

Christian Glocker, Werner Hölzl

# Bestimmung einer Konjunkturampel für Österreich auf Basis des WIFO-Konjunkturtests

## Bestimmung einer Konjunkturampel für Österreich auf Basis des WIFO-Konjunkturtests

Der WIFO-Konjunkturtest ist ein wichtiges System von Frühindikatoren für die österreichische Konjunktur. Mit einem Markov-Regime-Switching-Modell kann der Konjunkturverlauf anhand dieser Indikatoren frühzeitig in Auf- und Abschwungregime klassifiziert werden. Die Regimewahrscheinlichkeiten können in Form einer Konjunkturampel dargestellt werden und bieten zusätzliche Information zur Interpretation der Konjunkturergebnisse.

## Traffic-light Indications for the State of the Austrian Economy Based on the WIFO Business Cycle Survey

The WIFO Business Cycle Survey serves as an important early-indication tool for the economic situation in Austria. Using a Markov regime-switching model, it is possible to determine at an early point in time whether the business cycle is in its upward or downward mode. Regime probabilities are shown as red-yellow-green traffic-light indications and include additional information on the interpretation of the survey findings.

### Kontakt:

**Dr. Christian Glocker:** WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, [Christian.Glocker@wifo.ac.at](mailto:Christian.Glocker@wifo.ac.at)

**Dr. Werner Hölzl:** WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, [Werner.Hoelzl@wifo.ac.at](mailto:Werner.Hoelzl@wifo.ac.at)

**JEL-Codes:** E32, C83 • **Keywords:** Konjunkturtest, Konjunkturbeobachtung, Frühindikatoren, Österreich

**Begutachtung:** Jürgen Bierbaumer-Polly • **Wissenschaftliche Assistenz:** Astrid Czaloun ([Astrid.Czaloun@wifo.ac.at](mailto:Astrid.Czaloun@wifo.ac.at))

## 1. Einleitung

Konjunkturzyklen sind wiederkehrende Schwankungen des Auslastungsgrades der gesamtwirtschaftlichen Produktion einer Volkswirtschaft. Die Schwankungen der Konjunktur folgen weitgehend regelmäßigen Bewegungen. Jeder Zyklus besteht aus einer Abschwung- und einer Aufschwungphase, die einzelnen Phasen sind durch Hoch- und Tiefpunkte voneinander getrennt. Aufschwungphasen zeichnen sich durch eine Zunahme der Kapazitätsauslastung aus – die gesamtwirtschaftliche Produktion wächst gegenüber der Vorperiode rascher als das Produktionspotential. Abschwungphasen umfassen sowohl Abschnitte mit einem Rückgang der Produktion als auch Episoden mit relativ zum Potentialwachstum gesehen unterdurchschnittlicher Produktionssteigerung. Aufschwungphasen nehmen meist den weitaus größten Teil des Zyklus ein, während Abschwungphasen häufig kürzer dauern.

Die Datierung und Klassifizierung von Zyklen ist ein zentrales Thema der Konjunkturzyklusdiagnose. Die frühzeitige Kenntnis des Konjunkturverlaufes, der aktuellen Position einer Volkswirtschaft im Konjunkturzyklus und speziell der Konjunkturwendepunkte dient als wichtige Grundlage wirtschaftspolitischer und unternehmerischer Entscheidungen. Allerdings unterscheiden sich Konjunkturzyklen sowohl in ihrer Dauer als auch in ihrer Amplitude. Dies erschwert die zeitnahe Datierung von Auf- und Abschwungphasen. In diesem Zusammenhang spielen Konjunkturindikatoren eine bedeutende Rolle: Mit ihrer Hilfe kann die zyklische Dynamik einer Volkswirtschaft vor allem an den Hoch- und Tiefpunkten frühzeitig zutreffend beschrieben werden.

Für Österreich bietet der monatlich vorliegende WIFO-Konjunkturtest ein bekanntes Instrumentarium an Frühindikatoren. Diese Befragung österreichischer Unternehmen zu ihrer aktuellen wirtschaftlichen Lage und ihren Perspektiven für die kommenden Monate wird seit 1996 monatlich durchgeführt. Für diesen Zeitraum sind aggregierte Gesamtindikatoren (Indizes) verfügbar, welche die Ergebnisse des WIFO-Konjunkturtests zusammenfassen. Infolge der Informationsverdichtung liefern Gesamtindikatoren in der Regel deutlichere und vor allem stabilere Konjunktursignale. Wie Hölzl –

Schwarz (2014) in einem Vergleich mit historischen Zeitreihen zeigen, besteht zwischen den gesamtwirtschaftlichen Indizes des WIFO-Konjunkturtests und der tatsächlichen Wirtschaftsentwicklung ein sehr enger Zusammenhang, und die Indikatoren weisen im Durchschnitt einen statistisch signifikanten Vorlauf auf. Darüber hinaus steht der WIFO-Konjunkturtest viel früher zur Verfügung als die Daten der amtlichen Konjunkturstatistik. In der laufenden Konjunkturanalyse muss beurteilt werden, ob eine Bewegung des Indikators bereits einen Wechsel der Konjunkturphasen abbildet. Für diese Entscheidung können ökonometrische Modelle, insbesondere Markov-Regime-Switching-Modelle, als Hilfsmittel verwendet werden.

Markov-Regime-Switching-Modelle erlauben es, Konjunkturzyklen in Auf- und Abschwungphasen zu klassifizieren, die jeweils als unterschiedliche Systemzustände (Regime) interpretiert werden. In der Anwendung auf die gesamtwirtschaftlichen Indizes des WIFO-Konjunkturtests erlauben Markov-Regime-Switching-Modelle eine frühzeitige quantitative Einschätzung der aktuellen Position der österreichischen Volkswirtschaft im Konjunkturverlauf. Dies ermöglicht u. a. eine rasche Identifikation von Konjunkturwendepunkten. Diese Ergebnisse lassen erkennen, ob sich eine Volkswirtschaft in einer Auf- oder Abschwungphase befindet, aber auch, was häufig ebenso wichtig ist, ob eine Trendumkehr erfolgt ist. Die vom Modell bestimmte Regimewahrscheinlichkeit kann graphisch als "Konjunkturampel" dargestellt werden.

