

Harm Bandholz, Michael Funke

# Die Konstruktion und Schätzung eines Konjunkturfrühindikators für Hamburg

*In der Dezemberausgabe des WIRTSCHAFTSDIENST stellen die Autoren einen auf einem multivariaten ökonometrischen Modell basierenden Frühindikator für die Konjunkturdiagnose in der Bundesrepublik vor<sup>1</sup>. Angesichts teilweise regional divergierender Konjunkturverläufe konstruierten die Verfasser einen konjunkturellen Frühindikator für die Freie und Hansestadt Hamburg. Er wird künftig vom HWWA ermittelt und als „HWWA-Frühindikator für Hamburg“ veröffentlicht.*

Im Rahmen der Konjunkturbeobachtung und -analyse spielen Frühindikatoren traditionellerweise eine wichtige Rolle. Diese sollen insbesondere Wendepunkte in der Konjunkturentwicklung verlässlich und mit einem möglichst langen Vorlauf anzeigen und werden deshalb regelmäßig als ein wirtschaftspolitisches „Frühwarnsystem“ eingesetzt. In der Bundesrepublik Deutschland erfahren dabei insbesondere der Geschäftsklima-Index sowie der Index der Geschäftserwartungen des Ifo-Instituts eine große publizistische Aufmerksamkeit.

Während die Bundesrepublik bis zur deutschen Wiedervereinigung im Vergleich zu ihren europäischen Nachbarländern ein Land mit vergleichsweise geringen räumlichen Disparitäten war, haben sich die Strukturunterschiede zwischen den bundesdeutschen Teilregionen infolge der Deutschen Einheit deutlich verstärkt, wobei das traditionelle Nord-Süd-Gefälle durch ein Ost-West-Gefälle überlagert wurde. Angesichts teilweise regional divergierender Konjunkturverläufe soll im Folgenden versucht werden, einen konjunkturellen Frühindikator für die Freie und Hansestadt Hamburg zu konstruieren. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die Prognose von konjunkturellen Wendepunkten gelegt.

## Die Schätzung der vierteljährlichen Hamburger Output-Lücke

Konjunkturbewegungen sind Schwankungen des Auslastungsgrades des gesamtwirtschaftlichen Produktionspotentials. Zur Begutachtung der Güte von

konjunkturellen Frühindikatoren bedarf es deshalb einer möglichst zeitnahen Schätzung der Output-Lücke<sup>2</sup>. Da dies eine Schätzung des unbeobachteten Trend-Outputs erfordert, stellt sich dabei die Frage nach einem robusten Verfahren für die Zerlegung des Bruttoinlandsprodukts in eine Trendkomponente sowie eine zyklische Komponente. Auf regionaler Ebene kommt erschwerend hinzu, dass die Statistischen Landesämter sowie der „Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder“ keine Quartalswerte für das Bruttoinlandsprodukt der einzelnen Bundesländer publizieren<sup>3</sup>. Aus diesem Grunde müssen aus den verfügbaren Jahreswerten zunächst Proxies für das vierteljährliche Bruttoinlandsprodukt Hamburgs (zu konstanten Preisen) geschätzt werden.

In der empirischen Wirtschaftsforschung stehen dafür verschiedene alternative Verfahren zur Verfügung<sup>4</sup>. Die meisten dieser Verfahren berechnen die Quartalswerte für das Bruttoinlandsprodukt aus den gegebenen Jahreswerten unter Verwendung einer so genannten Indikator-Zeitreihe. Diese liegt in vierteljährlicher Form vor und weist idealerweise eine hohe Korrelation zum Bruttoinlandsprodukt auf. Das einfachste dieser Verfahren ist die so genannte „Pro-Rata-Verteilung“ mit

<sup>1</sup> H. Bandholz, M. Funke: Ökonometrische Schätzung eines Frühindikators der Konjunkturentwicklung, in: WIRTSCHAFTSDIENST, 82. Jg. (2002), H. 12, S. 757 ff.

<sup>2</sup> Der Hamburger Frühindikator ist für Quartalswerte berechnet worden, da alle von der Hamburger Handelskammer erhobenen vorlaufenden Zeitreihen nur vierteljährlich zur Verfügung stehen.

<sup>3</sup> Die jährlichen VGR-Zeitreihen für die alten (neuen) Bundesländer sind ab dem Jahr 1970 (1991) verfügbar. Zu den Daten vgl. [www.statistik-bw.de/VolkswPreise/ArbeitskreisVGR/](http://www.statistik-bw.de/VolkswPreise/ArbeitskreisVGR/).

<sup>4</sup> Einen sehr lesenswerten Überblick über verschiedene Ansätze zur Konstruktion von vierteljährlichen VGR-Proxies liefert A.M. Bloom, R.J. Dippelmann, N.Ø. Mæhle: Quarterly National Accounts Manual. Concepts, Data Sources, and Compilation, Washington 2001. Die Publikation ist unter [www.imf.org/external/pubs/ft/qna/2000/textbook](http://www.imf.org/external/pubs/ft/qna/2000/textbook) verfügbar.

*Prof. Dr. Michael Funke, 47, ist Inhaber eines Lehrstuhls für Makroökonomie und Quantitative Wirtschaftspolitik am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Universität Hamburg; Harm Bandholz, 27, Dipl.-Volkswirt, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an dem Lehrstuhl.*

$$(1) \quad Y_{q,\beta} = Y_{\beta} \left( \frac{I_{q,\beta}}{\sum_q I_{q,\beta}} \right)$$

bzw.

$$(2) \quad Y_{q,\beta} = I_{q,\beta} \left( \frac{Y_{\beta}}{\sum_q I_{q,\beta}} \right)$$

$Y_{\beta}$  repräsentiert dabei die (bekannte) jährliche Zeitreihe für das regionale Bruttoinlandsprodukt,  $Y_{q,\beta}$  ist die zu schätzende vierteljährliche Zeitreihe für das Bruttoinlandsprodukt und  $I_{q,\beta}$  ist die vierteljährliche Indikator-Zeitreihe. Gemäß Gleichung (1) werden die Jahreswerte proportional zur verwandten Indikator-Zeitreihe auf die vier Quartale aufgeteilt.

