

## Prognosemodelle in der kurzfristigen Konjunkturanalyse – Ein Werkstattbericht

*Ökonometrische Methoden spielen in der kurzfristigen Konjunkturanalyse der Bundesbank eine zentrale Rolle. Kurzfristprognosemodelle liefern Schätzungen des Wachstums des Bruttoinlandsprodukts (BIP) und seiner Komponenten für die beiden an die jüngste VGR-Veröffentlichung (Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen) anschließenden Quartale. Diese Schätzungen fließen in die Berichte zur Konjunkturlage in Deutschland ein. Die Kurzfristprognosen bilden auch den Ausgangspunkt der im Frühjahr und im Herbst zu erstellenden gesamtwirtschaftlichen Projektionen.*

*Die kurzfristige ökonometrische Konjunkturanalyse wertet mit automatisierten, statistischen Methoden systematisch große Datenmengen aus. Im Unterschied zu klassischen Strukturmodellen stehen dabei empirische Zusammenhänge zwischen den bereits verfügbaren Konjunkturindikatoren und den mit einer gewissen Verzögerung veröffentlichten Zielgrößen der VGR im Vordergrund. Ergänzt werden die ökonometrischen Kurzfristprognosen durch Expertenwissen. Am Ende steht – neben den quantitativen Einzelergebnissen der Modelle – eine analytisch fundierte Gesamteinschätzung der konjunkturellen Tendenz.*

*Es zeigt sich, dass die in der Bundesbank eingesetzten Prognosemodelle (Faktor- und Brückengleichungsmodelle für das BIP sowie Modelle für die Industrieproduktion) recht gute Einschätzungen für einen Horizont von zwei Quartalen liefern. Dabei verbessert sich die Qualität der Prognosen typischerweise mit neuen Informationen. Dies deutet auch darauf hin, dass eine frühere Veröffentlichung der amtlichen VGR-Ergebnisse wegen eines hierdurch bedingten höheren Schätzanteils mit Risiken für deren Präzision verbunden wäre.*

*Eine Evaluation verschiedener Prognosemodelle hat ergeben, dass es ex ante nicht möglich ist, ein Modell zu identifizieren, welches ex post im Vergleich zu anderen Modellen immer überlegene Prognosen liefert. Deshalb wird eine Vielzahl von Modellen verwendet, deren Ergebnisse auf geeignete Art gemittelt beziehungsweise gegenübergestellt werden. Aus den Unterschieden der Prognosen ergeben sich Anknüpfungspunkte für die bewertende Zusammenfassung durch die Konjunkturrexperten.*

*Dies lässt sich exemplarisch anhand der Prognosen für das erste Halbjahr 2013 zeigen. So führten außergewöhnliche Witterungsverhältnisse gegen Ende des ersten Vierteljahres zu Produktionsausfällen, die im darauf folgenden Quartal größtenteils ausgeglichen wurden. Insbesondere die Wertschöpfungsverluste im ersten Quartal wurden von den Modellen nicht gut erfasst. Hingegen erwies sich ein Teil der Modelle recht robust hinsichtlich eines größeren Meldefehlers bei der Industrieproduktion, dem wohl wichtigsten monatlichen Konjunkturindikator für Deutschland. Hier kam zum Tragen, dass in die Berechnungen viele unterschiedliche Indikatoren eingehen und Spannungen zwischen den Modellergebnissen auch Inkonsistenzen sichtbar machten.*

## Konjunkturanalyse mit unvollständigen Informationen

*Umfassende Informationen zur Wirtschaftslage nur mit Verzögerung verfügbar, ...*

Informationen zur aktuellen gesamtwirtschaftlichen Lage ergeben sich aus Indikatoren für Teilbereiche, die mit mehr oder weniger großer Verzögerung bekannt werden. Beispielsweise veröffentlicht das Statistische Bundesamt den Produktionsindex für die Industrie knapp sechs Wochen nach dem jeweiligen Berichtsmonat. Für viele Dienstleistungsbereiche werden vergleichbare Informationen mit noch größerer Verzögerung bereitgestellt. Der wichtigste zusammenfassende Indikator, das BIP, steht den Konjunkturexperten in Form einer Schnellmeldung sechs Wochen nach dem jeweiligen Quartalsende zur Verfügung. Detailangaben der VGR folgen eine weitere Woche später, wobei zu beachten ist, dass es sich bei den ersten VGR-Ergebnissen zu einem erheblichen Teil um Schätzungen handelt, die später nach Eingang weiterer Informationen bedarfsweise modifiziert werden.

