monat zu repräsentieren.

22. *CDAX-Kursindex*: Der Composite DAX (CDAX) beinhaltet die an der Frankfurter Börse im General und Prime Standard zugelassenen deutschen Aktien (mehrere hundert Unternehmen) und ist somit eine Verbreiterung des enger definierten DAX. Der CDAX wird als Performance- und Kursindex veröffentlicht, beim Letzteren werden die Dividenden zur Indexberechnung nicht genutzt (vgl. Erläuterungen der Deutsche Börse AG, 2010c). Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen als Monatsendstände in ihrer Datenbank zur Verfügung (Kennung: WU001A). Die jeweiligen Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als einfacher arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatsendstandes und des vorherigen Monatsendstandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung im Monat zu repräsentieren.

23. *CDAX-Performanceindex*: Siehe *CDAX-Kursindex* für allgemeine Informationen zum CDAX. Der *CDAX-Performanceindex* beinhaltet Dividenden bei der Indexberechnung. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen als Monatsendstände in ihrer Datenbank zur Verfügung (Kennung: WU018A). Die jeweiligen Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als einfacher arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatsendstandes und des vorherigen Monatsendstandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung im Monat zu repräsentieren.

Latente Variable: *Anleihen*

24. *REX-Kursindex*: Der Rentenindex REX bildet die Entwicklung deutscher Staatsanleihen am deutschen Rentenmarkt ab. Er wird durch die Deutschen Börse AG als Performance- und Kursindex veröffentlicht, beim Letzteren werden unter anderem Zinserträge und Laufzeitänderungen nicht berücksichtigt. Der Index wird berechnet mit 30 künstlich gebildeten, öffentlichen Anleihen (vgl. Erläuterungen der Deutschen Börse AG, 2008b). Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen in ihrer Datenbank als Monatsendstände zur Verfügung (Kennung: WU035A). Die jeweiligen Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als einfacher arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatsendstandes und des vorherigen Monatsendstandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung im Monat zu repräsentieren.

25. *REX-Performanceindex*: Siehe *REX-Kursindex* für allgemeine Erläuterungen. Der *REX-Performanceindex* berücksichtigt unter anderem Kuponzahlungen bei der Indexberechnung. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen in ihrer Datenbank als Monatsendstände zur Verfügung (Kennung: WU046A). Die jeweiligen Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als einfacher arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatsendstandes und des vorherigen Monatsendstandes, um die mittlere Entwicklung im Monat zu repräsentieren.

26. *iBoxx-Kursindex*: Der *iBoxx-Kursindex* der Deutschen Börsen AG beschreibt die Kursentwicklung der börsennotierten Bundeswertpapiere wie Bundesanleihen (vgl. Erläuterung im Bundesbank-Datenverzeichnis, 2010). Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen in ihrer Datenbank als Monatsendstände zur Verfügung (Kennung:

WX3041). Da die Werte erst ab 12/1998 zur Verfügung stehen wird die Zeitreihe nur für die graphische Darstellung, nicht für die Modellierung genutzt.

27. *iBoxx-Performanceindex*: Siehe *iBoxx-Kursindex* für allgemeine Informationen. Beim *iBoxx-Performanceindex* werden auch Kuponzahlungen und Stückzinsen bei der Indexberechnung berücksichtigt (vgl. Erläuterung im Bundesbank-Datenverzeichnis, 2010). Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen in ihrer Datenbank als Monatsendstände zur Verfügung (Kennung: WX9141). Da die Werte erst ab 12/1998 zur Verfügung stehen wird die Zeitreihe nur für die graphische Darstellung, nicht für die Modellierung genutzt.

Latente Variable: *Aktien international*

28. *Dow Jones IA*: Der *Dow Jones Industrial Average* (kurz Dow) gehört zu den ältesten und bedeutendsten US-amerikanischen Aktienindizes. Er umfasst die 30 bedeutendsten Unternehmen der New York Stock Exchange (NYSE). Als Kursindex werden Dividendenzahlungen nicht in der Berechnung berücksichtigt (vgl. Dow Jones Indexes Datenbank, 2010). Die Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatshöchst- und Tiefststandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung des Monats zu repräsentieren.

29. *Dow Jones Composite*: Der *Dow Jones Composite Average* (*Dow Jones Cp*) Aktienindex beinhaltet 65 US-amerikanische Unternehmen, die an der New York Stock Exchange und NASDAQ gelistet sind. Er wird als Kursindex ohne Dividenden berechnet (vgl. Dow Jones Indexes Datenbank, 2010). Die Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatshöchst- und Tiefststandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung des Monats zu repräsentieren.

30. *Nasdaq Composite*: Der *Nasdaq Composite* umfasst über 3000 Aktien, die in der US-amerikanischen Börse NASDAQ gelistet sind. Er wurde 1971 eingeführt mit 100 Indexpunkten (vgl. Nasdaq Global Indices Datenbank, 2010). Die Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatshöchst- und Tiefststandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung des Monats zu repräsentieren.

31. *Nasdaq 100*: Der *Nasdaq 100* beinhaltet die 100 größten Unternehmen, welche an der US-amerikanischen Börse NASDAQ gelistet sind. Er wird damit wesentlich schmaler gebildet als der umfassendere *Nasdaq Composite*. Als Kursindex berücksichtigt er keine Dividendenzahlungen (vgl. Nasdaq Global Indices Datenbank, 2010). Die Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatshöchst- und Tiefststandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung des Monats zu repräsentieren.

32. *S&P 500*: Der *Standard and Poor's 500* ist der dritte bedeutende US-amerikanische Aktienindex neben *Dow Jones* und *Nasdaq*. Er wurde 1957 eingeführt durch die Ratinggesellschaft Standard & Poor's Corp. Der Index umfasst die 500 größten Unternehmen der USA. Er berücksichtigt als Kursindex keine Dividendenzahlungen (vgl. S&P Indices Datenbank, 2010). Die Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatshöchst- und Tiefststandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung des Monats zu repräsentieren.

33. *Russell 2000*: Der *Russell 2000* ist ein US-amerikanischer Aktienindex, der die 2000 kleineren Unternehmen des umfassenderen Russell 3000 Index beinhaltet. Der Index wurde erstmals 1984 veröffentlicht von der Investment- und Beratungsfirma Russell Investment Group (vgl. Russel Inv. Datenbank, 2010). Die Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatshöchst- und Tiefststandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung des Monats zu repräsentieren.

34. *FTSE 100*: Der *FTSE 100* (Financial Times Stock Exchange) ist der bedeutendste Aktienindex im Vereinigten Königreich. Er repräsentiert die Entwicklung der 100 größten Unternehmen an der London Stock Exchange (LSE). Der *FTSE 100* wird als Kursindex ohne Dividendenzahlungen berechnet (vgl. London Stock Exchange Statistics, 2010). Die Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatshöchst- und Tiefststandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung des Monats zu repräsentieren.

35. *Hang Seng*: Der *Hang Seng Index* zählt zu den ältesten und bedeutendsten Aktienindizes in Hongkong, China. Er wurde 1969 eingeführt und beinhaltet ca. 40 Unternehmen, die an der Hong Kong Stock Exchange (HKSE) gelistet sind (vgl. Hong Kong Statistics & Research, 2010). Die Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatshöchst- und Tiefststandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung des Monats zu repräsentieren.

36. *Nikkei 225*: Der *Nikkei 225* zählt zu den ältesten und bedeutendsten Aktienindizes an der Tokioter Börse (TSE). Er bildet die Entwicklung von 225 ausgewählten japanischen Unternehmen ab und wurde 1950 erstmals veröffentlicht (vgl. TSE Datenbank, 2010). Die Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatshöchst- und Tiefststandes (eigene Berechnungen), um die Entwicklung des Monats zu repräsentieren.

37. *CAC 40*: Der *Cotation Assistée en Continu 40* beinhaltet als französischer Aktienindex die 40 bedeutendsten französischen Unternehmen der Pariser Börse. Er wurde 1987 eingeführt. Bei dem Kursindex bleiben Dividenden unberücksichtigt (vgl. NYSE Euronext Datenbank, 2010). Die Monatswerte werden für diese Arbeit gebildet als arithmetischer Mittelwert des jeweiligen Monatshöchst- und Tiefststandes (eigene Berechnungen), um die mittlere Entwicklung des Monats zu repräsentieren.

Latente Variable: *Geldmarktzinsen*

38. *Frankfurt Tagesgeld*: Die Geldmarktsätze am Frankfurter Bankplatz sind ein Mittelwert, der zwischen privaten Kreditinstituten gehandelten Zinssätze bei einer Laufzeit von einem Tag. Die Werte basieren auf einer handelstäglichen Umfrage der Deutschen Bundesbank unter einer Auswahl an privaten Geschäftsbanken (vgl. Deutsche Bundesbank Datenbank, 2010). Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen in ihrer Datenbank zur Verfügung (Kennung: SU0101).

39. *Frankfurt Monatsgeld*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Frankfurt Tagesgeld*. Die Laufzeit beträgt einen Monat. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen in ihrer Datenbank zur Verfügung (Kennung: SU0104).

40. *Frankfurt Dreimonatsgeld*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Frankfurt Tagesgeld*. Die Laufzeit beträgt drei Monate. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen in ihrer Datenbank zur Verfügung (Kennung: SU0107).

41. *Frankfurt Sechsmonatsgeld*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Frankfurt Tagesgeld*. Die Laufzeit beträgt sechs Monate. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen in ihrer Datenbank zur Verfügung (Kennung: SU0250).

42. *Frankfurt Zwölfmonatsgeld*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Frankfurt Tagesgeld*. Die Laufzeit beträgt zwölf Monate. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen in ihrer Datenbank zur Verfügung (Kennung: SU0253).

43. *Fibor/Euribor Einmonatsgeld*: Die Frankfurt Interbank Offered Rate (Fibor) ist der ehemalige Zinssatz, zu dem sich deutsche Geschäftsbanken untereinander Kredite in DM erteilten. Die Euro Interbank Offered Rate (Euribor) ist die entsprechende Erweiterung für den Euroraum. Laufzeiten betragen von einer Woche bis zu zwölf Monaten. Der Euribor wurde mit der Gemeinschaftswährung 1999 eingeführt und ersetzte den Fibor (vgl. Datenbank der Deutschen Bundesbank, 2010). In dieser Arbeit werden die jeweiligen Monatsmittelwerte verwendet und die Zeitreihen Fibor und Euribor bei entsprechend gleicher Laufzeit verbunden am Januar 1999. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen Fibor (Kennung: SU0262) und Euribor (Kennung: SU0310) in ihrer Datenbank zur Verfügung.

44. *Fibor/Euribor Dreimonatsgeld*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Fibor/Euribor Einmonatsgeld*. Die Laufzeit beträgt drei Monate. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen Fibor (Kennung: SU0268) und Euribor (Kennung: SU0316) in ihrer Datenbank zur Verfügung.

45. *Fibor/Euribor Sechsmonatsgeld*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Fibor/Euribor Einmonatsgeld*. Die Laufzeit beträgt sechs Monate. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen Fibor (Kennung: SU0277) und Euribor (Kennung: SU0325) in ihrer Datenbank zur Verfügung.

46. *Fibor/Euribor Neunmonatsgeld*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Fibor/Euribor Einmonatsgeld*. Die Laufzeit beträgt neun Monate. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen Fibor (Kennung: SU0286) und Euribor (Kennung: SU0334) in ihrer Datenbank zur Verfügung.

47. *Fibor/Euribor Zwölfmonatsgeld*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Fibor/Euribor Einmonatsgeld*. Die Laufzeit beträgt zwölf Monate. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihen Fibor (Kennung: SU0295) und Euribor (Kennung: SU0343) in ihrer Datenbank zur Verfügung.

Latente Variable: *Leitzinsen*

48. *EZB Hauptrefinanzierungssatz*: Der Hauptrefinanzierungssatz (HRS) ist der bedeutendste Leitzins der Europäischen Zentralbank (EZB) neben dem *Spitzenrefinanzierungssatz* und dem *Einlagesatz*. In Höhe der Leitzinsen können sich Geschäftsbanken bei den jeweiligen Zentralbanken Geld leihen durch Hinterlegung von Sicherheiten. Der HRS wurde von der EZB zum 01. Januar 1999 mit dem Euro eingeführt. Es gibt keinen eindeutigen Vorgänger, aber der ehemalige Diskontsatz der Deutschen Bundesbank (DB) war ein ähnliches Zinsinstrument. Die beiden Leitzinsen der DB und EZB werden zum Januar 1999 verbunden. Falls eine Leitzinsänderung innerhalb eines Monats geschah, wird als Monatswert der länger aktuelle Leitzinssatz verwendet. Die DB stellt die Zeitreihe (Kennung: SU0202) in ihrer Datenbank zur Verfügung.

49. *EZB Spitzenrefinanzierungssatz*: Der Spitzenrefinanzierungssatz ist einer der Leitzinsen der Europäischen Zentralbank (EZB) und wird erhoben für kurzfristige Geldleihen europäischer Geschäftsbanken. Für die allgemeine Bedeutung eines Leitzinses siehe *Hauptrefinanzierungssatz*. Vor 1999 wurde in Deutschland mit dem Lombardsatz der Deutschen Bundesbank (DB) ein vergleichbares Instrument verwendet. Die beiden genannten Zeitreihen der DB und EZB werden zum Januar 1999 verbunden. Falls eine Leitzinsänderung innerhalb eines Monats geschah, wird in dieser Arbeit als Monatswert der länger aktuelle Leitzinssatz verwendet. Die DB stellt die Zeitreihe (Kennung: SU0201) in ihrer Datenbank zur Verfügung.

50. *Federal Funds Rate*: Die Federal Funds Rate (kurz Fed Rate) ist der zentrale US-amerikanische Leitzins und wird von der US-Notenbank Federal Reserve (Fed) bestimmt. Falls eine Leitzinsänderung innerhalb eines Monats geschah, wird in dieser Arbeit als Monatswert der länger aktuelle Leitzinssatz verwendet.