Alternativ dazu kann auch das proportionale „Denton-Verfahren“ zur Berechnung regionaler vierteljährlicher Bruttoinlandsproduktzahlen benutzt werden. Formal besteht diese Technik darin, dass der Ausdruck

$$(3) \quad \min_{(Y_1, \dots, Y_{4\beta}, \dots, Y_T)} \sum_{t=2}^T \left[ \frac{Y_t}{I_t} - \frac{Y_{t-1}}{I_{t-1}} \right]^2$$

$t \in \{1, \dots, 4\beta, \dots, T\}$

unter der Nebenbedingung

$$(4) \quad \sum_{t=4x-3}^{4x} Y_t = Y_x$$

$x \in \{1, \dots, \beta\}$

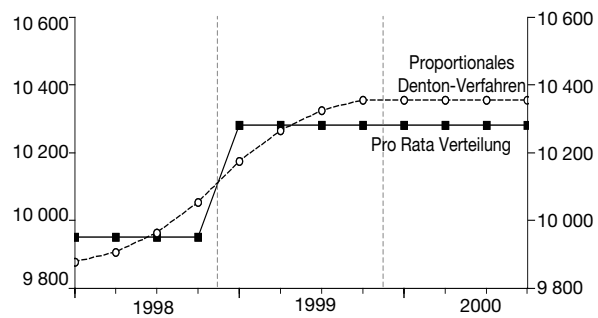
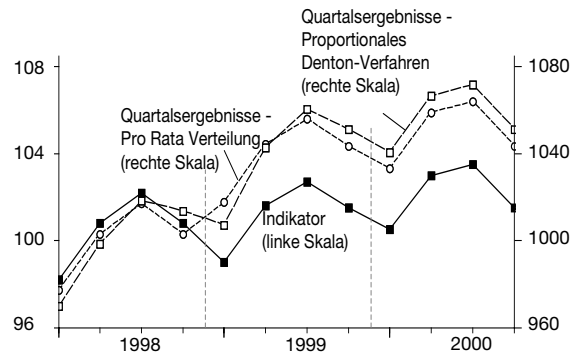
minimiert wird. In Gleichung (3) und (4) bezeichnen  $Y_t$  ( $I_t$ ) die berechneten Quartalswerte (den Indikator) für das Quartal  $t$ ,  $Y_x$  das Bruttoinlandsprodukt des Jahres  $x$ ,  $\beta$  das letzte Jahr, für welches das jährliche Bruttoinlandsprodukt verfügbar ist. Das Symbol  $t$  repräsentiert das Quartal<sup>5</sup>. Das Verfahren stellt somit ebenfalls sicher, dass die Summe der errechneten Quartalswerte den bekannten Jahreswerten entspricht. Die Anwendung beider Verfahren auf einen „Lehrbuch-Datensatz“ liefert die in Abbildung 1 dargestellten Ergebnisse.

Im oberen Teil der Graphik ist das vierteljährliche Bruttoinlandsprodukt (---□---) gemäß Denton-Verfahren, das vierteljährliche Bruttoinlandsprodukt gemäß Pro-Rata-Verteilung (---o---) sowie die Indikator-Zeitreihe (---■---) dargestellt. Die untere Abbildung stellt das so genannte „Benchmark-zu-Indikator Verhältnis“ gemäß Formel (2) graphisch dar. Als Indikator-Zeitreihe ist in beiden Fällen die vom Statistischen Landesamt Hamburg vierteljährlich berechnete Bruttowertschöpfung zu konstanten Preisen verwandt worden<sup>6</sup>.

Zwar garantiert die Berechnungsweise für beide Verfahren, dass die Summe der konstruierten Quar-

<sup>5</sup>  $t = 4x-3$  kennzeichnet beispielsweise das 1. Quartal des Jahres  $x$ , während  $t = 4x$  das 4. Quartal des gleichen Jahres symbolisiert.

**Abbildung 1**  
Das vierteljährliche Bruttoinlandsprodukt gemäß der Pro-Rata-Verteilung und dem proportionalen Denton-Verfahren

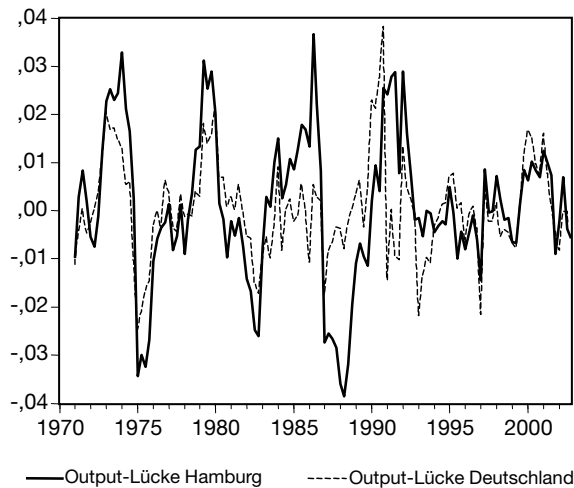


Anmerkung: Die Berechnungen replizieren die Darstellungen in A.M. Bloem, R.J. Dippelsman, N.Ø. Mæhle: Quarterly National Accounts Manual. Concepts, Data Sources, and Compilation, Washington 2001, S. 84-90.

talswerte den bekannten Jahreswerten entspricht, jedoch besitzt die Pro-Rata-Verteilung den Nachteil, dass es bei einem Sprung des Benchmark-zu-Indikator-Verhältnisses zu Phasenverschiebungen an den Wendepunkten kommen kann. Im oberen Teil von Abbildung 1 ist dies am Jahreswechsel 1998/99 beispielhaft ersichtlich. Während das Denton-Verfahren und die Indikator-Zeitreihe den unteren Wendepunkt im Quartal 1999Q1 besitzen, führt die Pro-Rata-Verteilung per Konstruktion zu einem unteren Wendepunkt im Quartal 1998Q4. Angesichts dieser unerwünschten Phasenverschiebung, die eine verlässliche Beurteilung konjunktureller Phasen und Wendepunkte erschwe-

<sup>6</sup> Die publizierten Quartalszahlen für die Bruttowertschöpfung werden ohne die Wertschöpfung der beiden Wirtschaftszweige „Mineralölverarbeitung“ und „Tabakverarbeitung“ berechnet. Vgl. dazu J. Müller: Quartalsentwicklung der Bruttowertschöpfung in Hamburg – Versuch einer Schätzung, in: Hamburg in Zahlen, 10, 1994, S. 325-329. Die Quartalszahlen werden vom Statistischen Landesamt Hamburg halbjährlich in der Reihe Statistischer Bericht P11(4) publiziert. Ein monatlicher oder vierteljährlicher Index der Industrieproduktion wird vom Statistischen Landesamt Hamburg nicht berechnet.

**Abbildung 2**  
**Die prozentuale Output-Lücke für Hamburg und Deutschland**



ren, wird die Pro-Rata-Verteilung im Folgenden nicht verwandt.

Nach der Konstruktion einer Zeitreihe für das vierteljährliche Bruttoinlandsprodukt Hamburgs kann in einem nächsten Schritt die Output-Lücke als prozentuale Abweichung des aktuellen Bruttoinlandsproduktes vom Potenzial-Output geschätzt werden. In der Literatur werden dazu neben eher „theoriebasierten“ Ansätzen (z.B. der Schätzung von Produktionsfunktionen zur Bestimmung des Potenzial-Outputs) vor allem zeitreihenanalytische Techniken verwandt<sup>7</sup>. Hierzu zählen u.a. der Hodrick-Prescott (HP)- sowie der Baxter-King (BK)-Filter. Der bekannte und populäre HP-Filter ist ein sehr einfach zu berechnender High-Pass-Filter, der idealerweise alle niedrigfrequenten Schwingungen einer Zeitreihe eliminiert und einen glatten nichtlinearen Trend bestimmt, der als Produktionspotenzial definiert wird<sup>8</sup>. Der BK-Filter ist demgegenüber ein symmet-

<sup>7</sup> Zu einem aktuellen Überblick über verschiedene Schätzverfahren für das Produktionspotenzial vgl. Deutsche Bundesbank: Zur Entwicklung des Produktionspotenzials in Deutschland, in: Monatsberichte der Deutschen Bundesbank, 55, 2003, März, S. 43-54.