*... deshalb Kurzfristprognosen als wichtiger Bestandteil der Konjunkturanalyse*

Aufgabe der Konjunkturanalyse ist es, aus den jeweils bereits verfügbaren Informationen ein möglichst zutreffendes Bild der gesamtwirtschaftlichen Lage und Perspektiven zu formen. Dies schließt eine quantitative Vorstellung darüber ein, wie sich die Wirtschaftsleistung entwickelt. Neben der Einschätzung für das laufende Quartal erfordert der verzögerte Dateneingang in der Regel auch eine Schätzung des BIP-Ergebnisses für das bereits abgelaufene, statistisch aber noch nicht vollständig erfasste Vorquartal.<sup>1)</sup> Zudem gehört zu einem abgerundeten Konjunkturbild eine Vorstellung über die Entwicklung in der näheren Zukunft, in der kurzfristigen Wirtschaftsanalyse üblicherweise beschränkt auf das Folgequartal. Diese drei Kategorien von Quartalsprognosen, die Back-, Now- und Forecasts,<sup>2)</sup> decken auch den Zeitraum ab, auf den sich die monatlichen Konjunkturberichte der Bundesbank konzentrieren.

In der traditionellen Konjunkturanalyse werden Detailinformationen aus Wirtschafts- und Finanzindikatoren anhand von Erfahrungswerten

und Expertenwissen zusammengefasst. Zunehmend wird diese Form der Analyse durch automatisierte, ökonometrische Prognosemodelle ergänzt. Auch die Bundesbank erstellt seit einiger Zeit modellbasierte Kurzfristprognosen in Ergänzung zur traditionellen Konjunkturanalyse.<sup>3)</sup> Dazu wird eine Vielzahl von monatlichen Indikatoren in systematischer Weise ausgewertet, um daraus vierteljährliche BIP-Prognosen abzuleiten. Vergleichsweise treffsichere Prognosen können mit diesen Methoden für jeweils zwei Quartale im Anschluss an die letzte BIP-Veröffentlichung erstellt werden, also entweder für das soeben vergangene und das gerade begonnene oder für das schon fortgeschrittene und das anstehende Quartal. Der Informationswert für darüber hinausgehende Zeiträume hat sich hingegen als sehr beschränkt erwiesen.

Die von den Modellen ausgewerteten Indikatoren erfassen Aktivitäten in verschiedenen Bereichen der Volkswirtschaft, wie beispielsweise die Industrieproduktion, oder geben aus Umfragen ermittelte Lageeinschätzungen wieder. Entsprechend spricht man von „harten“ Konjunkturdaten und „weichen“ Stimmungsbeziehungsweise Vertrauensindikatoren. Viele Indikatoren enthalten auch vorausschauende Informationen. Dazu zählen unter anderem der industrielle Auftragseingang oder das Volumen an Baugenehmigungen als „harte“ und Umfragen zu den Geschäfts-, Produktions- und Exporterwartungen als „weiche“ Daten.

*Ökonometrische Modelle und traditionelle Konjunkturanalyse*

*Datenbasis für die modellgestützte Konjunkturanalyse*

<sup>1</sup> Die Methoden sind unter Umständen sogar hilfreich für die Ermittlung der konjunkturellen Tendenz in Zeiträumen, für welche Angaben zur Wirtschaftsleistung zwar schon veröffentlicht, aber noch recht vorläufig sind. Dies ist dann der Fall, wenn sich mithilfe der Modellergebnisse spätere Revisionen des BIP systematisch vorhersagen lassen. Vgl.: Deutsche Bundesbank, *Verlässlichkeit der Revisionsmuster ausgewählter deutscher Konjunkturindikatoren*, Monatsbericht, Juli 2011, S. 53–67.