## 2. Markov-Regime-Switching-Modelle

Viele ökonomische Zeitreihen weisen gelegentlich drastische Brüche auf, die auf Ereignisse wie Krisen oder wirtschaftspolitische Maßnahmen zurückzuführen sind (Hamilton, 2005, Davig, 2004). Häufig verhalten sich zudem ökonomische Variable in Auf- und Abschwungphasen unterschiedlich. Nichtlineare Zeitreihenmodelle werden daher in der modernen empirischen Konjunkturforschung zunehmend zur Beschreibung der regimeabhängigen Dynamik eingesetzt. Diese Modelle berücksichtigen explizit, dass die ökonomische Dynamik je nach Systemzustand (z. B. Krise oder Nichtkrise, Aufschwung oder Abschwung) über die Zeit variieren kann. Da der Zeitpunkt des Systemwechsels nicht exogen vorgegeben werden muss, sondern im Modell ermittelt wird, können Modelle zur Schätzung von Regimewahrscheinlichkeiten u. a. zur Datierung von Konjunkturwendepunkten eingesetzt werden. Insbesondere in der Makroökonomie und der Finanzwirtschaft (Risikomanagement) werden in diesem Zusammenhang vermehrt Markov-Regime-Switching-Modelle (MRS-Modelle) eingesetzt.

Im MRS-Modell kann das modellierte System grundsätzlich zwei oder mehr Zustände haben. Diese Systemzustände (Regime) können nicht direkt beobachtet werden. Ein Ziel der Modellierung ist, durch Zeitreihenanalyse der verfügbaren Daten auf den nicht beobachtbaren Systemzustand zu schließen. Häufig werden Zeitreihen modelliert, die im Zeitablauf Strukturbrüche aufweisen, wie etwa der Übergang von einer Aufschwung- in eine Abschwungphase in der Konjunkturanalyse. So pendelt z. B. die gemessene Veränderungsrate des Bruttoninlandsproduktes im Takt des Konjunkturzyklus zwischen Expansion und Rezession.

Die Schwankungen der BIP-Entwicklung sind die Folge verschiedener einzelwirtschaftlicher Prozesse und hängen somit von den Plänen und Erwartungen von Unternehmen, Konsumenten und der Wirtschaftspolitik ab. Die Pläne der wirtschaftlichen Akteure werden sich unabhängig vom jeweiligen Zustand der Wirtschaft ändern, wenn für die nähere Zukunft ein Zustandswechsel von Expansion zu Rezession (Regimewechsel) erwartet wird. Folglich ändert sich der Konjunkturverlauf als Ergebnis dieser einzelwirtschaftlichen Pläne. Das Ziel des MRS-Modells in diesem Beispiel wäre die Identifikation des jeweils vorherrschenden und für die nächste Zeit erwarteten Zustandes.

Als zentrale Eigenschaft erlauben MRS-Modelle einen mehrfachen Wechsel zwischen unterschiedlichen Regimen zu beliebigen Zeitpunkten. Ein Schaltmechanismus setzt den Übergang von einem Zustand zum nächsten um. Er wird mit einer nicht beobachtbaren (latenten) Zustandsvariablen gesteuert. Damit wird die zu einem Zeitpunkt relevante Modellstruktur als weitgehend unbekannt und stochastische

Größe angenommen. Die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Beobachtung durch ein bestimmtes Regime erklärt werden kann, muss daher statistisch geschätzt werden. Da sowohl die Zeitpunkte als auch die Zahl der Zustandswechsel nicht direkt beobachtet werden können, muss im Vorfeld einer Schätzung die Zahl der möglichen Zustände als Annahme festgelegt werden.

### Indizes des WIFO-Konjunkturtests

Die WIFO-Konjunkturtestindizes fassen die Ergebnisse des WIFO-Konjunkturtests in wenigen Zahlen zusammen. Die Indizes werden mit den anderen Ergebnissen des WIFO-Konjunkturtests zwölfmal pro Jahr jeweils am Ende des Monats der Erhebung veröffentlicht. Sie liegen wesentlich früher vor als die Daten der amtlichen Konjunkturstatistik: rund zwei Monate vor der Veröffentlichung der vorläufigen Werte und rund drei Monate vor der Publikation der ersten Daten der Konjunkturstatistik. Die monatlichen Ergebnisse des WIFO-Konjunkturtests werden in späterer Folge nicht revidiert<sup>1)</sup>. Daher bilden die Indikatoren eine wichtige zeitnahe Datengrundlage für die qualitative Konjunkturanalyse, aber auch für quantitative modellbasierte Prognosen der kurzfristigen Wirtschaftsentwicklung.

Die Methode der Indexbildung im WIFO-Konjunkturtest steht in der Tradition anderer bekannter und zuverlässiger Indikatoren wie des ifo-Geschäftsklimaindizes oder der Vertrauensindikatoren der Europäischen Kommission, die aus den europaweit harmonisierten Konjunkturbefragungen (u. a. auch dem WIFO-Konjunkturtest) ermittelt werden.

Berechnet werden die gesamtwirtschaftlichen Indizes des WIFO-Konjunkturtests auf Basis der Indizes auf Sektorebene (Sachgütererzeugung, Bauwirtschaft und Dienstleistungen). Für die Aggregation werden die einzelnen Sektorindizes mit der Bruttowertschöpfung des jeweiligen Sektors gewichtet.

Wie die im WIFO-Konjunkturtest verwendeten Fragebögen jeweils an die Gegebenheiten der Sektoren (Sachgütererzeugung, Bauwirtschaft, Dienstleistungssektor, Einzelhandel) angepasst sind, unterscheiden sich die Fragen, die in die Indizes eingehen, zwischen den Sektoren. Dadurch ist zwar die Vergleichbarkeit zwischen den Sektoren etwas eingeschränkt, aber durch die Nutzung aller für den jeweiligen Sektor zur Verfügung stehenden Fragen wird für den Index die größtmögliche Informationsmenge genutzt.