<sup>8</sup> Vgl. dazu R. Hodrick, E. Prescott: Post-War Business Cycles: An Empirical Investigation, in: Journal of Money, Credit, and Banking, Vol. 29, 1997, S. 1-16. Eine sehr kurze Lehrbuchdarstellung des Filters findet sich in W. Enders: Applied Econometric Time Series, New York 1995, S. 210. Der erste Nachteil des HP-Filters ist, dass die so genannte Glättungskonstante exogen vorgegeben werden muss (üblicherweise wird bei Quartalsdaten der Wert 1600 verwandt). Der zweite Nachteil ist, dass der Filter zwar in der Mitte der Zeitreihe symmetrisch ist, jedoch an den Rändern asymmetrisch wirkt. Dies bewirkt, dass die Output-Lücke am aktuellen Rand verzerrt geschätzt wird. Eine weitere Konsequenz dieser Tatsache ist, dass durch die Anwendung des HP-Filters auf eine Ausgangszeitreihe eine Phasenverschiebung auftreten kann. Vgl. dazu A.C. Harvey, A. Jaeger: Detrending, Stylized Facts and the Business Cycle, in: Journal of Applied Econometrics, 8, 1993, S. 231-247.

rischer Bandpass-Filter, der sowohl hoch- als auch niedrigfrequente Schwingungen eliminiert<sup>9</sup>. In der praktischen Anwendung handelt es sich um einen endlichen gleitenden Durchschnitt, wobei Baxter und King die Gewichte für diesen gleitenden Durchschnitt über eine inverse Fourier-Transformierte der Frequenz-Antwort-Funktion ermitteln. Für die vorliegende Fragestellung haben wir die zyklische Komponente der Zeitreihe so vorgegeben, dass alle Schwingungen mit einer Dauer zwischen 6 und 32 Quartalen den Filter passieren, ferner wurden zusätzliche Werte am Anfang und am Ende der Zeitreihe durch „backcasting“ bzw. „forecasting“ erzeugt, um auch an den Rändern einen symmetrischen Filter zu behalten.

Die resultierende Output-Lücke (Abweichung des vierteljährlichen Bruttoinlandsproduktes vom BK-Produktionspotenzial in %) von 1971Q1 – 2002Q4 ist in Abbildung 2 dargestellt. Neben der Hamburger Zeitreihe ist dabei auch die entsprechende bundesdeutsche Zeitreihe angegeben<sup>10</sup>.

Aus dem Vergleich der beiden Zeitreihen sind Gemeinsamkeiten und Unterschiede erkennbar. In der zweiten Hälfte der achtziger Jahre hat Hamburg eine vergleichsweise sehr scharfe Rezession erlebt. Umgekehrt hat Hamburg ökonomisch stärker von der deutschen Wiedervereinigung profitiert. Schließlich weist die deutsche Output-Lücke in den neunziger Jahren eine größere Volatilität auf. Insgesamt kann man somit sagen, dass Unterschiede im konjunkturellen Verlauf erkennbar sind, wobei sich die „Entkopplung“ im Konjunkturverlauf seit Mitte der achtziger Jahre verstärkt hat.

#### **Die Schätzung eines Hamburg-Frühindikators mittels eines „Dynamic Factor-Modells“**

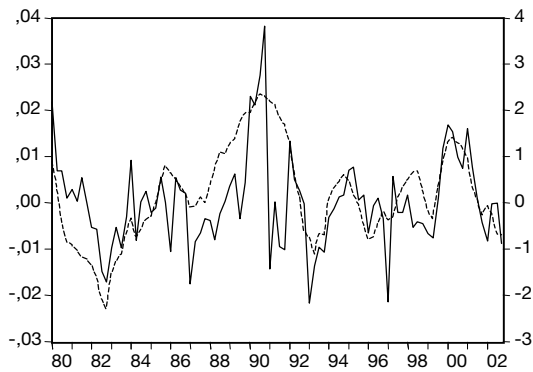
Nach der Schätzung des vierteljährlichen Hamburger Potenzial-Outputs und der dazugehörigen Output-

<sup>9</sup> Zu den Details vgl. M. Baxter, R.G. King: Measuring Business Cycles: Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series, in: The Review of Economics and Statistics, 81, 1999, S. 575-593; sowie L.J. Christiano, T. Fitzgerald: The Band Pass Filter, NBER Working Paper Nr. 7257, Cambridge (Mass.) 1999.

<sup>10</sup> Die bundesdeutsche Zeitreihe ist durch Anwendung des BK-Filters auf das vierteljährliche deutsche Bruttoinlandsprodukt gemäß VGR ermittelt worden. Der durch die deutsche Wiedervereinigung bedingte Sprung in der bundesdeutschen Zeitreihe im Jahre 1991 ist durch eine Dummy-Variablen eliminiert worden.

<sup>11</sup> J.H. Stock, M.W. Watson: New Indexes of Coincident and Leading Economic Indicators, in: NBER Macroeconomics Annual, 1989, S. 351-394; dies.: A Probability Model of the Coincident Economic Indicators, in: K. Lahiri, G.H. Moore (Hrsg.): Leading Economic Indicators: New Approaches and Forecasting Records, Cambridge 1991, S. 63-89; dies.: A Procedure for Predicting Recessions with Leading Indicators: Econometric Issues and Recent Experience, in: J.H. Stock, M.W. Watson (Hrsg.): Business Cycles, Indicators and Forecasting, Chicago 1993, S. 255-284.

Abbildung 3  
Hamburger Geschäftsklima-Index und Output-Lücken



— Output-Lücke Deutschland    ---- Geschäftsklima-Index Hamburg



— Output-Lücke Hamburg    ---- Geschäftsklima-Index Hamburg

Lücke soll jetzt ein Frühindikator für den spezifischen Hamburger Konjunkturverlauf geschätzt werden. Aus methodischer Sicht wird dazu das so genannte „Dynamic Factor Model“ von Stock und Watson<sup>11</sup> verwandt. Dieses geht davon aus, dass makroökonomische Konjunkturphänomene durch eine gemeinsame zyklische Bewegung zahlreicher Variablen gekennzeichnet sind. Entsprechend kommt es darauf an, diese unbeobachtete gemeinsame Komponente, die die konjunkturelle Entwicklung der Volkswirtschaft repräsentiert, aus verschiedenen vorliegenden Zeitreihen zu schätzen. Ein Vorteil dieses Verfahrens gegenüber der Betrachtung einzelner Zeitreihen ist, dass der resultierende Indikator weniger anfällig für idiosynkratische Schocks in einzelnen Zeitreihen ist.