51. *Official Bank Rate*: Die Official Bank Rate (auch Base Rate, Repo Rate genannt) ist der zentrale Leitzins des Vereinigten Königreichs und wird von der Bank of England bestimmt. Falls eine Leitzinsänderung innerhalb eines Monats geschah, wird in dieser Arbeit als Monatswert der länger aktuelle Leitzinssatz verwendet.

52. *Overnight Call Rate*: Die Overnight Call Rate ist der zentrale Leitzins der staatlichen Bank of Japan zu dem sich japanische Geschäftsbanken kurzfristig Geld leihen. Falls eine Leitzinsänderung innerhalb eines Monats geschah, wird als Monatswert in dieser Arbeit der länger aktuelle Leitzinssatz verwendet.

Latente Variable: *Inflation*

53. *Verbraucherpreisindex gesamt*: Der Verbraucherpreisindex (VPI) bewertet die Preisentwicklung der Waren und Dienstleistungen, die von deutschen Haushalten gekauft werden und repräsentiert somit die mittlere Geldwertentwicklung. Es wird zur Berechnung ein möglichst repräsentativer Warenkorb erstellt mit ca. 700 Güterarten, basierend auf Stichproben mit Hilfe eines Wägungsschemas (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010). Verwendet werden für diese Arbeit die prozentualen Veränderungen der Monatswerte des VPI im Verhältnis zum Vorjahresmonat. Die Werte von 1991 beziehen sich auf das Jahr 1990, welches nur für das alte Bundesgebiet zur Verfügung steht. Alternativ können die originären Preisindizes verwendet werden, welche aber starke Trends aufweisen oder die prozentualen Veränderungen zum Vormonat, welche nur stochastisches Rauschen erkennen lassen. Da die Preiserhebungen innerhalb eines Monats getätigt werden, dienen die Werte als Repräsentation des gesamten Monats. Weitere Informationen aus der GENESIS-Datenbank (Kennung 13321-0001) des Statistischen Bundesamtes.

54. *Verbraucherpreisindex Nahrungsmittel*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Verbraucherpreisindex gesamt*. Ermittelt wird die Preissteigerung in der Gruppe Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke mit Unterteilungen in Brot, Gemüse, etc. Im Wägungsschema des Jahres 2005 erhält diese Gruppe 10,3 Prozent der Gesamtlebenshaltungsausgaben.

55. *Verbraucherpreisindex Alkohol, Tabak*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Verbraucherpreisindex gesamt*. Ermittelt wird die Preissteigerung in der Gruppe alkoholische Getränke, Tabakwaren. Im Wägungsschema des Jahres 2005 erhält diese Gruppe 3,9 Prozent der Gesamtlebenshaltungsausgaben.

56. *Verbraucherpreisindex Bekleidung*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Verbraucherpreisindex gesamt*. Ermittelt wird die Preissteigerung in der Gruppe Bekleidung und Schuhe mit Unterteilungen in Bekleidungsartikel, chemische Reinigung etc. Im Wägungsschema des Jahres 2005 erhält diese Gruppe 4,9 Prozent der Gesamtlebenshaltungsausgaben.

57. *Verbraucherpreisindex Mietkosten*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Verbraucherpreisindex gesamt*. Ermittelt wird die Preissteigerung in der Gruppe Wohnungsmiete, Wasser, Strom, Gas etc. mit Unterteilungen in Wohnungsmieten, Wasserversorgung, etc. Im Wägungsschema des Jahres 2005 erhält diese mit Abstand größte Gruppe 30,8 Prozent der Gesamtlebenshaltungsausgaben.

58. *Verbraucherpreisindex Haushaltseinrichtung*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Verbraucherpreisindex gesamt*. Ermittelt wird die Preissteigerung der Gruppe Einrichtungsgegenstände für den Haushalt mit Unterteilungen in Möbel, Werkzeuge, etc. Im Wägungsschema des Jahres 2005 erhält diese Gruppe 5,6 Prozent der Gesamtlebenshaltungsausgaben.

59. *Verbraucherpreisindex Gesundheitspflege*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Verbraucherpreisindex gesamt*. Ermittelt wird die Preissteigerung der Gruppe Gesundheitspflege mit Unterteilungen in medizinische Erzeugnisse, Geräte und Ausrüstungen, etc. Im Wägungsschema des Jahres 2005 erhält diese Gruppe 4,0 Prozent der Gesamtlebenshaltungsausgaben.

60. *Verbraucherpreisindex Verkehr*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Verbraucherpreisindex gesamt*. Ermittelt wird die Preissteigerung der Gruppe Verkehr mit Unterteilungen in Kauf von Fahrzeugen, Verkehrsdienstleistungen, etc. Im Wägungsschema des Jahres 2005 erhält diese Gruppe 13,2 Prozent der Gesamtlebenshaltungsausgaben.

61. *Verbraucherpreisindex Kommunikation*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Verbraucherpreisindex gesamt*. Ermittelt wird die Preissteigerung der Gruppe Nachrichtenübermittlung mit Unterteilungen in Post- und Kurierdienstleistungen, Telefongeräte, etc. Im Wägungsschema des Jahres 2005 erhält diese Gruppe 3,1 Prozent der Gesamtlebenshaltungsausgaben.

62. *Verbraucherpreisindex Freizeit*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Verbraucherpreisindex gesamt*. Ermittelt wird die Preissteigerung der Gruppe Freizeit, Unterhaltung und Kultur mit Unterteilungen in Foto, Filmausrüstung, etc. Im Wägungsschema des Jahres 2005 erhält diese Gruppe 11,6 Prozent der Gesamtlebenshaltungsausgaben.

63. *Verbraucherpreisindex Bildung*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Verbraucherpreisindex gesamt*. Ermittelt wird die Preissteigerung der Gruppe Bildungswesen mit Unterteilungen in Dienstleistungen des Elementarbereiches, Tertiärbereichs, etc. Im Wägungsschema des Jahres 2005 erhält diese Gruppe 0,7 Prozent der Gesamtlebenshaltungsausgaben.

64. *Verbraucherpreisindex Beherbergung*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Verbraucherpreisindex gesamt*. Ermittelt wird die Preissteigerung der Gruppe Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen. Im Wägungsschema des Jahres 2005 erhält diese Gruppe 4,4 Prozent der Gesamtlebenshaltungsausgaben.

65. *Verbraucherpreisindex sonstige Waren*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Verbraucherpreisindex gesamt*. Ermittelt wird die Preissteigerung der Gruppe sonstige Waren und Dienstleistungen mit Unterteilungen in Körperpflege, Versicherungsdienstleistungen, etc. Im Wägungsschema des Jahres 2005 erhält diese Gruppe 7,5 Prozent der Gesamtlebenshaltungsausgaben.

66. *Erzeugerpreise gewerbliche Güter*: Der Index berechnet die mittlere Preisentwicklung von Industrieprodukten und Rohstoffen, die in Deutschland produziert und verkauft werden. Die Produzenten umfassen das verarbeitende Gewerbe, Energie- und Wasserwirtschaft sowie Bergbau (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010). Verwendet werden für diese Arbeit die prozentualen Veränderungen der Monatswerte im Verhältnis zum Vorjahresmonat. Weitere Informationen aus der GENESIS-Datenbank (Kennung 61241-0002) des Statistischen Bundesamtes.

67. *Energierohstoffpreise*: Der Energierohstoffpreisindex wird monatlich seit 1978 vom Hamburgischen Welt-Wirtschafts-Institut (HWWI) veröffentlicht. Der Index misst die Preisentwicklung der Energierohstoffimporte der EWU-Länder. Verwendet werden für diese Arbeit die monatlichen Indexwerte. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihe (Kennung: IUW510) in ihrer Datenbank zur Verfügung.

68. *Rohstoffpreise ohne Energie*: Der Rohstoffpreisindex wird monatlich seit 1978 vom Hamburgischen Welt-Wirtschafts-Institut (HWWI) veröffentlicht. Er misst die Preisentwicklung der Rohstoffimporte ohne Energierohstoffe der EWU-Länder. Verwendet werden für diese Arbeit die monatlichen Indexwerte. Die Deutsche Bundesbank stellt die Zeitreihe (Kennung: IUW501) in ihrer Datenbank zur Verfügung.

Latente Variable: *Beschäftigung*

69. *Erwerbstätige Inland*: Erwerbstätig (Anzahl) sind alle Arbeiter, Angestellte, Beamte, Selbstständige, die regelmäßig erwerbstätig sind. Die Erwerbstätigenzahlen werden nach dem Inlandskonzept (Arbeitsortkonzept) ausgewiesen. Das Statistische Bundesamt veröffentlicht monatliche Durchschnittszahlen der Erwerbstätigen in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Die Zeitreihe liegt monatlich ab 01/1991 für Gesamtdeutschland vor, saisonbereinigt. Weitere Informationen aus der GENESIS-Datenbank (Kennung 13321-0001) des Statistischen Bundesamtes.

70. *Erwerbstätige Inländer*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Erwerbstätige Inland*. Die Anzahl der Erwerbstätigen wird nach dem Inländerkonzept erfasst (Wohnortkonzept). Die Zeitreihe liegt monatlich ab 01/1991 für Gesamtdeutschland vor, saisonbereinigt. Weitere Informationen aus der GENESIS-Datenbank (Kennung 13321-0001) des Statistischen Bundesamtes.

71. *Offene Stellen*: Anzahl der von Unternehmen an die Bundesagentur für Arbeit gemeldeten offenen Stellen in Deutschland. Daten sind verfügbar bis einschließlich 12/2004 als Monatsendstände, ab 01/2005 als Stand zur Monatsmitte. Die Zeitreihe liegt ab 12/1991 für Gesamtdeutschland vor, saisonbereinigt (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010). Im Jahr 1991 werden die Werte für Westdeutschland genutzt, angepasst durch einen erhöhten Mittelwert, um ohne Bruch an die gesamtdeutschen Werte anzuschließen (eigene Berechnungen).

72. *Erwerbslosenquote gesamt*: Die Erwerbslosenquote ist der Anteil der Erwerbslosen an den Erwerbspersonen. Die Daten basieren auf der International Labour Organization (ILO) Statistik des Statistischen Bundesamtes. Die Erwerbstätigenquote wird mit Untergliederungen nach Alter und Geschlecht monatlich veröffentlicht (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010). Die Zeitreihe liegt monatlich ab 01/1992 für Gesamtdeutschland vor, saisonbereinigt. Die Quoten der ILO-Arbeitsmarktstatistik sind Monatsdurchschnittswerte. Für das Jahr 1991 werden die Quoten für Westdeutschland genommen in Ermangelung gesamtdeutscher Daten. Weitere Informationen aus der GENESIS-Datenbank (Kennung 13321-0003) des Statistischen Bundesamtes.

73. *Erwerbslosenquote männlich*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Erwerbslosenquote gesamt*. Die *Erwerbslosenquote männlich* enthält nur männliche Erwerbslose gemessen an den männlichen Erwerbspersonen.

74. *Erwerbslosenquote weiblich*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Erwerbslosenquote gesamt*. Die *Erwerbslosenquote weiblich* enthält nur weibliche Erwerbslose gemessen an den weiblichen Erwerbspersonen

75. *Erwerbslosenquote unter 25*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Erwerbslosenquote gesamt*. Die *Erwerbslosenquote unter 25* enthält nur jugendliche Erwerbslose unter 25 Jahren gemessen an den jugendlichen Erwerbspersonen.

76. *Erwerbslosenquote über 25*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Erwerbslosenquote gesamt*. Die *Erwerbslosenquote über 25* enthält nur erwachsene Erwerbslose über 25 Jahren gemessen an erwachsenen Erwerbspersonen.

Latente Variable: *Arbeitskosten*

77. *Lohnstückkosten – produzierendes Gewerbe*: Das Statistische Bundesamt ermittelt in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung die Lohnstückkosten (LSK) als Lohnkosten in Relation zur Arbeitsproduktivität. Das produzierende Gewerbe umfasst verarbeitendes Gewerbe, Bergbau, Energie- und Wasserversorgung und Baugewerbe. Der Beitrag zur Bruttowertschöpfung in Deutschland betrug 2005 rund 23,4 Prozent (vgl. Datenbank des Statistischen Bundesamtes, 2010). Das Statistische Bundesamt bietet die Originalwerte (Kennung 81000-0018) in jeweiligen Preisen ohne Saisonbereinigung. Die Deutsche Bundesbank stellt weiterverarbeitete Zeitreihen zur Verfügung (Kennung JAB949) mit der Quellenangabe Statistisches Bundesamt und Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit. Die Zeitreihe ist saison-, kalenderbereinigt und preisbereinigt als Kettenindex mit der Basis Jahr 2000 = 100. Die Daten sind verfügbar ab dem 1. Quartal 1991 für Gesamtdeutschland. Die Quartalswerte werden auf die jeweiligen 3 Monate kopiert und anschließend mit einem gleitenden Mittelwert 3. Ordnung geglättet.

78. *Lohnstückkosten – Unternehmen ohne private Dienstleister*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Lohnstückkosten – produzierendes Gewerbe*. Es werden keine privaten Dienstleister erfasst für diese Zeitreihe.

79. *Lohnstückkosten – Baugewerbe*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Lohnstückkosten – produzierendes Gewerbe*. Das Baugewerbe beinhaltet Bauunternehmen, die Planungs- und Ausführungsleistungen zur Errichtung von Bauwerken durchführen. Es umfasst Hochbau, Tiefbau, Wohnungsbau, Bauinstallation und sonstiges Baugewerbe.

80. *Lohnstückkosten – Handel u.a.*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Lohnstückkosten – produzierendes Gewerbe*. Es werden nur Unternehmen des Handels, Gastgewerbes und Verkehrs erfasst für diese Zeitreihe.

81. *Lohnstückkosten – Finanzierung u.a.*: Für allgemeine Erläuterungen siehe *Lohnstückkosten – produzierendes Gewerbe*. Es werden nur Unternehmen der Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistung erfasst für diese Zeitreihe.