Der zusammenfassende *WIFO-Konjunkturklimaindex* aggregiert als arithmetisches Mittel zwei Teilindizes, die getrennt ausgewiesen und zur Berechnung der Konjunkturampel verwendet werden:

Der *Index der aktuellen Lagebeurteilungen* basiert auf den monatlichen Erhebungen zur aktuellen Lage und zur Entwicklung in den letzten drei Monaten. Er ist als gleichlaufender Index konzipiert, der allein durch die frühe Verfügbarkeit (rund zwei Monate vor den aktuellen Daten der amtlichen Statistik) einen mittelbaren Vorlauf gegenüber der offiziellen Konjunkturstatistik aufweist. Er wird aus der Einschätzung der Unternehmen zu folgenden Größen ermittelt:

- *Sachgütererzeugung*: Auftragsbestände, Auslandsauftragsbestände, Fertigwarenlager, Entwicklung der Produktion in den letzten drei Monaten,
- *Bauwirtschaft*: Auftragsbestände, Entwicklung der Bautätigkeit in den letzten drei Monaten,
- *Dienstleistungen*: Auftragsbestände, Entwicklung von Geschäftslage, Nachfrage und Beschäftigtenzahlen in den letzten drei Monaten.

Der *Index der unternehmerischen Erwartungen* fasst jene monatlichen Fragen zusammen, die sich auf die Entwicklung in den Folgemonaten der Erhebung beziehen. Er ist als vorlaufender Indikator konzipiert und basiert auf der Einschätzung der Unternehmen zu folgenden Größen:

- *Sachgütererzeugung*: Entwicklung der Produktion in den nächsten drei Monaten, Entwicklung der eigenen Geschäftslage in den nächsten sechs Monaten,
- *Bauwirtschaft*: Entwicklung des Beschäftigtenstandes in den nächsten drei Monaten,
- *Dienstleistungen*: Entwicklung der Nachfrage und des Beschäftigtenstandes in den nächsten drei Monaten, Entwicklung der eigenen Geschäftslage in den nächsten sechs Monaten.

<sup>1)</sup> Geringfügige Korrekturen (in den zwei Monaten nach der Erhebung) resultieren aus der nachträglichen Einarbeitung verspätet einlangender Fragebögen.

Im MRS-Modell wird somit unterstellt, dass jede Beobachtung der abhängigen Variablen mit einer Wahrscheinlichkeit  $p_i$  durch einen stochastischen Prozess generiert wird, der Regime  $i$  repräsentiert. Wenn  $k$  die Zahl der möglichen Zustände (Regime) ist ( $i = 1, \dots, k$ ), kann ein MRS-Modell allgemein wie folgt beschrieben werden:

$$(1) \quad \mathbf{x}_t = \boldsymbol{\mu}(s_t) + \boldsymbol{\varepsilon}_t \text{ mit } \boldsymbol{\varepsilon}_t \sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Sigma}) \forall t = 1, \dots, T,$$

$\mathbf{x}_t$  ... Vektor der beobachtbaren Variablen,  $s_t$  ... nicht beobachtbare Zustandsvariable mit  $k$  unterschiedlichen Zustandsmöglichkeiten,  $\boldsymbol{\mu}(s_t)$  ... Vektor mit Konstanten für jede Zustandsmöglichkeit der endogenen Variablen in  $\mathbf{x}_t$ .

Die grundlegende Idee, den Zustandswechsel zu modellieren, basiert auf der Änderung der Konstanten  $\mu(s_i)$  in Gleichung (1). Da der Zeitpunkt des Überganges von einem Zustand zum nächsten nicht vorhersehbar, sondern selbst eine Zufallsvariable ist, muss die Wahrscheinlichkeit eines Überganges von  $\mu(i_t)$  zu  $\mu(j_{t+1})$  modelliert werden. Im Markov-Regime-Switching-Modell erfolgt dies über Markov-Ketten. Die Wahrscheinlichkeit, mit der das Regime von einer Periode zur anderen wechselt bzw. verharrt, folgt per Annahme einer Markov-Kette erster Ordnung:

$$(2) \quad Pr(s_t = i | s_{t-1} = j, s_{t-2} = k, \dots, x_{t-1}, x_{t-2}, \dots) = Pr(s_t = i | s_{t-1} = j) = p_{i,j}.$$

Gemäß der zentralen Markov-Eigenschaft hängt der aktuelle Wert der Zustandsvariablen ( $s_t$ ) und somit die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels von einem Regime zum nächsten nur von seinem unmittelbaren Vergangenheitswert ( $s_{t-1}$ ) ab, weiter zurückliegende Werte (z. B.  $s_{t-2}$  oder  $x_{t-2}$ ) haben keine direkte Bedeutung für die Wahrscheinlichkeit (Gleichung (2)). Ausgehend von  $k$  möglichen Zuständen (für die Konjunkturampel sind es zwei Zustände) können die Regimewahrscheinlichkeiten in der  $k \times k$ -Übergangsmatrix  $\Pi = (\pi_{ij})$  mit  $\sum_j \pi_{ij} = 1$  zusammengefasst werden. Die endogen geschätzten Regimewahrscheinlichkeiten liefern dann Informationen darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit das System in einem Zustand verbleibt oder in einen anderen wechselt.

### 3. Die Konjunkturampel als Markov-Regime-Switching-Modell

Für die Berechnung der Konjunkturampel werden nur zwei gesamtwirtschaftliche Indizes aus dem WIFO-Konjunkturtest verwendet (Details zur Konstruktion siehe Kasten "Indizes des WIFO-Konjunkturtests"). Das multivariate Modell in Gleichung (1) reduziert sich damit auf ein bivariates Modell mit  $x_t = [\Delta x_t^I, \Delta x_t^E]^T$ . Der Vektor der beobachtbaren Variablen ( $x_t$ ) setzt sich zusammen aus dem Index der aktuellen Lagebeurteilungen ( $x_t^I$ ) und dem Index der unternehmerischen Erwartungen ( $x_t^E$ ). Konkret werden die ersten Differenzen dieser Variablen verwendet ( $\Delta \dots$  Differenzenoperator).