Das Zustandsraummodell („State Space Model“) kann in den folgenden drei Gleichungen dargestellt werden:

$$(5) \quad \Delta y_t = \alpha + \beta(L)\Delta x_t + u_t$$

$$(6) \quad \gamma(L)\Delta x_t = \delta + \eta_t$$

$$(7) \quad D(L)u_t = \varepsilon_t$$

Die Zustandsgleichung (5) beschreibt den Zusammenhang zwischen dem Vektor vorlaufender Variablen ( $\Delta y_t$ ) und der gemeinsamen (unbeobachteten) zyklischen Komponente ( $\Delta x_t$ ). Gleichungen (6) und (7) sind Übergangsgleichungen, die die Dynamik der gemeinsamen zyklischen Komponente bzw. des Fehlerterms ( $u_t$ ) modellieren. Der Operator  $\Delta$  beschreibt die Abweichungen der Variablen vom Mittelwert. Die

eigentliche ökonometrische Schätzung des Modells (5) – (7) erfolgt mittels des Kalman-Filters<sup>12</sup>.

Der erste Schritt bei der Verwendung des oben kurz dargestellten Modells besteht in der Zusammenstellung und deskriptiven Analyse einzelner vorlaufender Zeitreihen, die bei der Konstruktion des Frühindikators möglicherweise benutzt werden können. Generell sollten diese Zeitreihen die folgenden beiden Bedingungen erfüllen:

- Die Zeitreihen sollten eine möglichst hohe Korrelation mit einem möglichst großen Vorlauf („Lead“) zur vierteljährlichen Hamburger Output-Lücke aufweisen.
- Die Zeitreihen sollten einen möglichst kleinen „Publikations-Lag“ besitzen und außerdem keinen größeren nachträglichen Revisionen unterliegen.

Ein regelmäßig ohne großen „Publikations-Lag“ veröffentlichter Hamburger Konjunkturindikator ist der „Geschäftsklima-Index Hamburg“, der seit 1971Q1 von der Hamburger Handelskammer im Rahmen des „Hamburger Konjunkturbarometers“ vierteljährlich erhoben wird. Analog zur Praxis des Ifo-Instituts in München wird dieser als gewichtetes Mittel der Einschätzung der aktuellen Geschäftslage sowie der Geschäftserwartungen gebildet. In Abbildung 3 ist der Hamburger Geschäftsklima-Index zusammen mit der Hamburger Output-Lücke sowie der deutschen Output-Lücke graphisch dargestellt. Das überraschende Ergebnis aus Abbildung 3 ist, dass der Hamburger Klima-Index eine signifikant höhere Korrelation mit der deutschen Output-Lücke als mit der Hamburger Output-Lücke aufweist. Insbesondere zu Zeitpunkten, an denen die Konjunkturentwicklung in beiden Regionen ein unterschiedliches Muster aufweist, ist dieses

<sup>12</sup> Eine detaillierte Darstellung des Modells liefern C.J. Kim, C.R. Nelson: State Space Models with Regime Switching: Classical and Gibbs Sampling Approaches with Applications, Cambridge (MIT Press) 1999.

Zur Klassifikation potentieller vorlaufender Zeitreihen

		Hamburg	Deutschland	Ausland
Bauhauptgewerbe	Auftragseingänge	Auftragseingänge*	Auftragseingänge	
	Baugenehmigungen	Baugenehmigungen*	Baugenehmigungen	
Verarbeitendes Gewerbe	Auftragseingänge	Auftragseingänge, Auftragseingänge*	Auftragseingänge aus dem Inland	Auftragseingänge aus dem Ausland
	Lagerbestände	Lagerbestände*	Lagerbestände*	
			Index der Nettoproduktion	
Handel	Exporte	Ausfuhr des Landes Hamburg	Exporte Deutschland insgesamt	Exporte der OECD-Länder insgesamt und von Industrieerzeugnissen
	Importe	Einfuhr des Landes Hamburg	Importe Deutschland insgesamt	Importe der OECD-Länder insgesamt und von Industrieerzeugnissen
	Auftragseingänge	Groß- und Außenhandel*		
	Lagerbestände	Einzelhandel*		
Verkehrswirtschaft	Güterverkehr über See	Empfang		
		Versand		
Medienwirtschaft	Auftragseingänge	Auftragseingänge*		
Finanzmarkt	Zinsspread		Umlaufrendite mit Restlaufzeit von 9-10 Jahren minus 3-Monats-FIBOR	
Sonstige Dienstleistungen	Auftragseingänge	Auftragseingänge*		
Gesamtwirtschaft			HWWA-Frühindikator OECD Frühindikator	

Anmerkung: Die mit einem (\*) gekennzeichneten Variablen bezeichnen Umfrager Reihen.

Phänomen gut erkennbar. Umfangreiche statistische Analysen zeigen, dass dieses Ergebnis ausschließlich für die von der Handelskammer erhobenen Klima-Indikatoren gilt, nicht jedoch für die von der Handelskammer zeitgleich erhobenen quantitativen Indikatoren zur Geschäftsentwicklung (Auftragseingänge, Lagerbestände, Umsatz, Beschäftigung etc.). Die Interpretation dieses überraschenden Ergebnisses ist, dass sich die befragten Hamburger Wirtschaftsunternehmen bei Fragen zum Hamburger Geschäftsklima anscheinend eher von bundesdeutschen Einschätzungen und Erwartungen leiten lassen. Aus diesem Grund werden die verfügbaren Hamburger Geschäftsklima-Indizes im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Die übrigen Variablen werden in der Tabelle nach zwei Kriterien klassifiziert. Die erste Unterscheidung erfolgt anhand des geographischen Bezugs. Neben „Hamburger Zeitreihen“ können alternativ auch bundesdeutsche oder internationale Zeitreihen mit einer „Lead-Eigenschaft“ benutzt werden. Die Begründung dafür ergibt sich aus der engen wirtschaftlichen Verflechtung der verschiedenen Wirtschaftsräume<sup>13</sup>. Das zweite Klassifikationskriterium besteht in dem Wirtschaftszweig (Gesamtwirtschaft,

Verarbeitendes Gewerbe, verschiedene Dienstleistungssektoren)<sup>14</sup>.