<sup>2</sup> Zur Begriffsfindung der sog. Back-, Now- und Forecasts vgl.: M. Banbura, D. Giannone und L. Reichlin (2011), *Nowcasting*, in M. P. Clements und D. F. Hendry (eds.), *The Oxford Handbook of Economic Forecasting*, S. 193–224.

<sup>3</sup> Für eine ausführliche Darstellung der Interaktion zwischen modellbasierter Prognose und der Einschätzung von Experten vgl.: Deutsche Bundesbank, *Verfahren der Kurzfristprognose als Instrument der Konjunkturanalyse*, Monatsbericht, April 2009, S. 31–46.

In der Bundesbank fließen vor allem die in dem zum Monatsbericht erscheinenden Statistischen Beiheft „Saisonbereinigte Wirtschaftszahlen“ zusammengefassten Indikatoren sowie Umfrageergebnisse des ifo Instituts in die Prognosemodelle ein. Diese Daten haben sich in der traditionellen Konjunkturanalyse bewährt. Im Fall von Saison- oder Kalendereinflüssen werden die Daten entsprechend bereinigt.<sup>4)</sup> Auch die BIP-Wachstumsrate als Zielvariable ist als saison- und kalenderbereinigte Größe zu verstehen. Zusätzlich werden Finanzmarktdaten berücksichtigt. So kann beispielsweise eine Veränderung der Zinsstruktur eine Veränderung der gesamtwirtschaftlichen Gangart anzeigen.<sup>5)</sup>

#### *Auswahl der Indikatoren*

Bei der Auswahl der Indikatoren ist neben der ökonomischen Relevanz die Verfügbarkeit über einen hinreichend langen Zeitraum ein wichtiges Kriterium. Neue Indikatoren, wie beispielsweise der Produktionsindex für das Ausbaugewerbe oder die Ergebnisse der Mautstatistik, kommen daher für die Modellierung vorerst nicht in Betracht. Auch Wetterdaten werden nur in rudimentärer Form berücksichtigt, obwohl besondere Witterungsverhältnisse in Deutschland einen erheblichen Einfluss auf kurzfristige BIP-Bewegungen ausüben. Eine geeignete Erfassung der Auswirkungen von Wetterbesonderheiten, insbesondere der indirekten Effekte im Folgequartal, erweist sich im Rahmen der Kurzfristprognosemodelle allerdings als schwierig.

#### *Anforderungen an Kurzfristprognosemodelle*

Im Laufe eines Quartals fließen durch die sukzessive Veröffentlichung der verschiedenen Indikatoren ständig neue Informationen zu. Die Verbreiterung der Informationsbasis erlaubt bei geeigneten Methoden eine schrittweise Präzisierung der Prognosen bis hin zur ersten Veröffentlichung der BIP-Daten für das entsprechende Quartal. Die hierbei zum Einsatz kommenden Modelle basieren auf Ansätzen der ökonometrischen Zeitreihenanalyse, welche die in der Vergangenheit beobachteten dynamischen Zusammenhänge der Daten erfassen und für die Prognose nutzbar machen.

Dabei geht es zunächst darum, den zeitlich gestaffelten Zufluss an neuen Daten angemessen zu berücksichtigen. Beispielsweise stehen die ifo Konjunkturindikatoren und die Finanzmarktdaten jeweils am Ende des Berichtsmonats bereit, während sich die letzte Meldung für die Industrieproduktion auf den vorletzten Monat bezieht. Gegenüber den Finanzmarkt- und Umfrageindikatoren ergibt sich also eine Datenlücke von zwei Monatswerten, die mit geeigneten Methoden überbrückt werden muss. Darüber hinaus muss für die Prognose des vierteljährlichen BIP mit den monatlichen Indikatoren das Zusammenspiel von nieder- und höherfrequenten Daten gewährleistet sein.