Anhand der Modellierung der ersten Differenzen soll beurteilt werden, ob eine Veränderung eines Teilindicators für einen Wechsel des Konjunkturzustandes spricht oder im Einklang mit dem vorherrschenden Konjunkturzustand steht. Befindet sich eine Volkswirtschaft etwa im Abschwung, so kann eine Verbesserung des Konjunkturklimas noch im üblichen Schwankungsbereich liegen und daher im Einklang mit dem Regime Abschwung stehen. Es kann aber auch schon einen Regimewechsel anzeigen.

Der Zustandswechsel wird auf Grundlage der Änderung der Konstanten im Vektor  $\mu(s_t)$  in Gleichung (1) modelliert, wobei  $s_t$  als die nicht beobachtbare Zustandsvariable das Regime im Modell bestimmt. Da die Konjunkturampel wie erwähnt zwei Regime vorsieht ( $k = 2$ )<sup>1)</sup>, kann die Modellkonstante zwei alternative Werte  $\mu(1)$  bzw.  $\mu(2)$  annehmen<sup>2)</sup>. Ökonomisch repräsentiert der Parameter  $\mu(s_t)$  dabei Phasen mit positivem bzw. negativem Konjunkturklima, entsprechend können die beiden einander abwechselnden Perioden als Aufschwung- und Abschwungphase interpretiert werden. Für  $s_t = 1$  gilt somit Zustand 1, der hier mit Aufschwung (im Durchschnitt Verbesserung des Konjunkturklimas) gleichgesetzt wird, für  $s_t = 2$  herrscht Zustand 2 vor (im Durchschnitt Verschlechterung des Konjunkturklimas, Abschwung). Ändert demnach die unbeobachtete Zufallsvariable den Zustand, so hat der Prozess eine niedrigere oder höhere Konstante. In der so definierten Aufschwungphase gilt  $x_t = \mu(1) + \varepsilon_t$ , während in einer Abschwungphase der Zusammenhang durch  $x_t = \mu(2) + \varepsilon_t$  mit  $\mu(1) > \mu(2)$  gegeben ist.

<sup>1)</sup> Die Zahl der Regime wurde mit der Methode von Caviccioli (2014) festgelegt. Alternative Ansätze (z. B. Krolzig, 1997, Zhang – Stine, 2001, Franca – Zakoian, 2001) liefern dasselbe Ergebnis.

<sup>2)</sup> Die weitere Schätzung unterstellt  $\Sigma(s_t) = \Sigma = (\sigma_{ij})$ . Die Varianz-Kovarianz-Matrix weist demnach keine Regime-Abhängigkeit auf. Eine Erweiterung des Modells mit regimeabhängiger Varianz-Kovarianz-Matrix liefert keine wesentliche Veränderung der Schätzergebnisse der geglätteten Regimewahrscheinlichkeiten. Nach den Informationskriterien AIC, BIC, HQ ist eine solche Modellerweiterung nicht erforderlich.

Dieser Zustandswechsel wird wie erwähnt unter der Annahme einer Markov-Kette geschätzt. Bei zwei möglichen Regimen werden die Regimewahrscheinlichkeiten in einer  $2 \times 2$ -Matrix zusammengefasst. Die geschätzten Regimewahrscheinlichkeiten zeigen an, mit welcher Wahrscheinlichkeit das System in einem Konjunkturregime (z. B. Aufschwungphase) verbleibt oder sich der Konjunkturstand ändert.

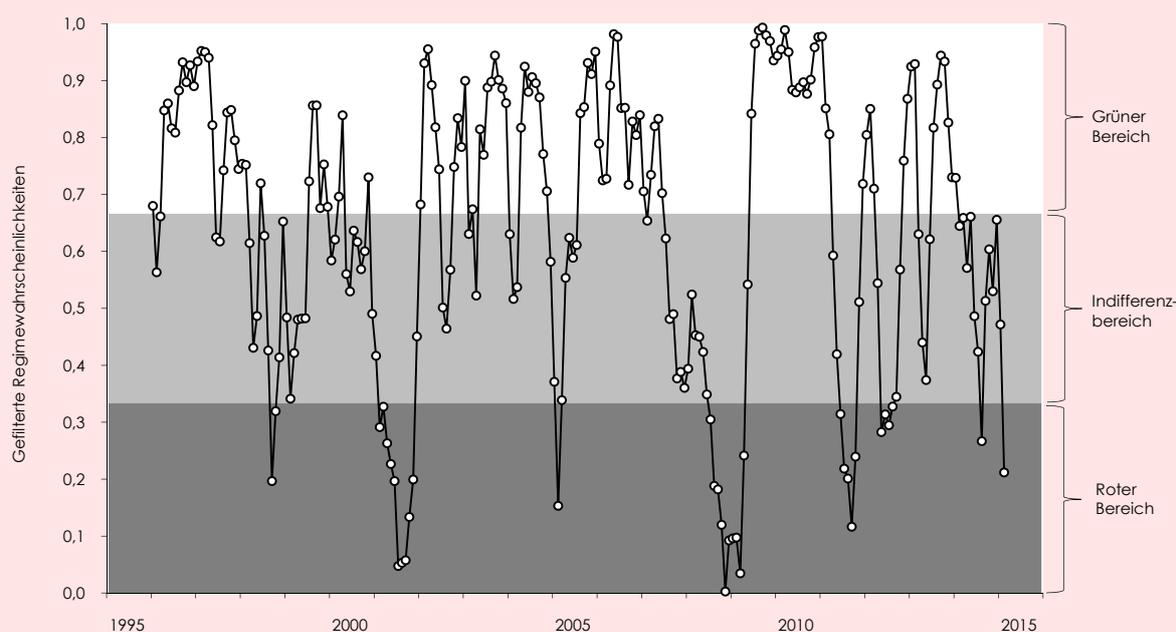
#### 4. Eine Konjunkturampel für Österreich

Anhand der geschätzten Regimewahrscheinlichkeiten können Auf- und Abschwungphasen chronologisch erfasst werden. Für die Umsetzung einer Klassifikation der Konjunkturzyklen sind allerdings noch Regeln zu definieren. So ist zunächst unklar, ab welcher Regimewahrscheinlichkeit von einem Auf- bzw. Abschwung gesprochen werden kann.