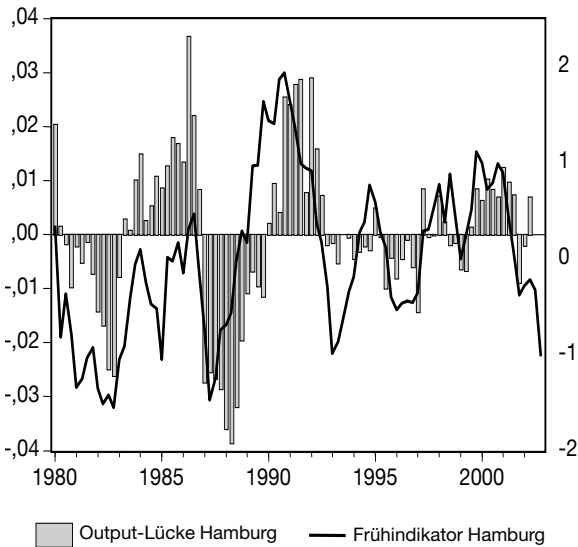
Ein „general-to-specific“-Modellierungsansatz unter Verwendung der Variablen in der Tabelle zeigt, dass ein trivariates Zustandsraummodell (Dynamic Factor Model), welches die drei vorlaufenden Variablen

- inländische Auftragseingänge im deutschen Verarbeitenden Gewerbe,

<sup>13</sup> Aufgrund der Bedeutung des Hamburger Hafens werden auch internationale Zeitreihen, die die zukünftige Auslandskonjunktur und die Entwicklung des Außenhandels abbilden, betrachtet.

<sup>14</sup> Zahlreiche monatliche und/oder vierteljährliche Wirtschaftsindikatoren für das Bundesland Hamburg werden vom Statistischen Landesamt, der Handelskammer Hamburg sowie der Hamburger Handwerkskammer erhoben und publiziert. Das Statistische Landesamt Hamburg veröffentlicht monatliche Zeitreihen zum Außenhandel, zum Seeverkehr sowie den Auftragseingang des Verarbeitenden Gewerbes. Die Handelskammer Hamburg publiziert im Rahmen des „Hamburger Konjunkturbarometers“ detaillierte vierteljährliche Umfragedaten (Geschäftserwartungen, Geschäftsklima, Investitionspläne, Personalpläne, Lagerbestände, Auftragseingänge, Umsatz) für zahlreiche Wirtschaftszweige (Banken, Bauwirtschaft, Groß- und Einzelhandel, Gastgewerbe, Medienwirtschaft, Verarbeitendes Gewerbe, Versicherungen). In der Regel sind die Zeitreihen ab 1980Q1 verfügbar. Ergänzend dazu stellt auch die Hamburger Handwerkskammer im Rahmen ihrer „Vierteljährlichen Konjunkturumfrage“ sektoral disaggregierte vierteljährliche Zeitreihen (Geschäftslage, Geschäftserwartungen, Beschäftigung, Beschäftigungserwartungen, Investitionspläne etc.) für zahlreiche Gewerbe zur Verfügung. Dieses umfangreiche Datenmaterial wird im Folgenden nicht weiter verwandt, da die Zeitreihen generell erst ab 1995Q1 vorliegen.

**Abbildung 4**  
**Hamburger Frühindikator und Output-Lücke**  
 (1980Q1 – 2002Q4)



- Lagerbestände im Hamburger Verarbeitenden Gewerbe sowie den
- Index der Auftrageingänge im Sektor „Sonstige Dienstleistungen“ Hamburgs

umfasst, einen verlässlichen vierteljährlichen Frühindikator liefert<sup>15</sup>. Die erste Zeitreihe wird monatlich vom Statistischen Bundesamt publiziert und reprä-

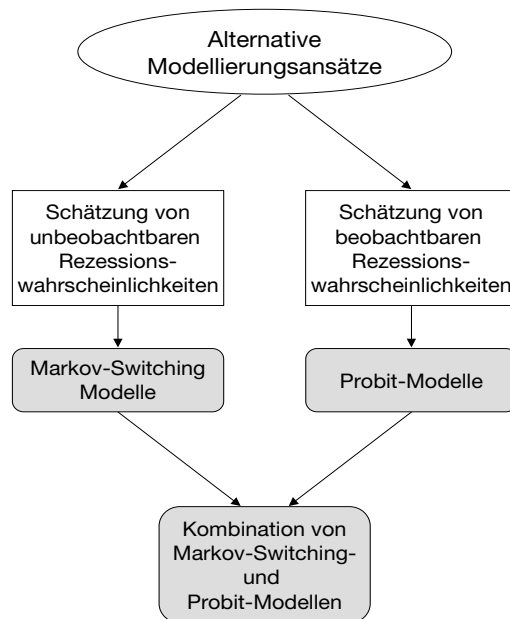
<sup>15</sup> Bei der endgültigen Modellspezifikation wurden Finanzmarktvariablen wegen der vergleichsweise hohen Volatilität (Aktienkurse) und/oder Strukturbrüchen (Zinsen und Zinsstruktur) und der damit zusammenhängenden Gefahr von „falschen Signalen“ nicht berücksichtigt. Aus dem gleichen Grund haben wir – trotz der Bedeutung des Hamburger Hafens - bei den Auftragseingängen des deutschen Verarbeitenden Gewerbes nur die inländischen Auftragseingänge verwendet. Die vergleichsweise starken Schwankungen in allen „auslandsorientierten“ Zeitreihen erschweren insbesondere die Identifikation von Wendepunkten.

<sup>16</sup> Die Handelskammer Hamburg fasst die unternehmensbezogenen Dienstleistungen „Erbringung von Dienstleistungen für Unternehmen“, „Datenverarbeitung und F&E“, „Vermietung beweglicher Wirtschaftsgüter“ sowie „Grundstücks- und Wohnungswesen“ in der Rubrik „Sonstige Dienstleistungen“ zusammen. Der Frühindikator ist so normiert, dass der Wert für das 1. Quartal 2000 den Wert 1,0 annimmt. Auf eine ausführliche Darstellung der Schätzergebnisse und Spezifikationstests wird hier verzichtet, der interessierte Leser sei auf H. Bandholz, M. Funke: Looking Ahead: A Leading Indicator for the Free and Hanseatic City of Hamburg, Hamburg 2003, mimeo; verwiesen.

<sup>17</sup> Die Verfahrensweise folgt dabei dem bekannten Vorgehen bei Wettervorhersagen. Während bei Wetterprognosen „Regenwahrscheinlichkeiten“ angegeben werden, werden bei der Konjunkturprognose „Rezessionswahrscheinlichkeiten“ ermittelt.

<sup>18</sup> Vgl. dazu J.D. Hamilton: A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series Subject to Changes in Regime, in: *Econometrica*, 57, 1989, S. 357-384; ders.: *Time Series Analysis*, Princeton (Princeton University Press) 1994. Eine kurze Lehrbuch-Darstellung des Modells und des Schätzverfahrens liefern P.H. Franses, D. van Dijk: *Non-Linear Time Series Models in Empirical Finance*, Cambridge (Cambridge University Press) 2000, S. 81-82 und S. 92-95.

**Abbildung 5**  
**Verfahren zur ökonometrischen Schätzung von Rezessionswahrscheinlichkeiten**



sentiert den deutschen Einfluß auf die Hamburger Konjunkturentwicklung, während die beiden anderen Variablen vierteljährlich von der Handelskammer Hamburg erhoben werden. Innerhalb des Gesamtindikators reflektiert die dritte Komponente die vergleichsweise große Bedeutung der unternehmensbezogenen Dienstleistungen in der Freien und Hansestadt Hamburg<sup>16</sup>. Der aus der Schätzung resultierende Frühindikator (rechte Skala) ist in Abbildung 4 zusammen mit der Hamburger Output-Lücke (linke Skala) dargestellt worden<sup>17</sup>.