Daten

- Bank Of England (BoE) in London, Vereinigtes Königreich: *Statistics*, Online-Datenbank verfügbar unter www.bankofengland.co.uk/statistics/index.htm
- Bank Of Japan (BoJ) in Nihonbashi-Tokio, Japan: *Statistics*, Online-Datenbank verfügbar unter www.boj.or.jp/en/theme/stat/index.htm
- Bundesagentur für Arbeit (BA) in Nürnberg: *Veröffentlichungen – Statistik der Bundesagentur für Arbeit*, Online-Datenbank verfügbar unter www.arbeitsagentur.de
- Deutsche Börse AG (DBörse) in Frankfurt am Main: *Market Data & Analytics*, Online-Datenbank verfügbar unter <http://deutsche-boerse.com/>
- Deutsche Bundesbank (DB) in Frankfurt am Main: *Statistik-Portal*, Online-Datenbank verfügbar unter www.bundesbank.de/statistik
- Dow Jones & Company in New York City, USA (News Corporation): *Dow Jones Indexes*, Online-Datenbank verfügbar (Registrierung) unter www.djindexes.com
- Europäische Kommission (EK) in Brüssel, Belgien: *Economic databases and indicators*, Online-Datenbank verfügbar unter http://ec.europa.eu/economy_finance/db_indicators/index_en.htm
- Europäische Zentralbank (EZB) in Frankfurt am Main: *Statistical Data Warehouse*, Online-Datenbank verfügbar unter <http://sdw.ecb.europa.eu/>
- Eurostat (ES) in Luxemburg: *Statistiken*, Online-Datenbank verfügbar unter <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
- Federal Reserve System (Fed) in Washington D.C., USA: *Economic Research & Data*, Online-Datenbank: www.federalreserve.gov/econresdata/de_fault.htm
- Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) in Nürnberg: *Infopool*, Online-Datenbank verfügbar unter www.gfkps.com/scan/infopool/index.de.html
- Hong Kong Stock Exchange (HKSE) in Hong Kong, China: *Statistics & Research*, Online-Datenbank verfügbar unter www.hkex.com.hk/eng/stat/statistics.htm
- Ifo-Institut (Ifo) in München: *LMU-ifo Economics & Business Data Center (EBDC)*, Online-Datenbank verfügbar unter www.cesifo-group.de
- National Association of Securities Dealers Automated Quotations (Nasdaq) in New York City, USA (NASDAQ OMX Group): *Market statistics*, Online-Datenbank verfügbar unter www.nasdaq.com/newsroom/stats/main.stm

New York Stock Exchange (NYSE) in New York City, USA (NYSE Euronext Group): *NYSE Technologies – Data Products*

Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) in Paris, Frankreich: *OECD.Stat.Extracts* und *OECD.Stat*, Online-Datenbanken verfügbar unter www.oecd.org/statsportal

Paris Bourse (PB) in Paris, Frankreich (NYSE Euronext Group): *Statistics*, Online-Datenbanken verfügbar unter www.euronext.com/statisticscentre/landing/statistics-8301-EN.html

Russell Investments (Russell) in New York City, USA: *Russell Indexes – Index Data*, Online-Datenbanken verfügbar unter www.russell.com/Indexes/data/default.asp

Standard & Poor's (S&P) in New York City, USA: *Indices*, Online-Datenbanken verfügbar unter www.standardandpoors.com/home/en/us

Statistisches Bundesamt Deutschland (SBA) in Wiesbaden: *GENESIS*, Online-Datenbank verfügbar unter www.destatis.de

Tokyo Stock Exchange (TSE) in Chūō-Tokio, Japan: *Market Information*, Online-Datenbank verfügbar unter www.tse.or.jp/english/market/EREALIDX/index.html

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) in Mannheim: *ZEW-Konjunkturerwartungen*, Online-Daten verfügbar unter www.zew.de

Gewichte und Ladungen

Die folgenden Tabellen enthalten die Gewichte und Ladungen der (D)PLS-Modelle, soweit diese nicht bereits in der Arbeit präsentiert wurden.

Tabelle 23: Gewichte Modell 1

Lat. Variable	Gewichte
<i>Auftrags- eingänge</i>	AE Verarbeitendes Gewerbe 0,165 / AE Vorleistungsgüter 0,162 / AE Investitionsgüter 0,161 / AE Konsumgüter 0,222 / AE Gebrauchsgüter 0,189 / AE Verbrauchsgüter 0,200 / AE Bauhauptgewerbe -0,020
<i>Investitionen</i>	Ausrüstungsinvestitionen 1,919 / Bauinvestitionen 0,563 / Sonstige Anlageinvestitionen -1,071
<i>Nachfrage</i>	Private Konsumausgaben 0,316 / Konsumausgaben des Staates 0,039 / Außenhandelsbeitrag 0,700
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,378 / ZEW-Economic Situation 0,371 / GfK-Konsumklima 0,327

Tabelle 24: Gewichte Modell 2

Lat. Variable	Gewichte
<i>Aktien Deutschland</i>	DAX Kursindex 0,251 / DAX Performanceindex 0,236 / CDAX Kursindex 0,273 / CDAX Performanceindex 0,249
<i>Aktien international</i>	Dow Jones IA 0,108 / S&P500 0,129 / NASDAQ Composite 0,126 / Russell 2000 0,107 / Nikkei225 0,085 / Hang Seng 0,101 / FTSE100 0,140 / NASDAQ100 0,124 / Dow Jones Composite 0,118 / CAC40 0,154
<i>Anleihen</i>	REX Kursindex 1,548 / REX Performanceindex -0,629
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,301 / ZEW-Economic Situation 0,371 / GfK-Konsumklima 0,405

Tabelle 25: Gewichte Modell 3

Lat. Variable	Gewichte
<i>Geldmarkt- zinsen</i>	Frankfurt Tagesgeld 0,072 / Frankfurt Monatsgeld 0,080 / Frankfurt Dreimonatsgeld 0,094 / Frankfurt Sechsmonatsgeld 0,107 / Frankfurt Zwölfmonatsgeld 0,126 / EURIBOR Einmonatsgeld 0,080 / EURIBOR Dreimonatsgeld 0,093 / EURIBOR Sechsmonatsgeld 0,107 / EURIBOR Neunmonatsgeld 0,118 / EURIBOR Zwölfmonatsgeld 0,125

<i>Inflation</i>	Verbraucherpreisindex VPI gesamt 0,077 / VPI Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke 0,289 / VPI Alkoholische Getränke, Tabakwaren -0,154 / VPI Bekleidung und Schuhe -0,017 / VPI Wohnungsmiete, Wasser, Strom, Gas 0,105 / VPI Einrichtungsgegenstände für den Haushalt -0,066 / VPI Gesundheitspflege -0,067 / VPI Verkehr 0,213 / VPI Nachrichtenübermittlung -0,171 / VPI Freizeit, Unterhaltung und Kultur -0,087 / VPI Bildungswesen 0,052 / VPI Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen -0,060 / VPI Andere Waren und Dienstleistungen -0,039 / Erzeugerpreise gewerbliche Produkte 0,272 / HWWI Energierohstoffe 0,202 / HWWI Rohstoffpreise ohne Energie 0,268
<i>Leitzinsen</i>	Leitzins EZB Hauptrefinanzierungssatz 0,126 / Leitzins EZB Spitzenrefinanzierungssatz 0,138 / Leitzins USA 0,500 / Leitzins GB 0,325 / Leitzins Japan 0,100
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,405 / ZEW-Economic Situation 0,384 / GfK-Konsumklima 0,283

Tabelle 26: Gewichte Modell 4

Lat. Variable	Gewichte
<i>Arbeitskosten</i>	LSK - Produzierendes Gewerbe 0,442 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,360 / LSK - Baugewerbe 0,000 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr 0,316 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. -0,020
<i>Beschäftigung</i>	Erwerbstätige Inland 0,227 / Erwerbstätige Inländer 0,225 / Offene Stellen 0,539 / Erwerbslosenquote gesamt -0,148 / Erwerbslosenquote unter 25 Jahre -0,076 / Erwerbslosenquote ab 25 Jahre -0,154 / Erwerbslosenquote männlich -0,138 / Erwerbslosenquote weiblich -0,117
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,433 / ZEW-Economic Situation 0,361 / GfK-Konsumklima 0,279

Tabelle 27: Gewichte Modell 5

Lat. Variable	Gewichte
<i>Aktien</i>	DAX Kursindex 0,099 / DAX Performanceindex 0,094 / CDAX Kursindex 0,109 / CDAX Performanceindex 0,101 / Dow Jones IA 0,065 / S&P500 0,078 / NASDAQ Composite 0,075 / Russell 2000 0,068 / Nikkei225 0,058 / Hang Seng 0,064 / FTSE100 0,085 / NASDAQ100 0,074 / Dow Jones Composite 0,073 / CAC40 0,093

<i>Anleihen</i>	REX Kursindex 1,450 / REX Performanceindex -0,511
<i>Arbeitskosten</i>	LSK - Produzierendes Gewerbe 0,445 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,358 / LSK - Baugewerbe -0,005 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr 0,314 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. -0,024
<i>Auftrags-eingänge</i>	AE Verarbeitendes Gewerbe 0,165 / AE Vorleistungsgüter 0,162 / AE Investitionsgüter 0,161 / AE Konsumgüter 0,223 / AE Gebrauchsgüter 0,188 / AE Verbrauchsgüter 0,201 / AE Bauhauptgewerbe -0,020
<i>Beschäftigung</i>	Erwerbstätige Inland 0,226 / Erwerbstätige Inländer 0,224 / Offene Stellen 0,541 / Erwerbslosenquote gesamt -0,146 / Erwerbslosenquote unter 25 Jahre -0,084 / Erwerbslosenquote ab 25 Jahre -0,150 / Erwerbslosenquote männlich -0,134 / Erwerbslosenquote weiblich -0,119
<i>Inflation</i>	Verbraucherpreisindex VPI gesamt 0,071 / VPI Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke 0,286 / VPI Alkoholische Getränke, Tabakwaren -0,156 / VPI Bekleidung und Schuhe -0,021 / VPI Wohnungsmiete, Wasser, Strom, Gas 0,101 / VPI Einrichtungsgegenstände für den Haushalt -0,070 / VPI Gesundheitspflege -0,073 / VPI Verkehr 0,212 / VPI Nachrichtenübermittlung -0,177 / VPI Freizeit, Unterhaltung und Kultur -0,091 / VPI Bildungswesen 0,050 / VPI Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen -0,063 / VPI Andere Waren und Dienstleistungen -0,041 / Erzeugerpreise gewerbliche Produkte 0,270 / HWWI Energierohstoffe 0,200 / HWWI Rohstoffpreise ohne Energie 0,265
<i>Investitionen</i>	Ausrüstungsinvestitionen 1,921 / Bauinvestitionen 0,555 / Sonstige Anlageinvestitionen -1,078
<i>Nachfrage</i>	Private Konsumausgaben 0,311 / Konsumausgaben des Staates 0,034 / Außenhandelsbeitrag 0,709
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,389 / ZEW-Economic Situation 0,370 / GfK-Konsumklima 0,316
<i>Zinsen</i>	Frankfurt Tagesgeld 0,049 / Frankfurt Monatsgeld 0,054 / Frankfurt Dreimonatsgeld 0,063 / Frankfurt Sechsmonatsgeld 0,073 / Frankfurt Zwölfmonatsgeld 0,086 / EURIBOR Einmonatsgeld 0,054 / EURIBOR Dreimonatsgeld 0,063 / EURIBOR Sechsmonatsgeld 0,072 / EURIBOR Neunmonatsgeld 0,080 / EURIBOR Zwölfmonatsgeld 0,085 / Leitzins EZB Hauptrefinanzierungssatz 0,046 / Leitzins EZB Spitzenrefinanzierungssatz 0,051 / Leitzins USA 0,189 / Leitzins GB 0,908 / Leitzins Japan 0,035

Tabelle 28: Ladungen Modell 5

Lat. Variable	Ladungen
<i>Aktien</i>	DAX Kursindex 0,973 / DAX Performanceindex 0,989 / CDAX Kursindex 0,979 / CDAX Performanceindex 0,984 / Dow Jones IA 0,940 / S&P500 0,971 / NASDAQ Composite 0,941 / Russell 2000 0,871 / Nikkei225 - 0,332 / Hang Seng 0,831 / FTSE100 0,969 / NASDAQ 100 0,877 / Dow Jones Composite 0,932 / CAC40 0,965
<i>Anleihen</i>	REX Kursindex 0,980 / REX Performanceindex 0,824
<i>Arbeitskosten</i>	LSK - Produzierendes Gewerbe 0,960 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,865 / LSK - Baugewerbe 0,178 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr 0,836 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. -0,053
<i>Auftrags- eingänge</i>	AE Verarbeitendes Gewerbe 0,948 / AE Vorleistungsgüter 0,921 / AE Investitionsgüter 0,945 / AE Konsumgüter 0,940 / AE Gebrauchsgüter 0,779 / AE Verbrauchsgüter 0,856 / AE Bauhauptgewerbe -0,685
<i>Beschäftigung</i>	Erwerbstätige Inland 0,758 / Erwerbstätige Inländer 0,756 / Offene Stellen 0,786 / Erwerbslosenquote gesamt -0,676 / Erwerbslosenquote unter 25 Jahre -0,393 / Erwerbslosenquote ab 25 Jahre -0,702 / Erwerbslosenquote männlich -0,464 / Erwerbslosenquote weiblich -0,884
<i>Inflation</i>	Verbraucherpreisindex VPI gesamt 0,049 / VPI Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke 0,593 / VPI Alkoholische Getränke, Tabakwaren -0,119 / VPI Bekleidung und Schuhe -0,297 / VPI Wohnungsmiete, Wasser, Strom, Gas 0,262 / VPI Einrichtungsgegenstände für den Haushalt -0,296 / VPI Gesundheitspflege -0,133 / VPI Verkehr 0,385 / VPI Nachrichtenübermittlung -0,402 / VPI Freizeit, Unterhaltung und Kultur -0,433 / VPI Bildungswesen -0,102 / VPI Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen -0,275 / VPI Andere Waren und Dienstleistungen -0,180 / Erzeugerpreise gewerbliche Produkte 0,777 / HWWI Energierohstoffe 0,711 / HWWI Rohstoffpreise ohne Energie 0,685
<i>Investitionen</i>	Ausrüstungsinvestitionen 0,611 / Bauinvestitionen -0,035 / Sonstige Anlageinvestitionen 0,142
<i>Nachfrage</i>	Private Konsumausgaben 0,895 / Konsumausgaben des Staates 0,865 / Außenhandelsbeitrag 0,977
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,927 / ZEW-Economic Situation 0,977 / GfK-Konsumklima 0,880
<i>Zinsen</i>	Frankfurt Tagesgeld 0,967 / Frankfurt Monatsgeld 0,969 / Frankfurt Dreimonatsgeld 0,970 / Frankfurt Sechsmonatsgeld 0,973 / Frankfurt