## **Prognosekombinationen versus Einzelprognosen**

Angesichts der Vielzahl von Konjunkturindikatoren, Modellen und Spezifikationen, die bei der Kurzfristprognose nützlich sein können, stellt sich die Frage nach der geeigneten Auswahl. Eine Möglichkeit wäre, sich auf statistische Kriterien wie ein Fehlermaß zu stützen und das Modell und den Indikatorensatz auszuwählen, welche sich am besten bewährt haben. Weil aber unter den im Konjunkturverlauf wechselnden Rahmenbedingungen unterschiedliche Spezifikationen gut abschneiden, würde sich eine solche Auswahl im Zeitablauf verändern. Außerdem ist zumeist nicht bekannt, welche Bedingungen derzeit beziehungsweise in der näheren Zukunft gelten. Als Alternative bietet sich deshalb eine kombinierte Prognose an, die als gewichtetes Mittel aus Einzelprognosen unterschiedlicher Modelle und

*Einzelprognosen oftmals instabil – kombinierte Prognose als „robuste“ Alternative*

<sup>4</sup> Zu den Methoden der Saisonbereinigung siehe: Deutsche Bundesbank, Saisonbereinigte Wirtschaftszahlen, Statistisches Beiheft 4 zum Monatsbericht, Erläuterungen, S. 87 ff. Siehe auch: Deutsche Bundesbank, Kalendrische Einflüsse auf das Wirtschaftsgeschehen, Monatsbericht, Dezember 2012, S. 53–63, und Deutsche Bundesbank, Das Ganze und seine Teile: Aggregationsprobleme saisonbereinigter Daten, Monatsbericht, Juni 2010, S. 63–71.

<sup>5</sup> Zu den Erfahrungen diesbezüglich vgl.: Deutsche Bundesbank, Zinsstrukturkurvenschätzungen im Zeichen der Finanzkrise, Monatsbericht, Juli 2013, S. 35–48.

*Zusammensetzung des Prognosepools*

Indikatoren berechnet wird.<sup>6)</sup> Dies hat zwar den Nachteil, dass niemals das für die jeweilige Situation beste Modell alleine zum Tragen kommt, es wird aber das Risiko grober Fehlprognosen verringert.<sup>7)</sup>

Bei der Zusammensetzung des Pools an Prognosen werden gezielt Modelle mit spezifischen Vorteilen berücksichtigt. Beispielsweise kann ein Teil der Modelle flexibel auf Veränderungen der Wirtschaftsstruktur eingehen. Auch kann mit konkurrierenden Theorieansätzen und unterschiedlichen Indikatorensets experimentiert werden. Weitere Freiheitsgrade ergeben sich bei der dynamischen Struktur der Modelle oder bei der Entscheidung, ob langfristige Tendenzen in den Variablen explizit modelliert werden sollen. Differenzbildung ist in den meisten Fällen ein geeignetes Mittel im Umgang mit trendbehafteten Größen; dadurch werden aber unter Umständen prognostisch relevante Informationen außer Acht gelassen. Deshalb bietet es sich in Grenzfällen an, die Variablen im Niveau zu belassen. Aus der Vielzahl von Modellierungsoptionen ergibt sich ein Pool von Einzelprognosen, aus denen mit geeigneten Gewichten eine kombinierte Prognose erstellt werden kann.

*Einfache Wägungsschemata haben sich bewährt*

Die Gewichtung kann entweder vom Prognostiker vorgegeben werden oder mit Blick auf ein bestimmtes Kriterium optimiert werden. Hierbei bietet es sich beispielsweise an, die historischen Prognosefehler der kombinierten Prognose – sei es mit dem Fokus auf die jüngere Vergangenheit oder auf ein längerfristiges Mittel – zu minimieren. Damit erhielten Modelle mit einer nachweisbar guten Prognoseleistung eine größere Bedeutung. In der Praxis dominieren allerdings einfache Wägungsschemata,<sup>8)</sup> wie zum Beispiel die Vorgehensweise, allen Modellen, die nach einer Vorauswahl übrig geblieben sind, das gleiche Gewicht zu geben. Hintergrund dafür ist, dass es sich zum einen als schwierig erwiesen hat, anhand historischer Prognosefehler auf die aktuelle Qualität eines einzelnen Modells zu schließen. Dies gilt vor allem bei strukturellen Instabilitäten. Zum an-

deren ist die Schätzung der Gewichtungstruktur eine weitere Unsicherheitsquelle, deren schädlicher Einfluss auf die Prognosegüte häufig höher zu veranschlagen ist als der Mehrwert, der aus einer optimierten Gewichtung zu erwarten ist. Die Gleichgewichtung, möglicherweise auch unter Einschluss von vermeintlich schlechten Prognosen, liefert daher häufig ebenso gute Ergebnisse wie komplexere Methoden.<sup>9)</sup>