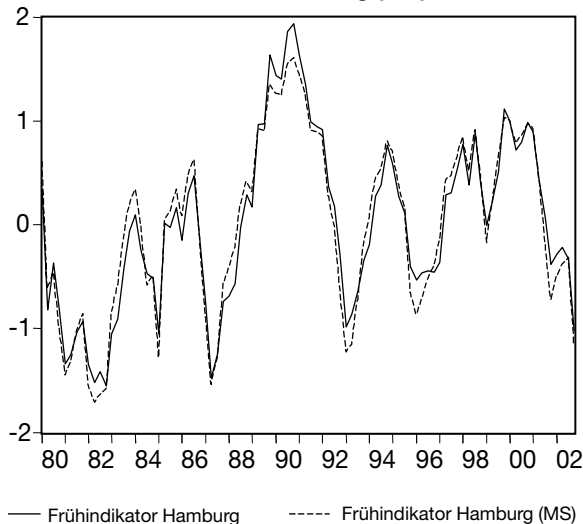
Der Vergleich der beiden Zeitreihen zeigt in der Regel einen verlässlichen zeitlichen Vorlauf der Indikatorzeitreihe gegenüber der Output-Lücke von 1 - 2 Quartalen. Abweichungen von diesem Muster („falsche Signale“) sind insbesondere im Zeitraum 1984 - 1985 erkennbar.

**Die ökonometrische Schätzung von Rezessionswahrscheinlichkeiten**

Bei der Beurteilung von Frühindikatoren spielt deren Fähigkeit, konjunkturelle Wendepunkte vorab anzuzeigen, eine zentrale Rolle. Aus diesem Grunde soll die Möglichkeit zur Schätzung von Rezessionswahrscheinlichkeiten genauer analysiert werden<sup>18</sup>. Verschiedene Verfahren, die dazu genutzt werden können, sind in Abbildung 5 dargestellt.

Ein zentrales Unterscheidungsmerkmal der verschiedenen Verfahren ist, ob diese die konjunkturellen

**Abbildung 6**  
Frühindikatoren ohne bzw. mit  
Markov Switching (MS)



Wendepunkte als beobachtete oder als unbeobachtete Größe betrachten. Die bekannteste Modellklasse, die konjunkturelle Wendepunkte als unbeobachtete Phänomene modelliert, ist die der so genannten Markov-Switching-Modelle.

Markov-Switching-Modelle beschäftigen sich mit der Modellierung von Zeitreihen, die unbeobachtete „strukturelle Brüche“ im Zeitablauf aufweisen. In der Konjunkturanalyse kann der Übergang von einer Aufschwung- in eine Abschwungphase als ein solcher „Strukturbruch“ angesehen werden. Der Markov-Switching-Ansatz modelliert diesen Strukturbruch mit zwei sich abwechselnden Zuständen einer Volkswirtschaft (Aufschwung- bzw. Abschwungphasen). Das wesentliche Merkmal ist dabei, dass der Zeitpunkt der „Strukturbrüche“ (Übergänge von einer Aufschwung- in eine Abschwungphase oder umgekehrt) nicht bekannt ist, sondern eine zu schätzende Zufallsvariable

<sup>19</sup> C.J. Kim: Dynamic Linear Models with Markov-Switching, in: Journal of Econometrics, 60, 1994, S. 1-22.

<sup>20</sup> Zu vergleichbaren Arbeiten vgl. H. Bandholz, M. Funke: In Search of Leading Indicators of Economic Activity in Germany, in: Journal of Forecasting (im Erscheinen) 2003; F.X. Diebold, G.D. Rudebusch: Measuring Business Cycles: A Modern Perspective, in: Review of Economics and Statistics, 78, 1996, S. 67-77; S. Kaufmann: Measuring Business Cycles with a Dynamic Markov Switching Factor Model: An Assessment Using Bayesian Simulation Methods, in: Econometrics Journal, 3, 2000, S. 39-65; C.J. Kim, C.R. Nelson: Business Cycle Turning Points: A New Coincident Index, and Tests of Duration Dependence Based on a Dynamic Factor Model with Regime-Switching, in: Review of Economics and Statistics, 80, 1998, S. 188-201; M.-J. Kim, J.S. Yoo: New Index of Coincident Indicators: A Multivariate Markov-Switching Factor Model Approach, in: Journal of Monetary Economics, 36, 1995, S. 607-630. Eine zusammenfassende Darstellung findet sich in C.J. Kim, C.R. Nelson: State Space Models with Regime Switching: Classical and Gibbs Sampling Approaches with Applications, Cambridge (MIT Press) 1999.

darstellt. Bei den Markov-Switching-Modellen erfolgt die Modellierung dieser Übergänge mittels so genannter Markov-Ketten. Zu diesem Zweck wird eine nicht beobachtete diskrete Zustandsvariable  $s_t^*$  eingeführt, die als Zustand oder Regime zum Zeitpunkt  $t$  bezeichnet wird. Wenn  $s_t^* = 1$  ist, befindet sich der Prozess in Regime 1 (Aufschwung), wenn  $s_t^* = 2$  ist, in Regime 2 (Abschwung). Das Schätzproblem besteht darin, dass zwar die Zeitreihe (der Frühindikator) beobachtet werden kann, nicht jedoch die Zustände des Markov-Prozesses. Im Rahmen der Schätzung müssen deshalb die Wahrscheinlichkeiten bestimmt werden, mit denen in jeder Periode die verschiedenen Regimes vorgelegen haben bzw. vorliegen. Die endogen geschätzten Rezessionswahrscheinlichkeiten liefern dann Informationen darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Rezession eintritt. Zur Schätzung des unbeobachtbaren Regimes  $s_t^*$ , wird auf Maximum-Likelihood-Verfahren zurückgegriffen, wobei üblicherweise davon ausgegangen wird, dass die Rezessionswahrscheinlichkeit signifikant ist, wenn  $\text{prob} > 0,5$  ist<sup>19</sup>.