Zwölfmonatsgeld 0,976 / EURIBOR Einmonatsgeld 0,969 / EURIBOR Dreimonatsgeld 0,970 / EURIBOR Sechsmonatsgeld 0,973 / EURIBOR Neunmonatsgeld 0,975 / EURIBOR Zwölfmonatsgeld 0,976 / Leitzins Hauptrefinanzierungssatz 0,922 / Leitzins Spitzenrefinanzierungssatz 0,969 / Leitzins USA 0,574 / Leitzins GB 0,908 / Leitzins Japan 0,861

Tabelle 29: Gewichte Modell 6

Lat. Variable	Gewichte
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,373 / ZEW-Economic Situation 0,363 / GfK-Konsumklima 0,342
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,473 / ZEW-Konjunkturerwartungen 0,001 / GfK-Konsumerwartungen 0,634
<i>Investitionen</i>	Ausrüstungsinvestitionen 0,792 / Bauinvestitionen -0,011 / Sonstige Anlageinvestitionen 0,226
<i>Auftrags-eingänge</i>	AE Verarbeitendes Gewerbe 0,171 / AE Vorleistungsgüter 0,170 / AE Investitionsgüter 0,167 / AE Konsumgüter 0,212 / AE Gebrauchsgüter 0,182 / AE Verbrauchsgüter 0,191 / AE Bauhauptgewerbe -0,020
<i>Arbeitskosten</i>	LSK - Produzierendes Gewerbe 0,483 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,357 / LSK - Baugewerbe -0,037 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr 0,316 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. -0,053
<i>Aktien</i>	DAX Kursindex 0,098 / DAX Performanceindex 0,093 / CDAX Kursindex 0,107 / CDAX Performanceindex 0,099 / Dow Jones IA 0,067 / S&P500 0,079 / NASDAQ Composite 0,077 / Russell 2000 0,069 / Nikkei225 0,051 / Hang Seng 0,065 / FTSE100 0,087 / NASDAQ 100 0,074 / Dow Jones Composite 0,073 / CAC40 0,093

Tabelle 30: Ladungen Modell 6

Lat. Variable	Ladungen
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,920 / ZEW-Economic Situation 0,976 / GfK-Konsumklima 0,889
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,862 / ZEW-Konjunkturerwartungen 0,333 / GfK-Konsumerwartungen 0,925
<i>Investitionen</i>	Ausrüstungsinvestitionen 0,992 / Bauinvestitionen -0,745 / Sonstige Anlageinvestitionen 0,905
<i>Auftrags-eingänge</i>	AE Verarbeitendes Gewerbe 0,953 / AE Vorleistungsgüter 0,926 / AE Investitionsgüter 0,950 / AE Konsumgüter 0,935 / AE Gebrauchsgüter 0,778 / AE Verbrauchsgüter 0,851 / AE Bauhauptgewerbe -0,692

<i>Arbeitskosten</i>	LSK - Produzierendes Gewerbe 0,964 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,832 / LSK - Baugewerbe 0,117 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr 0,856 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. -0,113
<i>Aktien</i>	DAX Kursindex 0,972 / DAX Performanceindex 0,989 / CDAX Kursindex 0,978 / CDAX Performanceindex 0,984 / Dow Jones IA 0,942 / S&P500 0,972 / NASDAQ Composite 0,941 / Russell 2000 0,873 / Nikkei225 -0,339 / Hang Seng 0,831 / FTSE100 0,969 / NASDAQ 100 0,876 / Dow Jones Composite 0,934 / CAC40 0,965

Tabelle 31: Gewichte Modell 7

Lat. Variable	Gewichte
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,373 / ZEW-Economic Situation 0,363 / GfK-Konsumklima 0,342
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,473 / ZEW-Konjunkturerwartungen 0,001 / GfK-Konsumerwartungen 0,634
<i>Investitionen</i>	Ausrüstungsinvestitionen 0,792 / Bauinvestitionen -0,011 / Sonstige Anlageinvestitionen 0,226
<i>Arbeitskosten</i>	LSK - Produzierendes Gewerbe 0,483 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,357 / LSK - Baugewerbe -0,037 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr 0,316 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. -0,053

Tabelle 32: Ladungen Modell 7

Lat. Variable	Ladungen
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,920 / ZEW-Economic Situation 0,976 / GfK-Konsumklima 0,889
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,862 / ZEW-Konjunkturerwartungen 0,333 / GfK-Konsumerwartungen 0,925
<i>Investitionen</i>	Ausrüstungsinvestitionen 0,992 / Bauinvestitionen -0,745 / Sonstige Anlageinvestitionen 0,905
<i>Arbeitskosten</i>	LSK - Produzierendes Gewerbe 0,964 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,832 / LSK - Baugewerbe 0,117 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr 0,856 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. -0,113

Tabelle 33: Gewichte Modell 8

Lat. Variable	Gewichte
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,373 / ZEW-Economic Situation 0,363 / GfK-Konsumklima 0,342

Tabelle 34: Ladungen Modell 8

Lat. Variable	Ladungen
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,920 / ZEW-Economic Situation 0,976 / GfK-Konsumklima 0,889

Tabelle 35: Gewichte Modell 9

Lat. Variable	Gewichte
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,373 / ZEW-Economic Situation 0,363 / GfK-Konsumklima 0,342
<i>Investitionen</i>	Ausrüstungsinvestitionen 0,792 / Bauinvestitionen -0,011 / Sonstige Anlageinvestitionen 0,226
<i>Auftrags- eingänge</i>	AE Verarbeitendes Gewerbe 0,171 / AE Vorleistungsgüter 0,170 / AE Investitionsgüter 0,167 / AE Konsumgüter 0,212 / AE Gebrauchsgüter 0,182 / AE Verbrauchsgüter 0,191 / AE Bauhauptgewerbe -0,020
<i>Arbeitskosten</i>	LSK - Produzierendes Gewerbe 0,483 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,357 / LSK - Baugewerbe -0,037 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr 0,316 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. -0,053
<i>Aktien</i>	DAX Kursindex 0,098 / DAX Performanceindex 0,093 / CDAX Kursindex 0,107 / CDAX Performanceindex 0,099 / Dow Jones IA 0,067 / S&P500 0,079 / NASDAQ Composite 0,077 / Russell 2000 0,069 / Nikkei225 0,051 / Hang Seng 0,065 / FTSE100 0,087 / NASDAQ 100 0,074 / Dow Jones Composite 0,073 / CAC40 0,093

Tabelle 36: Ladungen Modell 9

Lat. Variable	Ladungen
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,920 / ZEW-Economic Situation 0,976 / GfK-Konsumklima 0,889
<i>Investitionen</i>	Ausrüstungsinvestitionen 0,992 / Bauinvestitionen -0,745 / Sonstige Anlageinvestitionen 0,905

<i>Auftrags- eingänge</i>	AE Verarbeitendes Gewerbe 0,953 / AE Vorleistungsgüter 0,926 / AE Investitionsgüter 0,950 / AE Konsumgüter 0,935 / AE Gebrauchsgüter 0,778 / AE Verbrauchsgüter 0,851 / AE Bauhauptgewerbe -0,692
<i>Arbeitskosten</i>	LSK - Produzierendes Gewerbe 0,964 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,832 / LSK - Baugewerbe 0,117 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr 0,856 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. -0,113
<i>Aktien</i>	DAX Kursindex 0,972 / DAX Performanceindex 0,989 / CDAX Kursindex 0,978 / CDAX Performanceindex 0,984 / Dow Jones IA 0,942 / S&P500 0,972 / NASDAQ Composite 0,941 / Russell 2000 0,873 / Nikkei225 -0,339 / Hang Seng 0,831 / FTSE100 0,969 / NASDAQ 100 0,876 / Dow Jones Composite 0,934 / CAC40 0,965

Tabelle 37: Gewichte Modell 10 (t-0)

Lat. Variable	Gewichte
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,323 / ZEW-Economic Situation 0,352 / GfK-Konsumklima 0,402
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,426 / ZEW-Konjunkturerwartungen -0,089 / GfK-Konsumerwartungen 0,707

Tabelle 38: Gewichte Modell 10 (t-6)

Lat. Variable	Gewichte
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,341 / ZEW-Economic Situation 0,371 / GfK-Konsumklima 0,358
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,473 / ZEW-Konjunkturerwartungen 0,210 / GfK-Konsumerwartungen 0,474

Tabelle 39: Gewichte Modell 11 (t-12)

Lat. Variable	Gewichte
<i>Aktien</i>	DAX Kursindex 0,071 / DAX Performanceindex 0,080 / CDAX Kursindex 0,073 / CDAX Performanceindex 0,081 / Dow Jones IA 0,091 / S&P500 0,087 / NASDAQ Composite 0,073 / Russell2000 0,094 / Nikkei225 -0,051 / Hang Seng 0,075 / FTSE100 0,079 / NASDAQ 100 0,060 / Dow Jones Composite 0,092 / CAC40 0,079
<i>Anleihen</i>	REX Kursindex 0,494 / REX Performanceindex 0,530

<i>Arbeitskosten</i>	LSK - Produzierendes Gewerbe -0,188 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,075 / LSK - Baugewerbe 0,397 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr -0,253 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. 0,428
<i>Auftrags- eingänge</i>	AE Verarbeitendes Gewerbe 0,194 / AE Vorleistungsgüter 0,192 / AE Investitionsgüter 0,195 / AE Konsumgüter 0,121 / AE Gebrauchsgüter 0,106 / AE Verbrauchsgüter 0,107 / AE Bauhauptgewerbe -0,194
<i>Beschäftigung</i>	Erwerbstätige Inland 0,221 / Erwerbstätige Inländer 0,231 / Offene Stellen 0,237 / Erwerbslosenquote gesamt 0,216 / Erwerbslosenquote unter 25 Jahre 0,245 / Erwerbslosenquote ab 25 Jahre 0,199 / Erwerbslosenquote männlich 0,266 / Erwerbslosenquote weiblich 0,038
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,422 / ZEW-Konjunkturerwartungen -0,121 / GfK-Konsumerwartungen 0,717
<i>Inflation</i>	Verbraucherpreisindex VPI gesamt 0,100 / VPI Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke 0,009 / VPI Alkoholische Getränke, Tabakwaren -0,050 / VPI Bekleidung und Schuhe 0,113 / VPI Wohnungsmiete, Wasser, Strom, Gas 0,082 / VPI Einrichtungsgegenstände für den Haushalt 0,118 / VPI Gesundheitspflege 0,113 / VPI Verkehr 0,039 / VPI Nachrichtenübermittlung 0,078 / VPI Freizeit, Unterhaltung und Kultur 0,113 / VPI Bildungswesen 0,116 / VPI Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen 0,091 / VPI Andere Waren und Dienstleistungen 0,111 / Erzeugerpreise gewerbliche Produkte -0,069 / HWWI Energierohstoffe -0,121 / HWWI Rohstoffpreise ohne Energie -0,111
<i>Investitionen</i>	Ausrüstungsinvestitionen -0,003 / Bauinvestitionen -0,075 / Sonstige Anlageinvestitionen 0,948
<i>Nachfrage</i>	Private Konsumausgaben 0,375 / Konsumausgaben des Staates 0,356 / Außenhandelsbeitrag 0,328
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,367 / ZEW-Economic Situation 0,330 / GfK-Konsumklima 0,385
<i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,141 / Ausrüstungsinvestitionen 0,143 / Außenhandelsbeitrag 0,138 / Bruttoinlandsprodukt 0,156 / DAX Kursindex 0,106 / Dow Jones IA 0,143 / Erwerbslosenquote gesamt 0,041 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,061 / Rohstoffpreisindex 0,113 / Offene Stellen 0,120
<i>Zinsen</i>	Frankfurt Tagesgeld 0,077 / Fr. Monatsgeld 0,076 / Fr. Dreimonatsgeld 0,074 / Fr. Sechsmonatsgeld 0,072 / Fr. Zwölfmonatsgeld 0,071 / EURIBOR Einmonatsgeld 0,076 / EURIBOR Dreimonatsgeld 0,074 / EURIBOR Sechsmonatsgeld 0,072 / EURIBOR Neunmonatsgeld 0,072 / EURIBOR Zwölfmonatsgeld 0,071 / Leitzins EZB HRS 0,070 / Leitzins EZB SRS 0,080 / Leitzins USA 0,015 / Leitzins UK 0,062 / Lz. Japan 0,071