Darüber hinaus hat es sich als hilfreich erwiesen, nicht alle verfügbaren Modellprognosen zu einem Ergebnis zu verdichten, sondern Modellklassen einander gegenüberzustellen. So werden grundsätzlich die Vorteile der kombinierten Prognose genutzt, gleichzeitig bietet dies vor dem Hintergrund der spezifischen Modelleigenschaften Ansatzpunkte für eine bewertende Zusammenfassung durch die Konjunkturexperten.

*Hilfreich, nicht alle Prognosen zu einer Einzigen zu verdichten*

## Drei Modelltypen, viele Modellvarianten

Die in der Bundesbank für die kurzfristigen Ein- und Vorausschätzungen der Konjunktur verwendeten Modelle lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen. Auf die Prognose des BIP zielen die sogenannten Faktormodelle sowie die Brückengleichungen. Varianten der Brückengleichungen erstellen auch Prognosen für Komponenten des BIP. Für die Industrie, die zwar nur rund ein Fünftel zur gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung beisteuert, von der jedoch ein Großteil der konjunkturellen Schwankungen ausgeht und auch die Aktivitäten ande-

*Drei Gruppen: Faktormodelle, Brückengleichungen und Modelle für die Industrieproduktion*

6 Vgl.: K. Lees (2009), Overview of a Recent Reserve Bank Workshop: Nowcasting with Model Combination, Reserve Bank of New Zealand Bulletin 72(1), S. 31–33.

7 Vgl.: A. Timmerman (2006), Forecast Combinations, in: G. Elliot, C. Granger und A. Timmermann (eds.), Handbook of Economic Forecasting, Vol. 1, S. 135–196.

8 Vgl.: T. E. Clark und M. W. McCracken (2010), Averaging Forecasts from VARs with Uncertain Instabilities, Journal of Applied Econometrics 25, S. 5–29.

9 Vgl.: M. Marcellino, V. Kuzin und C. Schumacher (2012), Pooling versus Model Selection for Nowcasting GDP with Many Predictors: Empirical Evidence from Six Industrialized Countries, Journal of Applied Econometrics 28, S. 392–411.

rer Wirtschaftsbereiche abhängen, setzt die Bundesbank sehr detaillierte Modelle zur Prognose der Produktion ein. Dieser Abschnitt stellt die drei Modelltypen vor; Details dazu finden sich im Anhang (S. 82 ff.).

*Faktormodelle:  
Gebündelte  
Information*

Faktormodelle bündeln die Informationen aus einer Vielzahl von monatlichen Konjunkturindikatoren mittels rechenintensiver statistischer Verfahren in wenigen Faktoren. Dabei wird die Beobachtung ausgenutzt, dass sich viele makroökonomische Variablen im Konjunkturverlauf gleichgerichtet entwickeln. Die einzelnen Faktoren repräsentieren die gemeinsamen Tendenzen. In dem Prozess der Faktore zerlegung können auch Datenlücken am aktuellen Rand – hervorgerufen durch die Zeitverzögerung, mit der die Konjunkturindikatoren veröffentlicht werden – automatisiert und modellkohärent aufgefüllt werden. In einem zweiten Schritt fließen die geschätzten Faktoren in die eigentliche Prognosegleichung ein. Dabei kommt es darauf an, die auf Monatsbasis vorliegenden Faktoren mit möglichst geringem Informationsverlust für die Prognose des vierteljährlichen BIP zu nutzen. Die beiden Rechenschritte können auch integriert werden. Derzeit gehen in die Faktormodelle der Bundesbank mehr als 100 monatliche Indikatoren ein, und es werden knapp 70 Modellvarianten durchgerechnet.