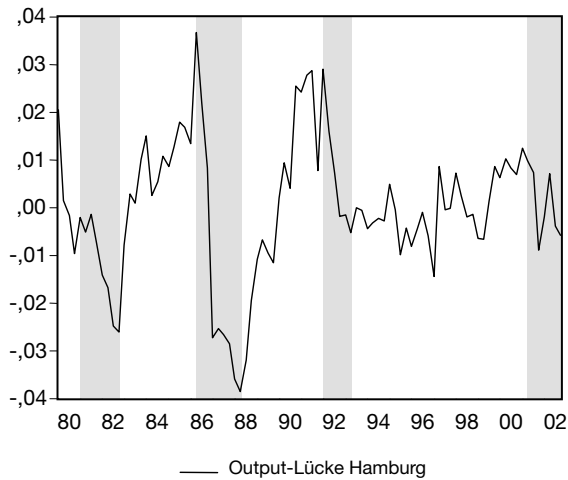
Bei der hier vorliegenden Anwendung muß die Markov-Switching-Modellklasse zusätzlich mit dem „Dynamic Factor Modell“ (5) – (7) kombiniert werden. Das besondere Schätzproblem, welches dabei auftritt, besteht darin, dass das „Dynamic Factor Modell“ mittels des linearen Kalman-Filters geschätzt wird, während das „Markov-Switching-Modell“ ein nichtlineares Modell darstellt. Kim<sup>20</sup> hat einen Algorithmus vorgestellt, der die effiziente Schätzung eines solchen kombinierten Modells erlaubt<sup>21</sup>. Ein zentraler Vorteil des einstufigen Markov-Switching-Verfahrens zur Schätzung von Rezessionswahrscheinlichkeiten besteht in den sehr geringen Vorgaben, die das Verfahren erfordert. Da vor der Schätzung der Rezessionswahrscheinlichkeiten keine Datierung von Konjunkturzyklen erforderlich ist, ist dieses Verfahren insbesondere auch für Analysen und Prognosen in „realer Zeit“ at-

<sup>21</sup> M.J. Artis, Z.G. Kontolemis, D.R. Osborn: Business Cycles for the G7 and European Countries, in: Journal of Business, 70, 1997, S. 249-27

<sup>22</sup> G. Bry, C. Boschan: Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs, in: NBER Technical Paper, Nr. 20, Cambridge (Mass.) 1971.

<sup>23</sup> Die resultierende Datierung von Zyklen haben wir zusätzlich verglichen mit den Resultaten von M.J. Artis, Z.G. Kontolemis, D.R. Osborn: Business Cycles for the G7 and European Countries, in: Journal of Business, 70, 1997, S. 249-279; H. Bandholz, M. Funke: Ökonometrische Schätzung eines Frühindikators für Deutschland, in: WIRTSCHAFTSDIENST, 82. Jg. (2002), H. 12, S. 757-760; M. Sensier, M.J. Artis, C.R. Birchenhall, D.R. Osborn: Domestic and International Influences on Business Cycle Regimes in Europe, Centre for Growth and Business Cycle Research, Manchester University, DP Nr. 011, 2002; sowie der OECD. Vgl. dazu <http://www1.oecd.org/std/licomp.htm> sowie <http://www.ses.man.ac.uk/cgbc/default.htm>.

**Abbildung 7**  
**Datierung der Hamburger Konjunkturzyklen**



traktiv. Abbildung 6 zeigt, dass die aus dem traditionellen Dynamic Factor Model ohne Markov Switching sowie aus dem erweiterten Dynamic Factor Model mit Markov Switching resultierenden beiden Frühindikatoren einen nahezu identischen Verlauf aufweisen.

Im Gegensatz zum oben dargestellten Markov-Switching-Ansatz werden beim zweistufigen Probit-Ansatz die verschiedenen Konjunkturphasen als beobachtete Größe unterstellt. In einem ersten Schritt wird deshalb auf der Basis der vierteljährlichen Zeitreihe für die Hamburger Output-Lücke eine Einteilung in Aufschwung- und Abschwungphasen durchgeführt. Die resultierende Dummy-Variable  $R_t$  ist dabei als

$$(8) R_t = \begin{cases} 1 & \text{falls zum Zeitpunkt } t \text{ eine Abschwungphase vorliegt} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

definiert. Die Definition der Dummy-Variable  $R_t$  impliziert, dass jeweils beim Übergang zwischen den beiden Zuständen „0“ bzw. „1“ ein konjunktureller Wendepunkt vorliegt. Für die erforderliche Datierung der Konjunkturzyklen haben wir das Verfahren von Artis et al.<sup>22</sup> benutzt, welches eine Modifikation der Bry-Boschan-Methode<sup>23</sup> darstellt. Das für Quartalswerte angepasste Verfahren besteht aus den folgenden drei Arbeitsschritten:

- Die betrachtete Zeitreihe wird mittels gleitender Durchschnitte geglättet, um kurzfristige erratische Schwankungen zu eliminieren. Die transformierte Zeitreihe wird dann auf Wendepunkte untersucht. Dabei wird gefordert, dass sich Hoch- und Tiefpunkte abwechseln.

- Im zweiten Arbeitsschritt werden die Wendepunkte in der Original-Zeitreihe datiert. Dabei wird verlangt, dass ein Zyklus mindestens vier Quartale umfasst.
- Die im zweiten Arbeitsschritt gefundenen Wendepunkte werden nur dann als endgültig korrekt unterstellt, wenn in der geglätteten Zeitreihe in zeitlicher Nähe ebenfalls ein Wendepunkt identifiziert worden ist.

Eine graphische Darstellung der resultierenden Hamburger konjunkturellen Auf- und Abschwungphasen und damit der Dummy-Variable  $R_t$  seit 1980Q1 liefert Abbildung 7, wobei die Abschwungphasen durch „grau“ unterlegte Balken markiert sind. Am aktuellen Rand ist erkennbar, dass der letzte obere Wendepunkt 2001Q1 auftrat.

Die Variable  $R_t$  wird in einem zweiten Schritt dazu benutzt, die Rezessionswahrscheinlichkeiten mittels des Probit-Modells

$$(9) \text{ prob}(R_t = 1) = \Phi(\alpha_0 + \alpha_1 I_{t-k})$$

zu schätzen, wobei  $I_t$  der oben beschriebene Frühindikator und  $k$  die „Lead-Länge“ des Frühindikators darstellt. Für den vorliegenden Frühindikator ergibt sich  $k = 1$ . Die Funktion  $\Phi$  repräsentiert die kumulative Normalverteilung. Unter Verwendung der geschätzten Koeffizienten können dann die Rezessionswahrscheinlichkeiten bestimmt werden.

Aus ökonomischer Sicht muß allerdings kritisch angemerkt werden, dass das einfache Probit-Modell (9) die Asymmetrien zwischen Aufschwung- und Abschwungphasen sowie Nichtlinearitäten in den Daten nur unzureichend abbilden. Zusätzlich zeigen sich bei rekursiven Schätzungen des Modells systematische Variationen der Parameter im Kon-