Nach der einfachsten Regel liegt ein Aufschwung vor, wenn die entsprechende gefilterte Regimewahrscheinlichkeit für die Phase Aufschwung (bezeichnet durch  $p(s_t = 1 | \mathbf{Y}_t, \boldsymbol{\theta})$ ; vgl. Kasten "Details zur Schätzung der Regimewahrscheinlichkeiten") größer als 0,5 ist (symmetrische Klassifikationsregel; Hamilton, 1989, S. 373ff). Umgekehrt ist ein Abschwung durch eine Regimewahrscheinlichkeit für die Phase Abschwung  $p(s_t = 2 | \mathbf{Y}_t, \boldsymbol{\theta})$  größer als 0,5 gekennzeichnet (bzw. die Regimewahrscheinlichkeit für Aufschwung ist kleiner als 0,5). An den Konjunkturwendepunkten überschreitet die Regimewahrscheinlichkeit für die Phasen Auf- bzw. Abschwung jeweils die Marke von 0,5.

Im Folgenden wird aber auf den alternativen Klassifizierungsansatz von Abberger – Nierhaus (2008) zurückgegriffen: Eine Aufschwungphase liegt vor, wenn die gefilterte Regimewahrscheinlichkeit für die Phase Aufschwung  $p(s_t = 1 | \mathbf{Y}_t, \boldsymbol{\theta})$  größer als zwei Drittel ist. Umgekehrt liegt eine Abschwungphase vor, wenn die gefilterte Wahrscheinlichkeit für die Phase Aufschwung kleiner als ein Drittel ist (bzw. die gefilterte Regimewahrscheinlichkeit für die Phase Abschwung  $p(s_t = 2 | \mathbf{Y}_t, \boldsymbol{\theta}) = 1 - p(s_t = 1 | \mathbf{Y}_t, \boldsymbol{\theta})$  größer als zwei Drittel). Bei Regimewahrscheinlichkeiten zwischen einem Drittel und zwei Dritteln kann mit dieser Regel keine Zustandsaussage getroffen werden, es liegt Indifferenz vor. Im oberen Konjunkturwendepunkt überschreitet nun die gefilterte Regimewahrscheinlichkeit für die Phase Aufschwung die Zwei-Drittel-Marke, im unteren Wendepunkt unterschreitet sie die Ein-Drittel-Marke.

Abbildung 1: Konjunkturampel



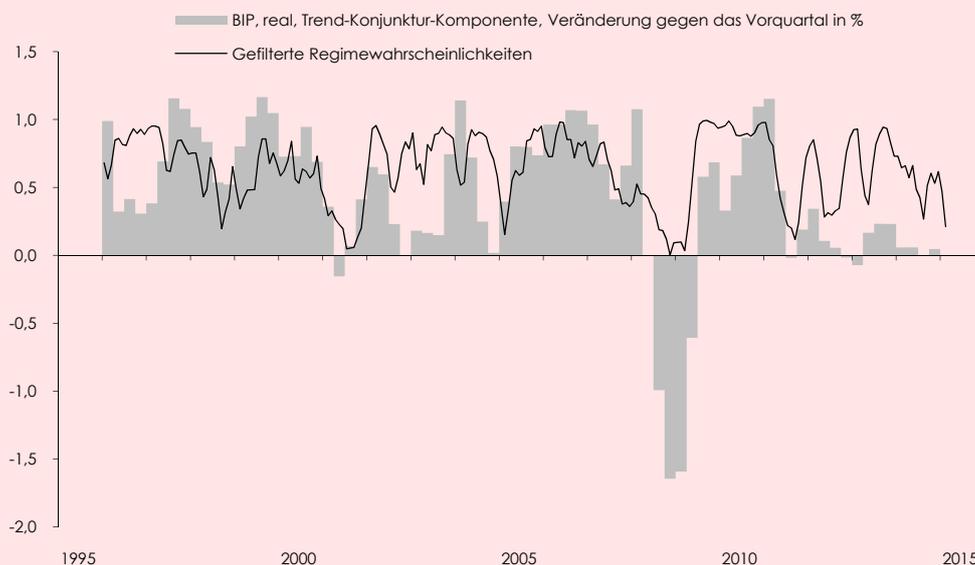
Q: WIFO. Basierend auf einem Bivariaten Markov-Regime-Switching-Modell.

Gemäß dieser Regel zeigt Abbildung 1 die mit dem Markov-Regime-Switching-Modell bestimmten Regimewahrscheinlichkeiten für den Zeitraum Jänner 1996 bis Februar 2015. Die Zeitreihe der Wahrscheinlichkeiten wird als Konjunkturampel bezeichnet und signalisiert drei unterschiedliche Konjunkturzustände (Regime):

- Im Regime Expansion ("grüner Bereich" in Abbildung 1) liegt die Wahrscheinlichkeit über der Zwei-Drittel-Marke.
- Im Regime Kontraktion ("roter Bereich") liegt sie unter der Ein-Drittel-Marke.
- Im Indifferenzbereich zwischen den beiden Regimen besteht besonders große Unsicherheit über den Zustand der Wirtschaft ("gelber Bereich").

Abbildung 2 stellt die Regimewahrscheinlichkeiten auf Basis des Markov-Regime-Switching-Modells den Quartalsveränderungsraten des BIP gegenüber. Die Wendepunkte, die sich aus der Entwicklung der Wahrscheinlichkeiten ergeben, weisen zum Teil einen erheblichen Vorlauf gegenüber den Expansions- bzw. Kontraktionsphasen laut BIP-Entwicklung auf. In 151 Fällen (66%) signalisiert die Konjunkturampel im Zeitraum 1996/2015 Expansion, in 25 Fällen (11%) Kontraktion und in 54 Fällen (23%) Indifferenz. Trotz des Indifferenzintervalls besteht eine beträchtliche Trennschärfe bei der Zuordnung des Konjunkturverlaufes zu den Phasen Aufschwung und Abschwung.