*Brückengleichungen:  
Ein Zoom in  
die VGR ...*

Bei den Brückengleichungen wird die zu prognostizierende Quartalsvariable wie das BIP oder seine Komponenten zunächst durch zeitaggregierte, ursprünglich monatliche Konjunkturindikatoren erklärt. In einem separaten Modell werden die monatlichen Konjunkturindikatoren prognostiziert. Diese Prognosen werden wiederum in die zuvor geschätzte Brückengleichung eingesetzt. Die einzelnen Gleichungen stützen sich im Vergleich zu den Faktormodellen jeweils auf nur einige wenige Konjunkturindikatoren. Die Auswahl erfolgt mithilfe statistischer Tests oder aufgrund theoretischer Überlegungen. Dafür werden verschiedene Varianten durchgerechnet und geeignet gemittelt. Bei der entstehungsseitigen Bestimmung des BIP

im Rahmen der Kurzfristprognosen der Bundesbank sind es derzeit acht, bei der Verwendungsseite zehn Varianten.

Die einfache Struktur der Brückengleichungen erlaubt zudem einen disaggregierten Prognoseansatz. Dabei werden nach dem oben beschriebenen Verfahren zunächst unabhängig voneinander Prognosen für einzelne Teilkomponenten auf der Entstehungs- und Verwendungsseite des BIP erstellt. In einem zweiten Schritt ergibt sich aus den Einzelprognosen durch gewichtete Addition eine Schätzung des BIP. Dies kann auf verschiedenen Aggregationsstufen geschehen. Konkret werden einmal jeweils vier Komponenten<sup>10</sup> und dann sieben Komponenten bei der Entstehung beziehungsweise acht bei der Verwendung betrachtet.<sup>11</sup>

Der Vorteil des disaggregierten Ansatzes besteht darin, dass gezielt passende Indikatoren für spezielle Wirtschaftsbereiche oder Verwendungskomponenten eingesetzt werden können und die resultierende BIP-Prognose somit in gewissem Umfang von den Vorteilen einer kombinierten Prognose profitiert. Ein Mehrwert aus dieser differenzierteren Betrachtungsweise ergibt sich zudem für die gesamtwirtschaftlichen Vorausschätzungen der Bundesbank, die in die Projektionen des Eurosystems einfließen. Dabei steht nicht nur das BIP insgesamt, sondern auch die Entwicklung der Verwendungsstruktur im Fokus.

Als nachteilig erweist sich jedoch, dass manche Teilkomponenten schwer zu prognostizieren sind. Dies gilt vor allem für die Vorratsveränderungen, denen bei der BIP-Schnellmeldung des Statistischen Bundesamtes mangels ausreichender primärstatistischer Fundierung die Rolle

*... liefert  
Anknüpfungspunkt für mittel-  
fristige Kon-  
junkturanalyse*

*Vorteile eines  
disaggregierten  
Ansatzes*

*Herausforde-  
rungen des  
disaggregierten  
Ansatzes*

<sup>10</sup> Entstehung: Land- und Forstwirtschaft; Produzierendes Gewerbe; Dienstleistungen; Netto-Gütersteuern. Verwendung: Konsum; Bruttoinvestitionen; Exporte; Importe.

<sup>11</sup> Entstehung: Land- und Forstwirtschaft; Produzierendes Gewerbe ohne Bau; Baugewerbe; Handel, Gastgewerbe und Verkehr; private Dienstleister; öffentliche Dienstleister; Netto-Gütersteuern. Verwendung: privater Konsum; Staatskonsum; Ausrüstungen; Baugewerbe; sonstige Anlagen; Exporte; Importe; Vorratsveränderungen.

einer Ausgleichsgröße zukommt.<sup>12)</sup> Zudem bleiben bei den Brückengleichungen im Unterschied zu einem strukturellen makroökonomischen Modell die Interdependenzen zwischen den einzelnen VGR-Größen unberücksichtigt. Dies ist vor allem bei den Einfuhren von Bedeutung. Gegenläufige Fehler bei wichtigen Verwendungskomponenten einerseits und den Einfuhren andererseits können die Prognose des BIP über die Kombination voneinander unabhängiger Einzelgleichungen der Verwendungsseite erheblich verzerren. Dies ist ein Grund für die separate Betrachtung von Entstehungs- und Verwendungsseite des BIP.