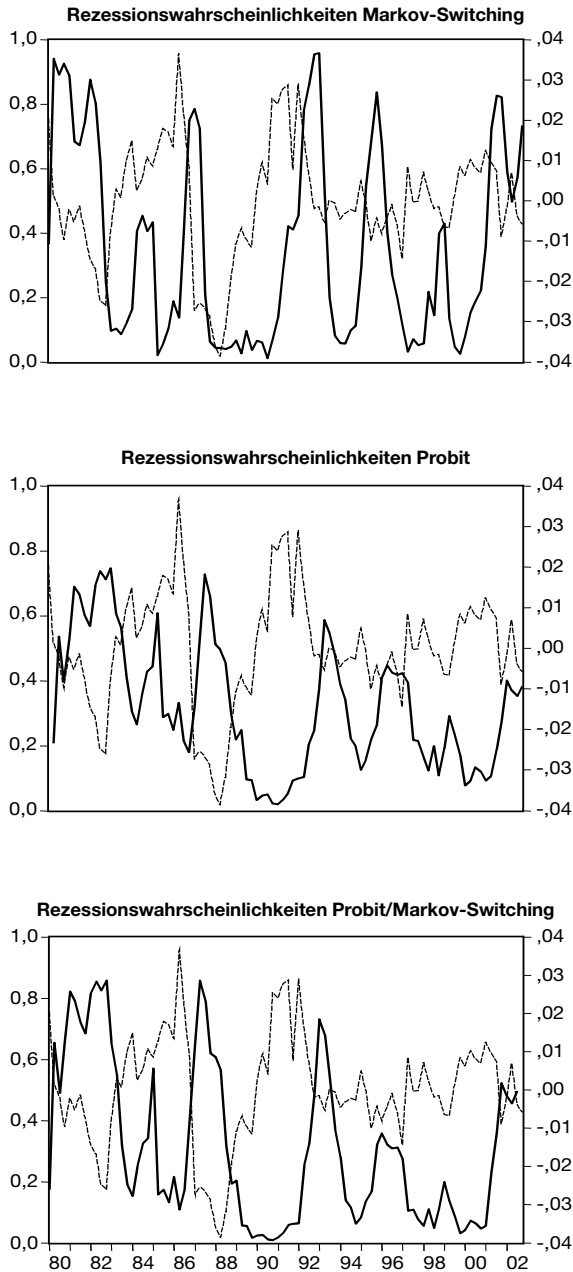
<sup>24</sup> Vgl. dazu H. Bandholz, M. Funke: Looking Ahead...a.a.O. Entsprechende Asymmetrien zwischen konjunkturellen Aufschwung- und Abschwungphasen sind von C.J. Kim, J. Morley, J. Piger: Nonlinearity and the Permanent Effects of Recessions, in: Federal Reserve Bank of St. Louis, WP Nr. 2002-1014, 2002, auch für die USA gezeigt worden.

<sup>25</sup> Zur exakten Modellspezifikation vgl. M.J. Dueker: Strengthening the Case for the Yield Curve as a Predictor of U.S. Recessions, in: Federal Reserve Bank of St. Louis Review, 79, 1997, March/April, S. 41-51; ders.: Regime-Dependent Recession Forecasts and the 2001 Recession, in: Federal Reserve Bank of St. Louis Review, 84, 2002, November/December, S. 29-36. Die Schätzergebnisse sind in H. Bandholz, M. Funke: Looking Ahead: A Leading Indicator for the Free and Hanseatic City of Hamburg, Hamburg 2003 (mimeo), verfügbar.

<sup>26</sup> Demgegenüber haben A.P. Layton: Dating and Predicting Phase Changes in the U.S. Business Cycle, in: International Journal of Forecasting, 12, 1996, S. 417-428; und M. Chauvet, J.M. Piger: Identifying Business Cycle Turning Points in Real Time, in: Federal Reserve Bank of St. Louis Review, 85, 2003, March/April, S. 47-61, eine verlässliche Prognose von konjunkturellen Wendepunkten in den USA mittels des bivariaten Markov-Switching-Ansatzes in realer Zeit gezeigt.



**Abbildung 8**  
**Alternative Schätzungen der Rezessionswahrscheinlichkeiten und Output-Lücke**



junkturverlauf<sup>24</sup>. Aus diesem Grund sollen die Rezessionswahrscheinlichkeiten zusätzlich mittels einer dritten Modellvariante geschätzt werden, bei der das einfache Probit-Modell mit dem bivariaten Markov-Switching-Modell kombiniert wird (vgl. Abbildung 6)<sup>25</sup>. Dabei wird die Datierung der Zyklen weiter als beobachtbar unterstellt, gleichzeitig werden aber Parametervariationen und unterschiedliche Varianzen zwischen Auf- und Abschwung zugelassen.

Die Ergebnisse in Abbildung 8 fassen die ex-post-(in-sample)-Schätzung der Rezessionswahrscheinlichkeiten für die drei alternativen Vorgehensweisen zusammen. Dabei ist die Höhe der Rezessionswahrscheinlichkeiten (durchgezogene Linie) auf der linken Skala abgetragen, die Hamburger Output-Lücke (gestrichelte Linie) auf der rechten Skala. Generell zeigen alle drei Graphiken den vermuteten gegenläufigen Verlauf der beiden Zeitreihen (hohe Rezessionswahrscheinlichkeiten vor Rezessionen). Qualitative Unterschiede zwischen den drei Graphiken und Verfahren ergeben sich vor allem in den neunziger Jahren. Die obere Graphik mit den Schätzergebnissen für das „reine“ Markov-Switching-Modell zeigt einen „Fehlalarm“ ( $\text{prob} > 0,8$ ) im Jahre 1995, der bei den anderen beiden Verfahren nicht auftritt<sup>26</sup>. Ferner signalisiert das Markov-Switching-Modell ( $\text{prob} > 0,8$ ) am Ende der Beobachtungsperiode eine Rezession, während die anderen beiden anderen methodischen Ansätzen ( $0,4 < \text{prob} > 0,5$ ) nur eine (deutliche) Abkühlung der Hamburger Konjunktur signalisieren. Der Grund für diese unterschiedlichen Ergebnisse liegt in der Kombination eines kurzen Beobachtungszeitraums mit unterschiedlichen strukturellen Vorgaben bei den verschiedenen Verfahren. Die „frei“ geschätzten Rezessionswahrscheinlichkeiten beim Markov-Switching Dynamic Factor Model führen in diesem Datensatz in einzelnen Fällen zu falschen Signalen, da das Verfahren wegen einer zu geringen Zahl von Rezessionen nicht zwischen Rezessionen und Wachstumsabschwächungen unterscheiden kann. Bei den anderen beiden Verfahren wird dies durch die Vorgabe der Zeitreihe  $R_t$  vermieden. Bei einer Gesamtwürdigung muss allerdings beachtet werden, dass die letzten beiden Verfahren in realer Zeit (out-of-sample) nur begrenzt anwendbar sind, da der Indikator  $R_t$  nur ex-post bestimmt werden kann.

**Schlussbemerkungen**

Im vorliegenden Papier sind zwei neue Frühindikatoren für die Konjunkturentwicklung in der Freien und Hansestadt Hamburg entwickelt worden (vgl. Abbildung 7). Diese werden anschließend dazu benutzt, um mittels verschiedener ökonomischer Verfahren Rezessionswahrscheinlichkeiten zu bestimmen (vgl. Abbildung 8). Beide Informationen müssen dabei zusammen interpretiert werden. Während das Niveau der beiden Indikatoren in Abbildung 7 eine quantitative Information über die Stärke der weiteren konjunkturellen Entwicklung gibt, liefern die Rezessionswahrscheinlichkeiten zusätzlich gezielte Informationen (prob) über die Wahrscheinlichkeit von Wendepunkten.