Abbildung 2: Konjunkturampel und Wirtschaftswachstum



Q: WIFO.

Die Konjunkturampel weist im Untersuchungszeitraum drei ausgeprägte Schwächephasen aus: vom II. Quartal bis zum IV. Quartal 2001, vom II. Quartal 2008 bis zum III. Quartal 2009 und vom III. bis zum IV. Quartal 2011. Diese Schwächephasen korrespondieren mit einer entsprechenden Abnahme der Quartalswachstumsraten des Bruttoinlandsproduktes.

Ausgeprägte Aufschwungphasen finden sich unmittelbar vor und nach der weltweiten Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise 2008/09. Die Regimewahrscheinlichkeit für die Phase Aufschwung ist in diesem Zeitraum sehr hoch mit einem Niveau von fast 1. Die lange Episode der günstigen Konjunktur von 2003 bis zum Ausbruch der Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise wird nur durch eine kurze Phase erhöhter Unsicherheit (erhöhte Volatilität der Konjunkturindikatoren) im Jahr 2005 unterbrochen, die die Folge einer erheblichen Zunahme des Finanzmarktstresses wegen erhöhter Verluste einiger heimischer Finanzinstitute war (vgl. u. a. Glocker – Kaniovski, 2014). Die daraus resultierenden Vertrauensverluste im Finanzsektor schlugen sich auch in anderen Sektoren in einer pessimistischeren Konjunktüreinschätzung nieder.

Das Markov-Regime-Switching-Modell weist 77% der Beobachtungen eindeutig den Phasen Aufschwung und Abschwung zu. Für 23% der Beobachtungen ist die Zuord-

nung somit nicht eindeutig. Ausgeprägte Phasen der Indifferenz finden sich vor allem in den Jahren 1997/2000 sowie nach der Finanzmarktkrise. Für beide Zeiträume kennzeichnend ist die hohe Unsicherheit über den weiteren Konjunkturverlauf. In den Jahren 1999/2002 war sie in erster Linie die Folge von Verwerfungen auf den internationalen Finanzmärkten (Dot-Com-Blase) sowie von Krisen in einigen Schwellenländern (Russland-Krise). In den Jahren nach der weltweiten Finanzmarktkrise 2008/09 ergab sich die Unsicherheit aus der anhaltenden europäischen Schuldenkrise. In beiden Fällen beschreiben die der Konjunkturampel zugrundeliegenden Vorlaufindikatoren aus dem WIFO-Konjunkturtest eine volatile Seitwärtsbewegung, die von einer sehr kurzen Periodizität gekennzeichnet ist. Tatsächlich unterscheiden sich die Indikatoren in diesen Episoden zeitreihentechnisch kaum von einem Prozess des weißen Rauschens. Diesem Umstand trägt das Markov-Regime-Switching-Modell Rechnung, indem es den Konjunkturverlauf in diesen zwei Abschnitten weder der Auf- noch der Abschwungphase zuweist.

### Details zur Schätzung der Regimewahrscheinlichkeiten

Das Modell in Gleichung (1) ist vollständig auf Basis des folgenden zu schätzenden Parametervektors bestimmt:

$$\boldsymbol{\theta} = (\boldsymbol{\mu}(1)', \boldsymbol{\mu}(2)', \sigma_{1,1}, \sigma_{1,2}, \sigma_{2,2}, p_{1,1}, p_{2,2})',$$

$\boldsymbol{\mu}(1)'$  und  $\boldsymbol{\mu}(2)'$  ... Mittelwertvektoren für die zwei Zustände,  $\sigma_{1,1}$  ... Residuenvarianz der Gleichung von  $x_t^L$ ,  $\sigma_{2,2}$  ... Residuenvarianz der Gleichung von  $x_t^E$ ,  $\sigma_{1,2}$  ... Kovarianz der beiden Residuenvektoren,  $p_{1,1}$  und  $p_{2,2}$  ... Wahrscheinlichkeiten der Markov'schen Übergangsmatrix. Die Dichtefunktion von  $\mathbf{x}_t$  (bei gegebenem Zustand  $s_t = i$ ) wird durch folgenden Ausdruck beschrieben:

$$(3) \quad f(\mathbf{x}_t | s_t = i, \boldsymbol{\theta}) = (2\pi)^{-n/2} |\boldsymbol{\Sigma}|^{-1/2} \exp\left[-\frac{1}{2}(\mathbf{x}_t - \boldsymbol{\mu}(s_t))' \boldsymbol{\Sigma}^{-1/2}(\mathbf{x}_t - \boldsymbol{\mu}(s_t))\right],$$

$n$  ... Zahl der Variablen in  $\mathbf{x}_t$ . Zur Schätzung des Modells wird auf Maximum-Likelihood-Verfahren zurückgegriffen.

Da es um ein nichtlineares Problem geht, wird dabei ein numerisches Optimierungsverfahren eingesetzt<sup>1)</sup>. Dieses liefert neben einer Schätzung des Modellparametervektors  $\boldsymbol{\theta}$  zugleich eine Quantifizierung der Regimewahrscheinlichkeiten. Die Regimewahrscheinlichkeiten können dabei auf zwei Arten dargestellt werden: Sei  $\mathbf{Y}_t = (x_t^1, \dots, x_t^n)'$ , so definiert der Ausdruck  $p(s_t = i | \mathbf{Y}_t, \boldsymbol{\theta})$  eine bedingte Wahrscheinlichkeit. Je nachdem, welche Information verwendet wird, lassen sich folgende Regimewahrscheinlichkeiten berechnen:

- Zur Berechnung der geglätteten Regimewahrscheinlichkeit  $p(s_t = i | \mathbf{Y}_T, \boldsymbol{\theta})$  wird für jeden Zeitpunkt auf die gesamte Information  $\mathbf{Y}_T = (x_T^1, \dots, x_T^n)'$  zurückgegriffen. Sie gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass die Datenpunkte in  $\mathbf{x}_t$  zum Zeitpunkt  $t$  mit Regime  $i$  assoziierbar sind unter der Berücksichtigung der gesamten Informationsmenge im Schätzzeitraum  $(1, \dots, T)$ .
- Für die Berechnung der gefilterten Regimewahrscheinlichkeit  $p(s_t = i | \mathbf{Y}_t, \boldsymbol{\theta})$  wird nur die zum jeweiligen Zeitpunkt verfügbare Informationsmenge  $\mathbf{Y}_t = (x_t^1, \dots, x_t^n)'$  verwendet. Die gefilterte Regimewahrscheinlichkeit ist somit die bedingte Wahrscheinlichkeit für Konjunkturregime  $i$ .