*Prognosen der Industrieproduktion: ein theoriebasierter Ansatz*

Ergänzt werden die mittels der Faktormodelle und Brückengleichungen erstellten Prognosen für das BIP und seiner Komponenten durch Prognosemodelle für die Industrieproduktion. Zwar wird die Wertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes auch im Rahmen der Brückengleichungen prognostiziert, dies geschieht aber in einem – für diese Modellklasse typischen – einfachen Rahmen. Da sich die in Deutschland besonders wichtigen konjunkturellen Impulse aus dem Ausland vor allem über die Industrie ausbreiten, geht deren Bedeutung über ihren Wertschöpfungsanteil von gut einem Fünftel hinaus und rechtfertigt eine besonders aufwendige Modellierung. Möglich wird dies durch die außerordentlich gute Datenlage im Bereich der Industrie. Nicht nur der monatliche Produktionsindex, sondern auch der entsprechende Index zu den Auftragseingängen genügt üblicherweise hohen Qualitätsansprüchen.<sup>13)</sup> Da ein erheblicher Teil der Leistungserstellung in der Industrie – anders als beispielsweise bei vielen Dienstleistungen – nicht auf Abruf erfolgt, sondern Bestellungen nach und nach abgearbeitet werden, kann aus den Aufträgen auf die künftige Produktion geschlossen werden.

*Verschiedene Modellierungsoptionen*

Dieser grundsätzliche Zusammenhang lässt sich auf verschiedene Weise modellieren. In der einfachsten Form folgt auf eine Veränderung des Auftragsvolumens mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung eine Veränderung des Produktionsvolumens. Bei einer aufwendigeren Mo-

dellierung können zusätzlich die Abweichungen des Produktionsvolumens vom Auftragsvolumen in einem Fehlerkorrekturmechanismus berücksichtigt werden. In einem weiteren Schritt werden Abweichungen des nicht direkt beobachtbaren Auftragsbestandes von seinem Gleichgewichtswert in das Kalkül einbezogen.

Da die Prognosekraft der Aufträge nur etwa drei Monate in die Zukunft reicht, ist eine möglichst akkurate Fortschreibung der Auftragseingänge selbst von Bedeutung, wozu unter anderem Indikatoren aus dem Ifo Konjunkturtest und Finanzmarktvariablen herangezogen werden. Zudem werden über die Kalender- und Saisonbereinigung hinaus Ferien- und Brückentageeffekte berücksichtigt. Anders als bei den BIP-Prognosen werden im Fall der Industrieproduktion Monatsprognosen erstellt; die Quartalsprognosen ergeben sich dann aus den bereits veröffentlichten zuzüglich den prognostizierten Monatswerten. Insgesamt werden für die Industrieproduktion etwas mehr als 3 400 Modellvarianten durchgerechnet. Diese reichen von einfachen autoregressiven Spezifikationen bis hin zu komplexen theoriebasierten Modellen, die das Zusammenspiel von Produktion, Auftragsvolumen und Auftragsbestand über einen Multikointegrationsansatz widerspiegeln.

## ■ Prognoseunsicherheit

Eine Einschätzung über den kurzfristigen Konjunkturverlauf ist nicht vollständig, wenn auf die Darstellung der Unsicherheit, mit der die üblicherweise kommunizierten Punktprognosen behaftet sind, verzichtet wird. Einfachheits halber wird bei der Beurteilung der Unsicherheit einer Prognose häufig auf ein aus vergangenen Prognosefehlern abgeleitetes Maß ver-

*Schätzung der Prognoseunsicherheit*

<sup>12</sup> Vgl.: T. A. Knetsch (2005), Evaluating the German Inventory Cycle Using Data from the Ifo Business Survey, in: J.-E. Sturm und T. Wollmershäuser (eds.), Ifo Survey Data in Business Cycle and Monetary Policy Analysis, S. 61–92.