Tabelle 40: *Ladungen Modell 11 (t-12)*

Lat. Variable	Ladungen
<i>Aktien</i>	DAX Kursindex 0,952 / DAX Performanceindex 0,983 / CDAX Kursindex 0,954 / CDAX Performanceindex 0,977 / Dow Jones IA 0,971 / S&P500 0,986 / NASDAQ Composite 0,928 / Russell2000 0,905 / Nikkei225 -0,426 / Hang Seng 0,859 / FTSE100 0,961 / NASDAQ 100 0,850 / Dow Jones Composite 0,962 / CAC40 0,963
<i>Anleihen</i>	REX Kursindex 0,975 / REX Performanceindex 0,978
<i>Arbeitskosten</i>	LSK - Produzierendes Gewerbe -0,396 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,169 / LSK - Baugewerbe 0,861 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr -0,626 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. 0,965
<i>Auftrags- eingänge</i>	AE Verarbeitendes Gewerbe 0,989 / AE Vorleistungsgüter 0,975 / AE Investitionsgüter 0,987 / AE Konsumgüter 0,874 / AE Gebrauchsgüter 0,740 / AE Verbrauchsgüter 0,789 / AE Bauhauptgewerbe -0,827
<i>Beschäftigung</i>	Erwerbstätige Inland 0,389 / Erwerbstätige Inländer 0,382 / Offene Stellen 0,399 / Erwerbslosenquote gesamt 0,852 / Erwerbslosenquote unter 25 Jahre 0,858 / Erwerbslosenquote ab 25 Jahre 0,811 / Erwerbslosenquote männlich 0,933 / Erwerbslosenquote weiblich 0,411
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,785 / ZEW-Konjunkturerwartungen 0,189 / GfK-Konsumerwartungen 0,964
<i>Inflation</i>	Verbraucherpreisindex VPI gesamt 0,832 / VPI Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke 0,181 / VPI Alkoholische Getränke, Tabakwaren -0,132 / VPI Bekleidung und Schuhe 0,875 / VPI Wohnungsmiete, Wasser, Strom, Gas 0,616 / VPI Einrichtungsgegenstände für den Haushalt 0,887 / VPI Gesundheitspflege 0,848 / VPI Verkehr 0,382 / VPI Nachrichtenübermittlung 0,558 / VPI Freizeit, Unterhaltung und Kultur 0,822 / VPI Bildungswesen 0,774 / VPI Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen 0,827 / VPI Andere Waren und Dienstleistungen 0,842 / Erzeugerpreise gewerbliche Produkte -0,359 / HWWI Energierohstoffe -0,547 / HWWI Rohstoffpreise ohne Energie -0,517
<i>Investitionen</i>	Ausrüstungsinvestitionen 0,885 / Bauinvestitionen -0,753 / Sonstige Anlageinvestitionen 0,999
<i>Nachfrage</i>	Private Konsumausgaben 0,971 / Konsumausgaben des Staates 0,968 / Außenhandelsbeitrag 0,888
<i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,910 / ZEW-Economic Situation 0,973 / GfK-Konsumklima 0,897
<i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,978 / Ausrüstungsinvestitionen 0,961 / Außenhandelsbeitrag 0,897 / Bruttoinlandsprodukt

	0,961 / DAX Kursindex 0,767 / Dow Jones IA 0,928 / Erwerbslosenquote gesamt 0,189 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,611 / Rohstoffpreisindex 0,803 / Offene Stellen 0,846
<i>Zinsen</i>	Frankfurt Tagesgeld 0,991 / Frankfurt Monatsgeld 0,995 / Frankfurt Dreimonatsgeld 0,997 / Frankfurt Sechsmonatsgeld 0,997 / Frankfurt Zwölfmonatsgeld 0,993 / EURIBOR Einmonatsgeld 0,995 / EURIBOR Dreimonatsgeld 0,997 / EURIBOR Sechsmonatsgeld 0,997 / EURIBOR Neunmonatsgeld 0,996 / EURIBOR Zwölfmonatsgeld 0,993 / Leitzins EZB Hauptrefinanzierungssatz 0,961 / Leitzins EZB Spitzenrefinanzierungssatz 0,986 / Leitzins USA 0,305 / Leitzins UK 0,825 / Leitzins Japan 0,922

Tabelle 41: Gewichte Modell 12 (t-0)

Lat. Variable	Gewichte
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,405 / ZEW-Konjunkturerwartungen -0,329 / GfK-Konsumerwartungen 0,747
<i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,157 / Ausrüstungsinvestitionen 0,129 / Außenhandelsbeitrag 0,085 / Bruttoinlandsprodukt 0,090 / DAX Kursindex 0,157 / Dow Jones IA 0,123 / Erwerbslosenquote gesamt 0,006 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,193 / Rohstoffpreisindex 0,118 / Offene Stellen 0,149

Tabelle 42: Ladungen Modell 12 (t-0)

Lat. Variable	Ladungen
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,660 / ZEW-Konjunkturerwartungen -0,032 / GfK-Konsumerwartungen 0,967
<i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,976 / Ausrüstungsinvestitionen 0,955 / Außenhandelsbeitrag 0,868 / Bruttoinlandsprodukt 0,905 / DAX Kursindex 0,792 / Dow Jones IA 0,893 / Erwerbslosenquote gesamt 0,218 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,574 / Rohstoffpreisindex 0,793 / Offene Stellen 0,860

Tabelle 43: Gewichte Modell 12 (t-6)

Lat. Variable	Gewichte
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,486 / ZEW-Konjunkturerwartungen -0,088 / GfK-Konsumerwartungen 0,654

<i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,148 / Ausrüstungsinvestitionen 0,156 / Außenhandelsbeitrag 0,070 / Bruttoinlandsprodukt 0,091 / DAX Kursindex 0,148 / Dow Jones IA 0,120 / Erwerbslosenquote gesamt -0,033 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,190 / Rohstoffpreisindex 0,096 / Offene Stellen 0,169
---------------------------------	--

Tabelle 44: *Ladungen Modell 12 (t-6)*

Lat. Variable	Ladungen
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,832 / ZEW-Konjunkturerwartungen 0,249 / GfK-Konsumerwartungen 0,944
<i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,970 / Ausrüstungsinvestitionen 0,962 / Außenhandelsbeitrag 0,857 / Bruttoinlandsprodukt 0,907 / DAX Kursindex 0,797 / Dow Jones IA 0,896 / Erwerbslosenquote gesamt 0,151 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,631 / Rohstoffpreisindex 0,785 / Offene Stellen 0,876

Tabelle 45: *Gewichte Modell 12 (t-12)*

Lat. Variable	Gewichte
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,411 / ZEW-Konjunkturerwartungen -0,108 / GfK-Konsumerwartungen 0,723
<i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,121 / Ausrüstungsinvestitionen 0,198 / Außenhandelsbeitrag 0,088 / Bruttoinlandsprodukt 0,122 / DAX Kursindex 0,153 / Dow Jones IA 0,132 / Erwerbslosenquote gesamt -0,106 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,077 / Rohstoffpreisindex 0,041 / Offene Stellen 0,207

Tabelle 46: *Ladungen Modell 12 (t-12)*

Lat. Variable	Ladungen
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,787 / ZEW-Konjunkturerwartungen 0,197 / GfK-Konsumerwartungen 0,965
<i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,941 / Ausrüstungsinvestitionen 0,973 / Außenhandelsbeitrag 0,831 / Bruttoinlandsprodukt 0,926 / DAX Kursindex 0,816 / Dow Jones IA 0,903 / Erwerbslosenquote gesamt 0,011 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,568 / Rohstoffpreisindex 0,772 / Offene Stellen 0,918

Tabelle 47: Gewichte Modell 12 (t-24)

Lat. Variable	Gewichte
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,544 / ZEW-Konjunkturerwartungen -0,077 / GfK-Konsumerwartungen 0,619
<i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,101 / Ausrüstungsinvestitionen 0,172 / Außenhandelsbeitrag 0,160 / Bruttoinlandsprodukt 0,191 / DAX Kursindex 0,090 / Dow Jones IA 0,109 / Erwerbslosenquote gesamt -0,198 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe 0,140 / Rohstoffpreisindex 0,150 / Offene Stellen 0,179

Tabelle 48: Ladungen Modell 12 (t-24)

Lat. Variable	Ladungen
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,833 / ZEW-Konjunkturerwartungen 0,226 / GfK-Konsumerwartungen 0,910
<i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,867 / Ausrüstungsinvestitionen 0,945 / Außenhandelsbeitrag 0,805 / Bruttoinlandsprodukt 0,927 / DAX Kursindex 0,713 / Dow Jones IA 0,822 / Erwerbslosenquote gesamt -0,294 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,386 / Rohstoffpreisindex 0,812 / Offene Stellen 0,909

Tabelle 49: Gewichte Modell 13

Lat. Variable	Gewichte
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,437 / ZEW-Konjunkturerwartungen -0,103 / GfK-Konsumerwartungen 0,720
<i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,127 / Ausrüstungsinvestitionen 0,184 / Außenhandelsbeitrag 0,085 / Bruttoinlandsprodukt 0,119 / DAX Kursindex 0,720 / Dow Jones IA 0,128 / Erwerbslosenquote gesamt -0,090 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,093 / Rohstoffpreisindex 0,068 / Offene Stellen 0,194

Tabelle 50: Ladungen Modell 13

Lat. Variable	Ladungen
<i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,798 / ZEW-Konjunkturerwartungen 0,212 / GfK-Konsumerwartungen 0,960
<i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,889 / Ausrüstungsinvestitionen 0,919 / Außenhandelsbeitrag 0,727 / Bruttoinlandsprodukt

0,874 / DAX Kursindex 0,920 / Dow Jones IA 0,928 / Erwerbslosenquote gesamt 0,048 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,544 / Rohstoffpreisindex 0,702 / Offene Stellen 0,909

Tabelle 51: Gewichte Modell 14 (Wachstumsraten) (t-12)

Lat. Variable	Gewichte
Δ^{WR} Aktien	DAX Kursindex 0,106 / DAX Performanceindex 0,122 / CDAX Kursindex 0,115 / CDAX Performanceindex 0,131 / Dow Jones IA 0,061 / S&P500 0,086 / NASDAQ Composite 0,074 / Russell2000 0,068 / Nikkei225 0,144 / Hang Seng -0,009 / FTSE100 0,064 / NASDAQ 100 0,084 / Dow Jones Composite 0,049 / CAC40 0,134
Δ^{WR} Anleihen	REX Kursindex 1,135 / REX Performanceindex -0,141
Δ^{WR} Arbeitskosten	LSK - Produzierendes Gewerbe 0,443 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,420 / LSK - Baugewerbe 0,096 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr -0,119 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. 0,322
Δ^{WR} Auftrags- eingänge	AE Verarbeitendes Gewerbe 0,212 / AE Vorleistungsgüter -0,191 / AE Investitionsgüter 0,419 / AE Konsumgüter -0,352 / AE Gebrauchsgüter -0,001 / AE Verbrauchsgüter -0,335 / AE Bauhauptgewerbe 0,719
Δ Beschäftigung	Erwerbstätige Inland -0,101 / Erwerbstätige Inländer -0,102 / Offene Stellen 0,084 / Erwerbslosenquote gesamt 0,237 / Erwerbslosenquote unter 25 Jahre 0,233 / Erwerbslosenquote ab 25 Jahre 0,21 / Erwerbslosenquote männlich 0,23 / Erwerbslosenquote weiblich 0,179
Δ^{WR} Erwartungen	Ifo-Geschäftserwartungen 0,070 / ZEW-Konjunktererwartungen 0,928 / GfK-Konsumerwartungen 0,126
Δ^{WR} Inflation	Verbraucherpreisindex VPI gesamt 0,141 / VPI Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke 0,279 / VPI Alkoholische Getränke, Tabakwaren -0,15 / VPI Bekleidung und Schuhe -0,047 / VPI Wohnungsmiete, Wasser, Strom, Gas 0,21 / VPI Einrichtungsgegenstände für den Haushalt 0,100 / VPI Gesundheitspflege 0,126 / VPI Verkehr 0,077 / VPI Nachrichtenübermittlung 0,049 / VPI Freizeit, Unterhaltung und Kultur -0,066 / VPI Bildungswesen 0,317 / VPI Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen -0,051 / VPI Andere Waren und Dienstleistungen 0,037 / Erzeugerpreise gewerbliche Produkte 0,284 / HWWI Energierohstoffe 0,145 / HWWI Rohstoffpreise ohne Energie 0,116
Δ^{WR} Investitionen	Ausrüstungsinvestitionen 0,403 / Bauinvestitionen 0,668 / Sonstige Anlageinvestitionen -0,694
Δ^{WR} Nachfrage	Private Konsumausgaben -0,218 / Konsumausgaben des Staates 0,989 / Außenhandelsbeitrag 0,111

Δ^{WR} <i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung -0,187 / ZEW-Economic Situation 0,703 / GfK-Konsumklima 0,515
Δ^{WR} <i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,18 / Ausrüstungsinvestitionen 0,278 / Außenhandelsbeitrag 0,062 / Bruttoinlandsprodukt 0,214 / DAX Kursindex 0,111 / Dow Jones IA 0,161 / Erwerbslosenquote gesamt -0,008 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,253 / Rohstoffpreisindex 0,208 / Offene Stellen 0,146
Δ^{WR} <i>Zinsen</i>	Frankfurt Tagesgeld 0,104 / Frankfurt Monatsgeld 0,096 / Frankfurt Dreimonatsgeld 0,096 / Frankfurt Sechsmonatsgeld 0,091 / Frankfurt Zwölfmonatsgeld 0,086 / EURIBOR Einmonatsgeld 0,097 / EURIBOR Dreimonatsgeld 0,098 / EURIBOR Sechsmonatsgeld 0,095 / EURIBOR Neunmonatsgeld 0,092 / EURIBOR Zwölfmonatsgeld 0,088 / Leitzins EZB Hauptrefinanzierungssatz 0,099 / Leitzins EZB Spitzenrefinanzierungssatz 0,11 / Leitzins USA -0,179 / Leitzins UK 0,043 / Leitzins Japan 0,038