Nur für den Endzeitpunkt  $T$  stimmt die gefilterte Wahrscheinlichkeit mit der geglätteten überein.

<sup>1)</sup> Die Schätzung wurde in Matlab auf Basis eines Matlab-Packages von Perlin (2014) durchgeführt.

Aufgrund des monatlichen Schätzansatzes identifiziert die Konjunkturampel nicht nur den vergleichsweise niederfrequenten BIP-Wachstumszyklus, sondern auch höherfrequente Schwingungen bis hin zu Sonderentwicklungen im Konjunkturverlauf. So ist die vergleichsweise volatile Entwicklung der Regimewahrscheinlichkeit in den Jahren 2010 bis 2015 zum einen die Folge der Schocks und Unsicherheiten, die von den befragten Unternehmen nicht systematisch antizipiert werden konnten (Erdbeben und Atomunfall in Japan am 11. März 2011, europäische Schuldenkrise, geopolitische Spannungen wie die Ukraine-Krise, der "arabische Frühling", Spannungen zwischen China und Japan) und von exzessiver Volatilität auf den Finanz- und Rohstoffmärkten. Zum anderen ist sie die Folge temporärer Sonderentwicklungen in einzelnen Sektoren; die ungünstige Sonderkonjunktur der Sachgüterproduktion etwa wirkt sich in der Regimewahrscheinlichkeit aufgrund des hohen Gewichtes dieses Sektors im Kon-

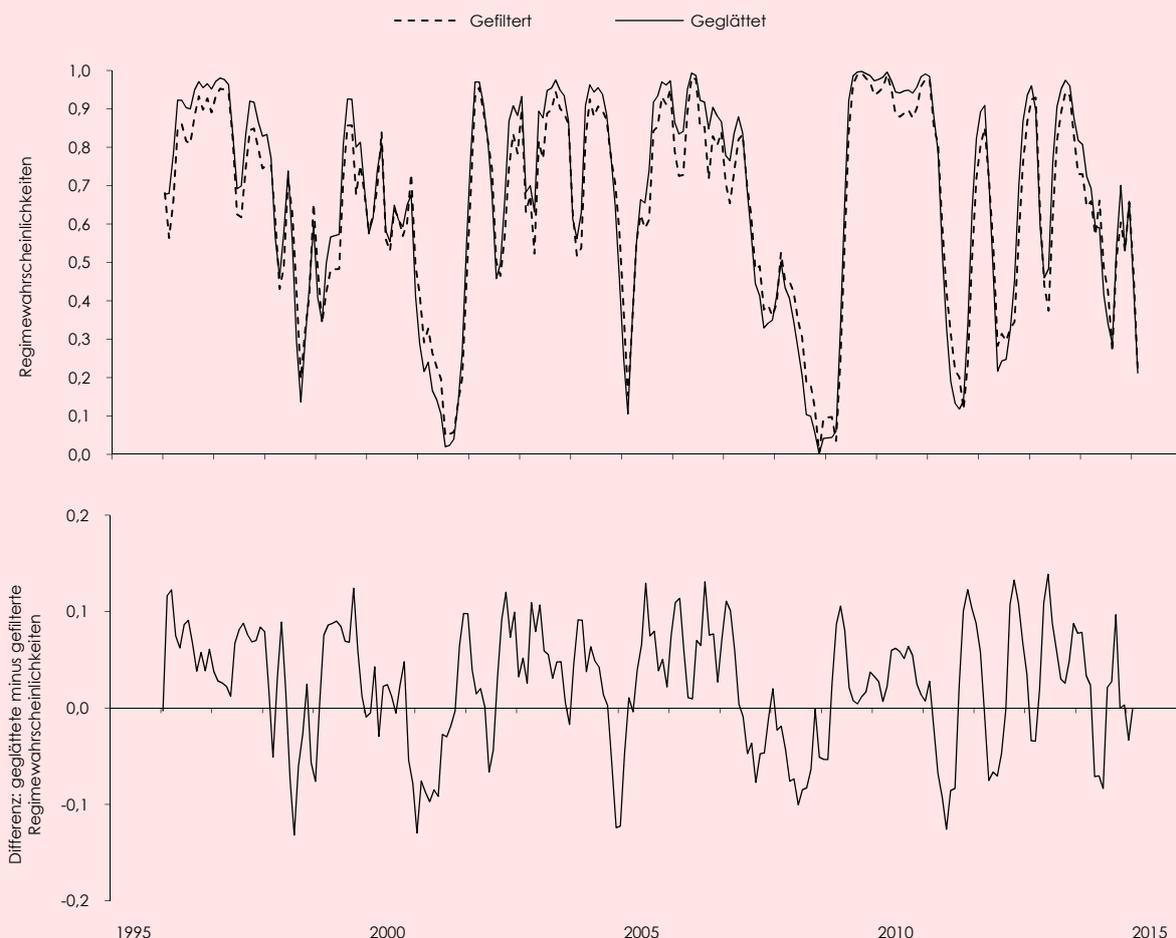
junkturtest stärker negativ aus als in der zyklischen Komponente des realen BIP, die in diesem Zeitraum nur mäßig sank.