Tabelle 52: *Ladungen Modell 14 (Wachstumsraten) (t-12)*

Lat. Variable	Ladungen
Δ^{WR} <i>Aktien</i>	DAX Kursindex 0,848 / DAX Performanceindex 0,862 / CDAX Kursindex 0,874 / CDAX Performanceindex 0,883 / Dow Jones IA 0,819 / S&P500 0,881 / NASDAQ Composite 0,769 / Russell2000 0,818 / Nikkei225 0,607 / Hang Seng 0,663 / FTSE100 0,839 / NASDAQ 100 0,710 / Dow Jones Composite 0,777 / CAC40 0,881
Δ^{WR} <i>Anleihen</i>	REX Kursindex 0,999 / REX Performanceindex 0,952
Δ^{WR} <i>Arbeitskosten</i>	LSK - Produzierendes Gewerbe 0,887 / LSK - Unternehmen ohne private Dienstleister 0,962 / LSK - Baugewerbe 0,564 / LSK - Handel, Gastgewerbe und Verkehr 0,641 / LSK - Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstl. 0,699
Δ^{WR} <i>Auftragseingänge</i>	AE Verarbeitendes Gewerbe 0,249 / AE Vorleistungsgüter -0,069 / AE Investitionsgüter 0,401 / AE Konsumgüter -0,424 / AE Gebrauchsgüter 0,069 / AE Verbrauchsgüter -0,529 / AE Bauhauptgewerbe 0,612
Δ^{WR} <i>Beschäftigung</i>	Erwerbstätige Inland -0,634 / Erwerbstätige Inländer -0,635 / Offene Stellen -0,194 / Erwerbslosenquote gesamt 0,933 / Erwerbslosenquote unter 25 Jahre 0,809 / Erwerbslosenquote ab 25 Jahre 0,891 / Erwerbslosenquote männlich 0,903 / Erwerbslosenquote weiblich 0,833
Δ^{WR} <i>Erwartungen</i>	Ifo-Geschäftserwartungen 0,574 / ZEW-Konjunkturerwartungen 0,989 / GfK-Konsumerwartungen 0,329
Δ^{WR} <i>Inflation</i>	Verbraucherpreisindex VPI gesamt 0,607 / VPI Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke 0,571 / VPI Alkoholische Getränke, Tabakwaren

	-0,056 / VPI Bekleidung und Schuhe 0,037 / VPI Wohnungsmiete, Wasser, Strom, Gas 0,664 / VPI Einrichtungsgegenstände für den Haushalt 0,209 / VPI Gesundheitspflege 0,314 / VPI Verkehr 0,548 / VPI Nachrichtenübermittlung 0,113 / VPI Freizeit, Unterhaltung und Kultur - 0,073 / VPI Bildungswesen 0,575 / VPI Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen -0,040 / VPI Andere Waren und Dienstleistungen 0,306 / Erzeugerpreise gewerbliche Produkte 0,662 / HWWI Energieerzeugerpreise 0,487 / HWWI Rohstoffpreise ohne Energie 0,362
Δ^{WR} <i>Investitionen</i>	Ausrüstungsinvestitionen 0,259 / Bauinvestitionen 0,721 / Sonstige Anlageinvestitionen -0,597
Δ^{WR} <i>Nachfrage</i>	Private Konsumausgaben -0,228 / Konsumausgaben des Staates 0,965 / Außenhandelsbeitrag -0,038
Δ^{WR} <i>Stimmungen</i>	Ifo-Geschäftsbeurteilung 0,202 / ZEW-Economic Situation 0,882 / GfK-Konsumklima 0,813
Δ <i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,617 / Ausrüstungsinvestitionen 0,744 / Außenhandelsbeitrag 0,452 / Bruttoinlandsprodukt 0,816 / DAX Kursindex 0,429 / Dow Jones IA 0,485 / Erwerbslosenquote gesamt -0,252 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,727 / Rohstoffpreisindex 0,522 / Offene Stellen 0,407
Δ^{WR} <i>Zinsen</i>	Frankfurt Tagesgeld 0,787 / Frankfurt Monatsgeld 0,911 / Frankfurt Dreimonatsgeld 0,946 / Frankfurt Sechsmonatsgeld 0,944 / Frankfurt Zwölfmonatsgeld 0,893 / EURIBOR Einmonatsgeld 0,913 / EURIBOR Dreimonatsgeld 0,946 / EURIBOR Sechsmonatsgeld 0,943 / EURIBOR Neunmonatsgeld 0,922 / EURIBOR Zwölfmonatsgeld 0,892 / Leitzins EZB Hauptrefinanzierungssatz 0,640 / Leitzins EZB Spitzenrefinanzierungssatz 0,582 / Leitzins USA 0,083 / Leitzins UK 0,544 / Leitzins Japan 0,142

Tabelle 53: *Ladungen Modell Residuenanalyse (Wachstumsraten) (t-6)*

Lat. Variable	Ladungen
Δ^{WR} <i>Erwartungen</i>	Ifo-GE 0,885 / ZEW-KE 0,696 / GfK-KE 0,601
Δ^{WR} <i>Wirtsch. Entwicklung</i>	Auftragseingänge verarbeitendes Gewerbe 0,568 / Ausrüstungsinvestitionen 0,808 / Außenhandelsbeitrag 0,411 / Bruttoinlandsprodukt 0,838 / DAX Kursindex 0,277 / Dow Jones IA 0,281 / Erwerbslosenquote gesamt -0,413 / Lohnstückkosten produzierendes Gewerbe -0,675 / Rohstoffpreisindex 0,459 / Offene Stellen 0,502

Literaturverzeichnis

- Abdi, H. (2007): *Partial Least Squares Regression*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications Inc. Online, 2010: <http://www.utdallas.edu/~herve/Abdi-PLS-pretty.pdf>
- Allais, M. (1953): *Le Comportement de l'Homme Rationnel devant le Risque, Critique des Postulats et Axiomes de l'Ecole Americaine*. In *Econometrica*, 21, 1953, S. 503–546.
- Areskoug, B. (1982): *The first canonical correlation: Theoretical PLS analysis and simulation experiments*. In *Systems under indirect observation: Causality, structure, prediction*. Jöreskog, K.G., Wold, H. (Hrsg.), Amsterdam, Holland.
- Babakus, E., Ferguson, C.E., Jöreskog, K.G. (1987): *The sensitivity of confirmatory maximum likelihood factor analysis to violations of measurement scale and distributional assumptions*. In *Journal of marketing research*, 24 (2), S. 222–228.
- Bagozzi, R.P. (1994): *Structural Equation Models in Marketing Research: Basic Principles*. In Bagozzi, R. P. (Hrsg.): *Principles of Marketing Research*. Oxford: Blackwell, UK.
- Bajada, C., Schneider, F. (2009): *Unemployment and the Shadow Economy in the OECD*. In *Revue économique*, Presses de Sciences-Po, vol. 60(5), S. 1033–1067.
- Balderjahn, I. (1986): *The robustness of LISREL unweighted least squares estimation against small sample size in confirmatory factor analysis models*. In *Classification as a tool of research*, Gaul, W., Schader, M. (Hrsg.), Amsterdam, Holland.
- Barberis N., Huang M., Santos, T. (2001): *Prospect theory and asset prices*. In *The quarterly Journal of Economics*, Vol. CXVI, February 2001, Issue 1. Online, 2010: <http://forum.johnson.cornell.edu/faculty/huang/prospect.pdf>
- Barclay, D.W., Higgins, C., Thompson, R. (1995): *The partial least squares approach to causal modeling: Personal computer adoption and use as illustration*. In *Technology Studies*, 2(2), S. 285–309.
- Bernoulli, D. (1738): *Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk*. Translated by Lousie Sommer, January 1954. In *Econometrica (The Econometric Society)* 22 (1), S. 22–36. Online, 2010: <http://www.econ.ucsb.edu/~tedb/Courses/GraduateTheoryUCSB/Bernoulli.pdf>
- Betzin, J. (2000): *PLS-Pfadmodelle für Latente Variablen mit kategorialen Indikatoren – Aspekte des Abfallverhaltens privater Haushalte*. Lohmar, Köln: Josef Eul Verlag GmbH.

- Bollen, K.A. (1984): *Multiple Indicators: Internal Consistency or No Necessary Relationship?* In *Quality and Quantity*, Vol. 18, No. 4. Online, 2010:
http://www.unc.edu/~bollen/bollen_1984.pdf
- Bollen, K.A. (1987): *Outliers and improper solutions: A confirmatory factor analysis example*. In *Sociological methods and research*, 15 (4), S. 375–84.
- Bollen, K.A. (1989): *Structural Equations with Latent Variables*, New York: Wiley-Interscience.
- Bollen, K.A., Lennox, R. (1991): *Conventional wisdom on measurement: a structural equation perspective*. In *Psychological Bulletin*, Volume 110, No. 2, S. 305–314.
- Boomsma, A., Hoogland, J.J. (2001): *The robustness of LISREL modelling revisited*. In Cudeck, R., Toit, S., Sörbom, D. (Hrsg.), *Structural equation modelling: Present and future* (S. 139–168), Chicago, IL: Scientific Software International.
- de Bondt, W.F.M. (1985): *Does the stock market overreact to new information?* Ph.D. Dissertation, Cornell University.
- de Bondt, W.F.M., Thaler, R. (1985): *Does the stock market overreact?* In *Journal of Finance*, Volume 40, Issue 3, 1994, S. 793–805.
- Bortz, J., Döring, N. (1995): *Forschungsmethoden und Evaluation für Sozialwissenschaftler* (2. überarbeitete Auflage). Berlin: Springer.
- Brannon, I. (2006): *Remembering the Man behind Rational Expectations*. In *Regulation Spring 2006*, Santa Monica, CA. Online, 2010:
<http://www.cato.org/pubs/regulation/regv29n1/v29n1-2.pdf>
- Broyer, S., Savry, G. (2002): *German leading indicators: Which one should be monitored?* In *Flash Research* No. 2002–38. Online, 2010:
<http://www.zew.de/de/publikationen/Konjunkturerwartungen/fla2002-38gb.pdf>
- Buckler, F. (2008): *Kausalanalyse für Profis: Begeistern Sie Ihre Kunden mit hochinteressanten Erkenntnissen aus Umfragedaten*. Online, 2010:
http://www.neusrel.de/pdf/neusrel_kausalanalyse_fuer_profis.pdf
- Buckler, F., Hennig-Thurau, T. (2008): *Identifying Hidden Structures in Marketing's Structural Models Through Universal Structure Modeling: An Explorative Neural Network Complement to LISREL and PLS*. In *Marketing Journal of Research and Management*.
- Carroll, J. (1968): *A generalization of canonical correlation analysis to three or more sets of variables*. In *Proceedings 76th Annual Convention American Psychological Association* 3, S. 227–228.

- Cassel, C.M., Hackl, P., Westlund, A.H. (1999): *Robustness of partial least squares method for estimating latent variable quality structures*. In *Journal of applied statistics*, 26 (4), S. 435–46.
- Chen, F., Bollen, K.A., Paxton, P., Curran, P.J., Kirby, J.B. (2001): *Improper solutions in structural equation models: Causes, consequences and strategies*. In *Sociological methods and research*, 29 (4), S. 468–508.
- Chicago Journal (1995): *Economics dynasty continues: Robert Lucas wins Nobel Prize*. In *The University of Chicago Magazine*, Dezember 1995.
- Chin, W. (1995): *Partial Least Squares is to LISREL as principal components analysis is to common factor analysis*. In *Technology Studies*, 2, S. 315–319. Online, 2010: <http://disc-nt.cba.uh.edu/chin/technologystudies.pdf>
- Chin, W. (1998): *Issues and Opinion on Structural Equation Modeling*. In *Management Information Systems Quarterly*, Volume 22, Number 1.
- Chin, W. (1998b): *The partial least squares approach to structural equation modeling*. In Marcoulides, A. (Hrsg.), *Modern Methods for Business Research* (S. 295–358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Chin, W. (1998c): *Structural Equation Modeling in IS Research – Understanding the LISREL and PLS perspective*. Online, 2010: <http://disc-nt.cba.uh.edu/chin/ais/>
- Chin, W., Newsted, P.R. (1999): *Structural equation modeling analysis with small samples using partial least squares*. In Hoyle, R.H. (Hrsg.), *Statistical strategies for small sample research*, California, USA, S. 307–342.
- Cohen, J. (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd Ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum, USA.
- Cohen, J. (1992): *A power primer*. In *Psychological Bulletin*, 112, S. 155–159.
- Collard, D.A. (1983): *Pigou on Expectations and the Cycle*. In *The Economic Journal* Vol. 93, No. 370 (Jun. 1983), S. 411–414. Online, 2010: <http://www.jstor.org/pss/2232800>
- Cramer, G. (1728): *Letter, Cramer to Nicolas Bernoulli*. London, 21. Mai 1728. Letter 52, S. 2–3. Online, 2010: <http://www.cs.xu.edu/math/Sources/Montmort/stpetersburg.pdf>
- Dayhoff, J.E., DeLeo, J.M. (2001): *Artificial neural networks: opening the black box*. In *Cancer*, 2001, Apr. 15; 91 (8 Suppl), S. 1615–1635.
- Denham, M.C. (1997): *Prediction Intervals in Partial Least Squares*. In *Journal of Chemometrics* (11), 1997, S. 39–52.