Zum beträchtlichen Vorlauf der anhand der Regimewahrscheinlichkeiten datierten Wendepunkte gegenüber der BIP-Entwicklung kommt ein technischer Vorlauf aufgrund der abweichenden Publikationszeitpunkte hinzu: Die Ergebnisse des WIFO-Konjunkturtests für ein abgelaufenes Quartal sind im Durchschnitt zwei Monate vor den Vierteljahresergebnissen des BIP bekannt und werden in der Regel im Gegensatz zur VGR nicht revidiert.

## 5. Zur Interpretation der Konjunkturampel

Für die Konjunkturanalyse besonders interessant ist die Kategorisierung der aktuellen Daten durch die Konjunkturampel. Die gefilterte Regimewahrscheinlichkeit (siehe Kasten "Details zur Schätzung der Regimewahrscheinlichkeiten") gibt die modellbasierte Einschätzung der aktuellen Entwicklung wieder. Sie entspricht dem Informationsstand, der jeweils für die aktuelle Konjunkturanalyse zur Verfügung steht. Die geglättete Regimewahrscheinlichkeit eignet sich dagegen vor allem für Ex-post-Analysen: In der Rückschau auf den Konjunkturverlauf lassen sich Regimewechsel zuverlässig datieren.

Abbildung 3: Gefilterte und geglättete Regimewahrscheinlichkeiten



Q: WIFO.

Die beiden Regimewahrscheinlichkeitsmaße müssen nicht immer übereinstimmen (Abbildung 3). Unterschiede ergeben sich definitionsgemäß ausschließlich aus der verwendeten Informationsmenge. Die Differenz zwischen beiden Wahrscheinlichkeiten in Abbildung 3 zeigt, in welchem Ausmaß künftige Werte der Konjunkturindikator

ren aus dem WIFO-Konjunkturtest für die Beurteilung des aktuell vorherrschenden Regimes von Bedeutung wären. In Aufschwungsphasen ist diese Differenz im Durchschnitt leicht positiv und in Abschwungsphasen leicht negativ. Relativ zur geglätteten Regimewahrscheinlichkeit unterschätzt somit die gefilterte Regimewahrscheinlichkeit Aufschwungsphasen tendenziell leicht und überschätzt Abschwungsphasen leicht. Bei der Interpretation der modellbasierten Konjunkturampel sollte dies berücksichtigt werden.

## 6. Zusammenfassung

Die frühzeitige Datierung von Konjunkturwendepunkten ist für die Konjunkturprognose besonders wichtig, aber auch mit besonderen Unsicherheiten behaftet, weil oft noch keine eindeutige Konjunkturinformation vorliegt und auf Basis von Konjunkturindikatoren entschieden werden muss. Eine systematische und deutliche Richtungsänderung von Konjunkturindikatoren gilt als Signal für eine Änderung des Konjunkturzustandes.

Für Österreich bilden die Kennzahlen des WIFO-Konjunkturtests ein geeignetes Set von vorlaufenden Konjunkturindikatoren. Die gesamtwirtschaftlichen Indizes des WIFO-Konjunkturtests zeigen früh und relativ deutlich Veränderungen des Konjunkturverlaufes an. Die Information über die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels des Zustandes kann zur Erstellung einer "Konjunkturampel" mit Hilfe eines Markov-Regime-Switching-Modells genutzt werden, welche die Prognose von Wendepunkten sehr erleichtern kann.

Die Konjunkturampel ist im Kern eine modellbasierte Einschätzung des aktuell vorherrschenden Konjunkturzustandes und gibt die Wahrscheinlichkeit wieder, mit der der Konjunkturverlauf in ein Aufschwung- oder Abschwungsregime klassifiziert werden kann. Die WIFO-Konjunkturampel übersetzt die Regimewahrscheinlichkeit durch eine Regel in ein Ampelmuster: Grün zeigt eine Konjunkturaufschwungsphase an, rot eine Abschwungsphase. Gelb steht für nicht eindeutig zuordenbare Konjunkturphasen (Indifferenzbereich). Ein Wendepunkt wird durch eine Zustandsveränderung angezeigt.

Die Konjunkturampel liefert über die verfügbaren Indikatoren und Statistiken hinaus zusätzliche einfach zu interpretierende Informationen zum vorherrschenden Konjunkturregime und unterstützt dadurch die Interpretation der Konjunkturtestergebnisse und die Konjunktüreinschätzung.

## 7. Literaturhinweise

- Abberger, K., Nierhaus, W., "Markov-Switching und ifo Geschäftsklima", ifo Schnelldienst, 2008, 61(10), S. 25-30.
- Caviccioli, M., "Analysis of the Likelihood Function for Markov-Switching VAR(CH) Models", Journal of Time Series Analysis, 2014, 35(6), S. 624-639.
- Davig, T., "Regime-Switching Debt and Taxation", Journal of Monetary Economics, 2004, 51, S. 837-859.
- Franco, C., Zakoian, J.-M., "Stationarity of multivariate Markov-switching ARMA models", Journal of Econometrics, 2001, 102(2), S. 339-364.
- Glocker, Ch., Kaniovski, S., "A financial market stress indicator for Austria", Empirica, 2014, 41(3), S. 481-504.
- Hamilton, J., "A New Approach to the Economic Analysis of Non-stationary Time-Series and the Business Cycle", Econometrica, 1989, 57(2), S. 357-384.
- Hamilton, J., "What's real about the business cycle?", Federal Reserve Bank of St. Louis Review, 2005, 87(4), S. 435-452.
- Hözl, W., Schwarz, G., "Der WIFO-Konjunkturtest: Methodik und Prognoseeigenschaften", WIFO-Monatsberichte, 2014, 87(12), S. 835-850, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/50863>.
- Krolzig, H.-M., Markov switching Vector Autoregressions Modelling Statistical Inference and Application to Business Cycle Analysis, Springer, Berlin, 1997.
- Perlin, M., MS Regress – The MATLAB Package for Markov, Regime Switching Models, 2014, <http://ssrn.com/abstract=1714016>.
- Zhang, J., Stine, R. A., "Autocovariance Structure of Markov Regime Switching Models and Model Selection", Journal of Time Series Analysis, 2001, 22, S. 107-124.