- Deutsche Börse AG (2008): *Pressemitteilung 34 Prozent mehr Handelsgeschäfte auf Xetra im Februar – Insgesamt 217 Mrd. Euro an Wertpapierbörsen in Deutschland gehandelt*. 3. März 2008, Frankfurt Main.
- Deutsche Börse AG (2008b): *REX® Aktuelle Erläuterungen zur Performance*. Frankfurt am Main.
- Deutsche Börse AG (2010): *Pressemitteilung Handelsumsätze Dezember und Gesamtjahr 2009*. Frankfurt Main.
- Deutsche Börse AG (2010b): *Pressemitteilung Anleihen auf Xetra*. Frankfurt Main.
- Deutsche Börse AG (2010c): *Leitfaden zu den Aktienindizes der Deutschen Börse. Version 6.14*. Frankfurt am Main.
- Diamantopoulos, A., Winklhofer, H. (2001): *Index construction with formative indicators: An alternative to scale development*. In *Journal of Marketing Research* 38(2), S. 269–277.
- Dickey, D.A., Fuller, W.A. (1979): *Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root*. In *Journal of the American Statistical Association*, 74, S. 427–431.
- Dijkstra, T.K. (1983): *Some comments on maximum likelihood and partial least squares methods*. In *Journal of Econometrics*, 22(1/2), S. 67–90.
- Dolado, J.J., Jenkinson, T., Sosvilla-Rivero, S. (1990): *Cointegration and Unit Roots*. In *Journal of Economic Surveys*, 4(3), S. 249–273.
- Eberl, M. (2004): *Formative und reflektive Indikatoren im Forschungsprozess: Entscheidungsregeln und die Dominanz des reflektiven Modells*, Ludwig-Maximilians-Universität, Heft 19/2004. Online, 2010: http://www.imm.bwl.uni-muenchen.de/forschung/schriftenefo/ap_efoplan_19.pdf
- Eckey, H.F., Kosfeld, R., Rengers M. (2002): *Multivariate Statistik*. Dr. Th. Gabler Verlag
- Efron, B., Tibshirani, R.J. (1993): *An Introduction to the Bootstrap*. New York: Chapman and Hall.
- Efron, B., Tibshirani R.J. (1997): *Improvements on Cross-Validation: The e.632+ Bootstrap Method*. In *Journal of American Statistical Association* 92, S. 548–560.
- Eggert, A., Fassott, G. (2003): *Zur Verwendung formativer und reflektiver Indikatoren in Strukturgleichungsmodellen – Ergebnisse einer Metaanalyse und Anwendungsempfehlungen*. In *Working Paper VHB-Pfingsttagung*, Zürich.
- Escofier, B., Pagès, J. (1994): *Multiple factor analysis (afmult package)*. In *Computational Statistical Data Analysis* 18, S. 121–140.

- Eusepi, S., Preston, B. (2008): *Expectations, Learning and Business Cycle Fluctuations. European Summer Symposium in International Macroeconomics (ESSIM) 2008*. Online, 2010: <http://www.bde.es/webbde/Agenda/Eventos/08/May/Fic/27.PrestonFinal+Cover.pdf>
- Falk, R.F., Miller, N.B. (1992): *A primer for soft modeling*. Akron, OH, USA: University of Akron Press.
- Felderer, B., Homburg, S. (2005): *Makroökonomik und neue Makroökonomik*. 9. Auflage, Berlin.
- Fornell, C., Larcker, D.F. (1981): *Structural equation models with unobservable variables and measurement error: Algebra and statistics*. In *Journal of Marketing Research*, 18(3), S. 328–388.
- Fornell, C., Bookstein, F. (1982): *A comparative analysis of two structural equation models: LISREL and PLS applied to market data*. In Fornell, C. (Editoren), *A second generation of multivariate analysis* (Vol. 1, S.289–323), New York.
- Fornell, C. (1985): *A second generation of multivariate analysis: Classification of methods and implications for marketing research*. Working paper No. 414, University of Michigan Press.
- Fornell, C., Barclay, D., Rhee, B. (1988): *A model and simple iterative algorithm for redundancy analysis*. In *Multivariate Behavioral Research* 23(3), S. 349–360.
- Fornell, C., Lorange, P., Roos, J. (1990): *The cooperative venture formation process: A latent variable structural modeling approach*. In *Management Science*, 36(10), S. 1246–1255.
- Friedman, M., Savage, L. J. (1952): *The Expected-Utility Hypothesis and the Measurability of Utility*. In *The Journal of Political Economy*, Vol. 60, No. 6 (Dec. 1952), S. 463–474. Online, 2010: <http://www.jstor.org/stable/1825271>
- Fu, J.R. (2006): VisualPLS – Partial Least Square (PLS) Regression – An Enhanced GUI for LVPLS (PLS 1.8 PC) Version 1.04. National Kaohsiung University of Applied Sciences, Taiwan, ROC. Online, 2010: <http://www2.kuas.edu.tw/prof/fred/vpls/index.html>
- Fuhrmann, W. (1994): *Makroökonomik – zur Theorie interdependenter Märkte*, 3. Auflage. München.
- Garthwaite, P. (1994): *An interpretation of partial least squares*. In *Journal American Statistical Association* 89(425), S. 122–127.
- Gerbing, D.W., Anderson, J.C. (1985): *The effects of sampling error and model characteristics on parameter estimation for maximum likelihood confirmatory factor analysis*. In *Multivariate behavioral research*, 20 (3), S. 255–271.

- Goodhue, D., Lewis, W., Thompson, R. (2006): *PLS, small sample size, and statistical power in MIS research*. In *HICSS'06: Proceedings of the 39th annual Hawaii international conference on system sciences*, IEEE Computer Society, Washington, DC.
- Götz, O., Liehr-Gobbers, K., Krafft, M. (2009): *Evaluation of structural equation models using the partial least squares (PLS) approach*. In Vinzi, V.E et al. (Eds) *Handbook of partial least squares: Concepts, methods and applications*. Berlin: Springer.
- Granger, C.W.J. (1969): *Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods*. In *Econometrica* 37 (3), S. 424–438.
- Gustafsson, A., Johnson, M.D (2004): *Determining attribute importance in a service satisfaction model*. In *Journal of Service Research*, 7(2), S. 124–141.
- Hanafi, M., Qannari E. (2005): *An alternative algorithm to the PLS B problem*. In *Comput Stat Data Analysis* 48(1): S. 63–67.
- Hanafi, M. (2007): *PLS path modelling: computation of latent variables with the estimation mode B*. In *ComputStat* 22(2), S. 275–292.
- Hanau, A. (1928): *Die Prognose der Schweinepreise in Vierteljahreshefte zur Konjunkturforschung*, Verlag Reimar Hobbing, Berlin.
- Harlow, A. (1960): *The Hog Cycle and the Cobweb Theorem*. In *Journal of Farm Economics* 42.
- Heinemann, F. (1995): *Rationalisierbare Erwartungen: Eine entscheidungstheoretische Fundierung ökonomischer und spieltheoretischer Gleichgewichtskonzepte*. Heidelberg.
- Henseler, J., Ringle, C. M., Sinkovics, R. (2009): *The use of Partial Least Squares at modeling in international marketing*. In *New Challenges to International Marketing, Advances in International Marketing*, Volume 20, S. 277–319.
- Henseler, J. (2010): *On the convergence of the partial least squares path modeling algorithm*. In *Computational Statistics*, Volume 25, Number 1, März 2010, S. 107–120. Online: <http://www.springerlink.com/content/p85l675583738761/>
- Hesse, W., Moller, E., Arnold, M., Schack, B. (2003): *The use of time-variant EEG Granger causality for inspecting directed interdependencies of neural assemblies*. In *Journal of Neuroscience Methods* 124, S. 27–44.
- Hobbes, T. (1651): *Leviathan or the Matter, Forme and Power of a Commonwealth Ecclesiastical and Civil*. Übersetzer Nachdruck: *Leviathan - Erster und zweiter Teil*, Stuttgart, 1970.
- Horst, P. (1961): *Relations among sets of measures*. In *Psychometrika* 26(2), S.129–149.

- Hui, B. S., Wold, H. (1982): *Consistency and consistency at large of partial least squares estimates*. In *Systems under indirect observation*, Part II, K. G. Jöreskog and H. Wold, (Eds.) Amsterdam, Holland.
- Hüfner, F.P., Schröder, M. (2002): *Forecasting Economic Activity In Germany – How Useful Are Sentiment Indicators?* In *ZEW-Discussion Paper* No. 02-56. Online, 2010: <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp0256.pdf>
- Israels, A.Z. (1984): *Redundancy analysis for qualitative variables*. In *Psychometrika* 49(3), S. 331–346.
- Jahn, S. (2007): *Strukturgleichungsmodellierung mit LISREL, AMOS und SmartPLS. Eine Einführung*. In *Diskussionsbeiträge WWDP 86-07*, Technische Universität Chemnitz.
- Jarvis, C.B., Mackenzie, S.B., Podsakoff, P.M. (2003): *A critical review of construct indicators and measurement model misspecification in marketing and consumer research*. In *Journal of Consumer Research*, Volume 30,2, S. 199–218.
- Jen-Ruei, Fu (2007): *Visual-PLS*. Softwarepaket. National Central University in Taiwan. Online, 2010: <http://www2.kuas.edu.tw/prof/fred/vpls/index.html>
- Johannet, A., Vayssade, B., Bertin, D. (2007): *Neural Networks: From Black Box towards Transparent Box. Application to Evapotranspiration Modeling*. In *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 30, 2007, S. 162–169. Online, 2010: <http://www.waset.org/journals/waset/v30/v30-31.pdf>
- Jöreskog, K.G. (1971): *Simultaneous factor analysis in several populations*. In *Psychometrika*, 36(4), S. 409–426.
- Jöreskog, K.G., Goldberger, A.S. (1975): *Estimation of a model with multiple indicators and multiple causes of a single latent variable*. In *Journal of the American Statistical Association*, 70 (351), S. 631–639.
- Jöreskog, K.G. (1981): *Analysis of Covariance Structures*. In *Scandinavian Journal of Statistics*, Vol. 8, No. 2, 1981, S. 65–92. Online, 2010: <http://www.jstor.org/stable/4615818>
- Jöreskog, K.G., Wold, H.O. (1982): *The ML and PLS technique for modelling with latent variables: Historical and comparative aspects*. In Jöreskog, K.G., Wold, H. (Hrsg.) *Systems under indirect observation*, Part I, S. 263–270, Amsterdam.
- Jöreskog, K.G., Sörbom, D. (1989): *LISREL 7: A guide to the program and application*. Chicago: Spss Inc.
- Jöreskog, K.G., Sörbom, D. (1996): *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. In *Scientific Software International*, Chicago, IL, USA.

- Kahneman, D., Tversky, A. (1979): *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk*. In *Econometrica*, XLVII, 1979, S. 263–291.
- Kahneman, D., Tversky, A. (1982): *Intuitive Prediction: Biases und Corrective Procedures*. In *Judgment Under Certainty: Heuristics and Biases*. London: Cambridge University Press.
- Kahneman, D., Tversky, A. (1992): *Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty*. In *Journal of Risk and Uncertainty* 5, S. 297–323.
- Kaldor, N. (1934): *A Classificatory Note on the Determination of Equilibrium*. In *Review of Economic Studies*, Vol. I, Februar 1934.
- Keynes, J.M. (1936): *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Macmillan Cambridge University Press, for Royal Economic Society, 1936. Nachdruck, 2006, Atlantic Publishers & Distributors, New Delhi, India.
- Keynes, J.M. (1937): *The General Theory of Employment*. In *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 51, S. 209–223 (Collected Writings, Vol. XIV, S. 109–123).
- Klamer, A. (1984): *Conversations with economists: new classical economists and opponents speak out on the current controversy in macroeconomics*. Totowa, N.J.: Rowman & Allanheld.
- Knight, F.H. (1921): *Risk, Uncertainty, and Profit*. Boston, MA: Hart, Schaffner & Marx, Houghton Mifflin Co.
- Krelle, W. (1989): *Lange Wellen der wirtschaftlichen Entwicklung. Tatsachen und Erklärungen*. Forschungsgemeinschaft für Nationalökonomie an der Hochschule St. Gallen (Hrsg.).
Online, 2010: [http://www.fgn.unisg.ch/org/fgn/web.nsf/SysWebRessources/Joehr_1988_Krelle/\\$FILE/krelle.pdf](http://www.fgn.unisg.ch/org/fgn/web.nsf/SysWebRessources/Joehr_1988_Krelle/$FILE/krelle.pdf)
- Krijnen, W.P., Dijkstra, T.K., Gill, R.D. (1998): *Conditions for factor (in)determinacy in factor analysis*. In *Psychometrika*, 63(4), S. 359–367.
- Lahl, D., Hüfner, F. (2003): *What Determines the ZEW Indicator?* In *ZEW Discussion Papers* No. 03-48. Online, 2010: <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp0256.pdf>
- Li, Y. (2005): *PLS-GUI—Graphic user interface for partial least squares (PLS-PC 1.8) - Version 2.0.1 beta*. University of South Carolina, Columbia, USA.
- Lohmöller, J.-B. (1987): *LVPLS 1.8 Program manual: latent variable path analysis with partial least squares estimation*. Zentralarchiv für Empirische Sozialforschung, Universität zu Köln.
- Lohmöller, J.-B. (1989): *Latent variable path modeling with partial least squares*. Heidelberg: Physica.

- Lucas, R. (1970): *Expectations and the neutrality of money*. In *Journal of Economic Theory* 4, S. 103–124.
- Lucas, R. (2003): *Macroeconomic Priorities*. The University of Chicago. Online, 2011: <http://home.uchicago.edu/~sogrodow/homepage/paddress03.pdf>
- Maass, W. (1997): *Networks of spiking neurons: the third generation of neural network models*. In *Neural Networks*, Vol. 10, No. 9, S. 1659–1671. Online, 2010: <http://www.igi.tu-graz.at/maass/psfiles/85a.pdf>
- MacCallum, R.C., Browne, M.W. (1993): *The use of causal indicators in covariance structure models: Some practical issues*. In *Psychological Bulletin*, 114 (3), S. 533–541.
- Malkiel, B.G. (2003): *The Efficient Market Hypothesis and Its Critics*. In *Journal of Economic Perspectives*, Volume 17, Number 1, Winter 2003, S. 59–82.
- Marcoulides, G.A., Saunders, C. (2006): *PLS: A silver bullet?* In *Management Information Systems Quarterly*, 30(2), S. III–IX. Online, 2010: <http://www.misq.org/archivist/vol/no30/issue2/EdCommentsV30N2.pdf>
- Marsh, H.W., Hau, K.T., Balla, J.R., Grayson D. (1998): *Is more ever too much? The number of indicators per factor in confirmatory factor analysis*. In *Multivariate behavioral research*, 33 (2), S. 181–220.
- McCulloch, W., Pitts W. (1943): *A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*. In *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5.
- McDonald, R.P. (1996): *Path Analysis with Composite Variables*. In *Multivariate Behavioral Research*, (31:2), S. 239–270.
- Muth, J.F. (1960): *Optimal Properties of Exponentially Weighted Forecasts*. In *Journal of the American Statistical Association*, 55(290), S. 299–306.
- Muth, J.F. (1961): *Rational Expectations and the Theory of Price Movements*. In *Econometrica*, 29, S. 315–335, Princeton University.
- Muthén, L.K., Muthén, B.O. (2002): *How to Use a Monte Carlo Study to Decide on Sample Size and Determine Power*. In *Structural Equation Modeling* (9), 2002, S. 599–620.
- Nunnally, J.C., Bernstein, I.H. (1994): *Psychometric theory* (3rd ed.). New York City, NY: McGraw-Hill.
- Persons, W.M. (1928): *Review: Pigou, Industrial Fluctuations*. In *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 42, No. 4, Aug. 1928, S. 669–677. Online, 2010: <http://www.jstor.org/stable/1882538>

- Pigou, A.C., Cassel, A.G. (1924): *Is unemployment inevitable? An Analysis and a forecast*. MacMillan, London.
- Pigou, A.C. (1926): *Industrial Fluctuations*. MacMillan, London.
- Ping, R.A. (2009): *Why are reviewers complaining about the use of PLS in my paper?* Unpublished paper. Online, 2010: <http://www.wright.edu/~robert.ping/PLS.doc>
- Raykov, T., Marcoulides, G. A. (2004): *Using the Delta Method for Approximate Interval Estimation of Parameter Functions in SEM*. In *Structural Equation Modeling* (11), 2004, S. 659–675.
- Reinartz, W.J., Haenlein, M., Henseler, J. (2009): *An Empirical Comparison of the Efficacy of Covariance-Based and Variance-Based SEM*. In *INSEAD Working Paper No. 2009, 44, MKT*. Online, 2010: <http://ssrn.com/abstract=1462666>
- Rey, G.D., Wender, K.F. (2008): *Neuronale Netze - Eine Einführung in die Grundlagen, Anwendungen und Datenauswertung*. Bern: Huber.
- Ringle, C.M. (2004): *Gütemaße für den PLS Ansatz zur Bestimmung von Kausalmodellen*. Universität Hamburg, Arbeitspapier Nr. 16. Online, 2010: http://www.econbiz.de/archiv/hh/uhh/iindustrie/guetemasse_pls-ansatz_kausalmodelle.pdf
- Ringle, C.M., Wende, S., Will, S. (2007): *Software SmartPLS 2.0 (M3) Beta*. Hamburg. Online, 2010: <http://www.smartpls.de>
- Ringle, C.M., Wilson, B., Götz, O. (2007): *A Monte Carlo robustness study on formative measurement model specification in CBSEM and PLS*. In: Martens, H., Næs T., Martens M. (Editoren): *PLS'07 international symposium on PLS and related methods – Causalities explored by indirect observation* (S. 108–111), Norway.
- Rönz, B., Strohe, H.G. (1994): *Lexikon Statistik*, Wiesbaden.
- Rouse, A.C., Corbitt, B. (2008): *There's SEM and "SEM": A Critique of the Use of PLS Regression*. In *Information Systems Research, 19th Australasian Conference on Information Systems*. Online, 2010: <http://www.bsec.canterbury.ac.nz/acis2008/Papers/acis-0120-2008.pdf>
- Ruge, M., Strohe, H.G. (2008): *Analyse von Erwartungen in der Volkswirtschaft mit Partial-Least-Squares-Modellen*. In *Statistische Diskussionsbeiträge 29*, Universität Potsdam.
- Ruge, M. (2009): *Modellierung von Stimmungen und Erwartungen in der deutschen Wirtschaft*. In *Statistische Diskussionsbeiträge 31*, Universität Potsdam.

- Ruge, M., Strohe, H.G. (2009): *Analysis of sentiments and expectations in the German Economy with Partial Least Squares*. In *Proceedings of the 6th International Conference on Partial Least Squares and Related Methods*, Hrsg.: Vinzi, Tenenhaus, Guan, 第六届偏最小二乘及相关方法国际会议论文集, Beijing, China.
- Ruge, M. (2010): *Determinants and size of the shadow economy - a Structural Equation Model*. In *International Economic Journal* Dez. 2010, Seoul, Republic of Korea.
- Ruge, M. (2011): *Prognosen mit dynamischen Strukturgleichungsmodellen – ein Ausblick*. In *Proceedings Forschungsseminar mit der staatlichen Universität für Wirtschaft und Finanzen St. Petersburg Finec*. Universität Potsdam Verlag (in Publikation).
- Schäfer, A. (2009): *Makroökonomik*. Universität Leipzig.
- Schneeweiß, H. (1991): *Models with latent variables: LISREL versus PLS*. In *Statistica Neerlandica*, 45 (2), S. 145–157.
- Schneeweiß, H. (2001): *Consistency at large in models with latent variables*. In Haagen, K., Bartholomew, D.J., Deistler, M. (Editoren): *Statistical modelling and latent variables* (S. 299–320), Amsterdam, Holland.
- Schumacher, C. (2009): *Factor forecasting using international targeted predictors: the Case of the German GDP*. In *Discussion papers Series 1: Economic Studies*, No. 10/2009, Frankfurt Main.
- Serneels, S., Lemberge, P., Van Espen, P. J. (2004): *Calculation of PLS Prediction Intervals Using Efficient Recursive Relations for the Jacobian Matrix*. In *Journal of Chemometrics* (18), 2004, S. 76–80.
- Setterfield, M. (1998): *History versus equilibrium: Nicholas Kaldor on historical time and economic theory*. In *Cambridge Journal of Economics*, 1998, Vol. 22 (5), S. 521–537.
- Sharma, S., Durvasula, S., William, R.D. (1989): *Some results on the behavior of alternate covariance structure estimation procedures in the presence of nonnormal data*. In *Journal of marketing research*, 26 (2), S. 214–21.
- Sheffrin, S. (1996): *Rational Expectations*. Cambridge University Press, New York.
- Sheffrin, S. (2000): *Beyond greed and fear: understanding behavioral finance and the psychology of investing*. Oxford University Press.
- Shiller, R.J. (1981): *The volatility of long-term interest rates and expectations models of the term structure*. In *Journal of Political Economy* 87, Dezember 1979, S. 1190–1219.
- Smith, A. (1776): *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Nachdruck, IDION-Verlag, München, 1976.

- Soft Modeling, Inc (1992–2002): *PLS-Graph Version 3.0*. Houston, Texas, USA.
Online, 2010: [http:// www.plsgraph.com](http://www.plsgraph.com)
- Statistisches Bundesamt (2010): *Wägungsschema Verbraucherpreisindex für Deutschland*. Wiesbaden. Online, 2010: <http://www.destatis.de>
- Strohe, H.G. (1995): *Dynamic Latent Variables Path Models – An Alternative PLS Estimation*. In *Statistische Diskussionsbeiträge 1*, Universität Potsdam.
- Strohe, H.G. (1997): *Partial Least Squares Approach to Estimating Dynamic Path Models*. In Balderjahn, I., Mathar, Schader (Eds.): *Classification, Data Analysis and Data Highways*, S. 192–202. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Strohe H.G., Geppert, F. (1997): *DPLS – Algorithmus und Computerprogramm für dynamische Partial Least Squares Modelle*. In *Statistische Diskussionsbeiträge 7*, Universität Potsdam.
- Strohe, H.G., Härdle, W., Geppert, F. (1999): *DPLS in XPLORE - A PLS Approach to dynamic path models*. In *International Symposium on PLS methods*. Online, 2010: <http://edoc.hu-berlin.de/series/sfb-373-papers/1999-80/PDF/80.pdf>
- Temme, D., Kreis, H., Hildebrandt, L. (2006): *PLS Path Modeling – A Software Review*. In *SFB 649 Discussion Paper 2006-084*. Online, 2010: <http://ideas.repec.org/p/hum/wpaper/sfb649dp2006-084.html#provider>
- Tenenhaus, M., Vinzi, V.E. (2005): *PLS regression, PLS path modeling and generalized Procrustean analysis: a combined approach for multiblock analysis*. *Chemom, J.* 19(3): S. 145–153.
- Tenenhaus, M., Vinzi, V.E., Chatelin Y.M., Lauro C. (2005): *PLS path modeling*. In *Comput Stat Data Analysis* 48(1), S. 159–205.
- Test and Go (2006): *SPAD Version 6.0.0*. Paris, Frankreich. Online, 2010: [www.coheris.fr/en/ page/produits/SPAD-data-mining.html](http://www.coheris.fr/en/page/produits/SPAD-data-mining.html)
- Thaler, R.H., Sunstein, C.R. (2008): *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*. Yale University Press, 2008. Online, 2010: [http://yalepress.yale.edu/yupbooks /excerpts/thaler_nudge.pdf](http://yalepress.yale.edu/yupbooks/excerpts/thaler_nudge.pdf)
- The Royal Swedish Academy of Sciences, Nobel committee (1995): *The Scientific Contributions of Robert E. Lucas, Jr.*, 5 Nov 2010, Online, 2010: [http://nobelprize.org/nobel_prizes/ economics/laureates/1995/back.html](http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/1995/back.html)
- Tufte, E.R. (2003). *The Cognitive Style of PowerPoint*. Cheshire, Connecticut: Graphics Press.

- Vilares, M.J., Almeida, M.H., Coelho, P.S. (2009): *Comparison of likelihood and PLS estimators for structural equation modeling: A simulation with customer satisfaction data*. In Vinzi et al. (Editoren): *Handbook of Partial Least Squares: Concepts, Methods and Application*, S.289–305, Springer: Berlin.
- Vinzi, V.E. (2005): *The PLS Approach to Data Exploration and Modeling: an everlasting matter of dispute or a playground for integrating different cultures?* In 5th International symposium on PLS and related methods.
Online, 2010: <http://www.pls07.org/>
- Vinzi, V.E., Chin, W.W., Henseler J., Wang H. (2010): *Handbook of partial least squares: Concepts, methods, and applications*. Springer, Heidelberg.
- Vittadini, G. (1989): *Indeterminacy Problems in the Lisrel Model*. In *Multivariate Behavioral Research*, Volume 24, Issue 4 October 1989, S. 397–414.
- Werts, C.E., Linn, R.L., Jöreskog, K.G. (1974): *Intra class reliability estimates: Testing structural assumptions*. In *Educational and Psychological Measurement*, 34(1), S. 25–33.
- Westermann, R. (2000): *Wissenschaftstheorie und Experimentalmethodik. Ein Lehrbuch zur Psychologischen Methodenlehre*. Göttingen.
- Wiswede, G. (2007): *Einführung in die Wirtschaftspsychologie (4. Auflage)*. Ernst Reinhardt Verlag, München.
- Wold, H. (1966): *Nonlinear Estimation by Iterative Least Squares Procedures*. In David, F.N. (Editor.): *Festschrift for J. Neyman: Research Papers in Statistics*, London.
- Wold, H. (1974): *Causal flows with latent variables: Partings of the ways in the light of NIPALS modeling*. In *European Economic Review* 5, S. 67–86.
- Wold, H. (1975): *Path Models with Latent Variables: The NIPALS Approach*. In *Quantitative Sociology: International Perspectives on Mathematical and Statistical Modeling*. Academic Press, New York.
- Wold, H. (1982): *Soft modeling: The basic design and some extensions*. In Jöreskog, Wold (Editorial): *Systems under indirect observations*, Part II (S. 1–54), Amsterdam.
- Wold, H. (1982a): *Models for knowledge*. In Gani, J. (Hrsg.): *The making of of statisticians*, London, S. 190ff.
- Wold, H. (1985): *Partial least squares*. In Kotz, Johnson (Editorial): *Encyclopedia of statistical sciences*, Vol. 6, S. 581–591, New York.
- Wold, H. (1989): *Introduction to the second generation of multivariate analysis*. In Wold (Ed.): *Theoretical empiricism: A general rationale for scientific model building* (S. VIII–XL), New York.

- Wold, S. (2004): *The PLS method -- partial least squares projections to latent structures - and its applications in industrial RDP (research, development, and production)*, Umeå Universität in Schweden.
- Wold, S., Sjöström, M., Eriksson, L. (2001): *PLS-regression: a basic tool of chemometrics*. In *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 58, Umeå Universität in Schweden.
- XploRe (2007): Statistisches Softwarepaket XploRe 4.8 von MD*Tech – Method and Data Technologies. Online: www.xplore-stat.de
- Zinnbauer, M., Eberl, M. (2004): *Die Überprüfung von Spezifikationen und Güte von Strukturgleichungsmodellen: Verfahren und Anwendung*. Heft 21/2004, LMU München. Online, 2010:
www.imm.bwl.uni-muenchen.de/forschung/schriftenefo/ap_efoplan_21.pdf

Auf- und Abschwünge an den Märkten, Ungewissheit über die Zukunft – die Entwicklungen der letzten Jahre veränderten die Welt. Welche Bedeutung haben Stimmungen und Erwartungen in diesen Ereignissen gespielt? Vom weiten Feld der Wirtschaftstheorie bis zur angewandten Ökonometrie bewegt diese Frage seit Jahrzehnten Forschung und Politik.

Die Analyse komplexer Systeme mit umfangreichen Datensätzen und die Erkennung latenter Muster erfordern die Verwendung moderner statistischer Verfahren. DPLS-Modelle, eine Variante der Strukturgleichungsmodelle mit Latenten Variablen, werden methodisch erweitert, um mehrere zeitliche Verzögerungsstufen gleichzeitig modellieren zu können. Die ökonometrischen Modelle versuchen, zahlreiche latente Einflussfaktoren und ihre Beziehungen zu identifizieren. Die Ergebnisse geben einen erweiterten Einblick in Prognosemöglichkeiten, Konzepte der Rationalität, Kausalitäten und empirische Zusammenhänge zwischen subjektiven Einschätzungen und realen wirtschaftlichen Größen.

ISSN 2192-8061

ISBN 978-3-86956-142-4



9 783869 561424