<sup>13</sup> Vgl.: Deutsche Bundesbank, Verlässlichkeit und Revisionsmuster ausgewählter deutscher Konjunkturindikatoren, Monatsbericht, Juli 2011, S. 53–67.

traut. Damit werden implizit alle potenziellen Unsicherheitsquellen berücksichtigt, die dazu beigetragen haben, dass die realisierten Werte von der Prognose abgewichen sind. Dazu zählen in erster Linie nicht prognostizierbare Störgrößen, wie ein Wintereinbruch im März, oder die Parameterunsicherheit bei der Schätzung der Modelle. Selbst die Unsicherheit darüber, ob ein Modell die für die Prognose wichtigen Zusammenhänge adäquat erfasst, kommt aus der Historie der Prognosefehler indirekt zum Ausdruck. Gängige Unsicherheitsmaße sind der mittlere absolute Fehler der vergangenen Prognosen oder die Quadratwurzel aus dem mittleren quadrierten Fehler.<sup>14</sup> Die Unsicherheitsmargen verkleinern sich üblicherweise mit dem sukzessiven Zustrom an Informationen.

Eine verlässliche Einschätzung der aktuellen Prognoseunsicherheit anhand der Erfahrungen der Vergangenheit ist besonders gut möglich, wenn diese im Zeitablauf nicht zu stark schwankt. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie mit der außergewöhnlich scharfen Rezession 2008/2009 und der anschließenden Erholung umzugehen ist, die auch in nachgestellten Rechnungen nicht gut prognostiziert werden. Häufig werden solch außergewöhnlich großen Prognosefehler bei der Berechnung der Unsicherheit ausgeklammert. In den folgenden Ausführungen werden sie bewusst in den Berechnungen belassen. Die Unsicherheit der Prognosen für Zeiträume, in denen mit konjunkturellen Schwankungen üblichen Ausmaßes gerechnet wird, dürfte dadurch also eher über- als unterzeichnet werden.

Ein anderer Weg, die Unsicherheit der Prognosen abzubilden, ergibt sich aus dem Grad der Übereinstimmung der verschiedenen Prognosen. Wie bereits beschrieben, werden die Prognoseergebnisse zwar innerhalb der Modellklassen gemittelt, aber nicht darüber hinaus. Größere Differenzen zwischen den gemittelten Prognosen der verschiedenen Modellklassen werfen Fragen auf. Ähnliches gilt für eine besonders ausgeprägte Streuung der Prognosen innerhalb einer Modellklasse, wenn beispiels-

weise Industrieproduktion und Auftragseingänge kein stimmiges Bild ergeben.

## Konjunkturanalyse der ersten Jahreshälfte 2013 im Zeitraffer

Im Folgenden soll der Einsatz der Prognosemodelle am Beispiel der ersten beiden Quartale des Jahres 2013 illustriert werden. Im ersten Halbjahr 2013 stand die Kurzfristprognose vor besonderen Herausforderungen. Erstens verlängerte sich der Winter in den März hinein, sodass die Bauproduktion erheblich beeinträchtigt wurde und Wertschöpfung vom ersten in das zweite Quartal verlagert wurde. Zweitens stellte sich nachträglich heraus, dass der normalerweise recht zuverlässige und wohl wichtigste monatliche Konjunkturindikator in Deutschland, die Industrieproduktion, aufgrund von Fehlmeldungen zunehmend nach oben verzerrt worden war. Erst mit Veröffentlichung des Juli-Produktionswertes Anfang September wurden die ersten sechs Monate des Jahres umfassend revidiert. Das erste Halbjahr wird deshalb im Folgenden zunächst so nachvollzogen, wie es sich tatsächlich (d. h. in Echtzeit) dargestellt hat. Danach folgt eine Simulationsrechnung, der bei ansonsten unveränderten Bedingungen die revidierte Industrieproduktion zugrunde gelegt wird.

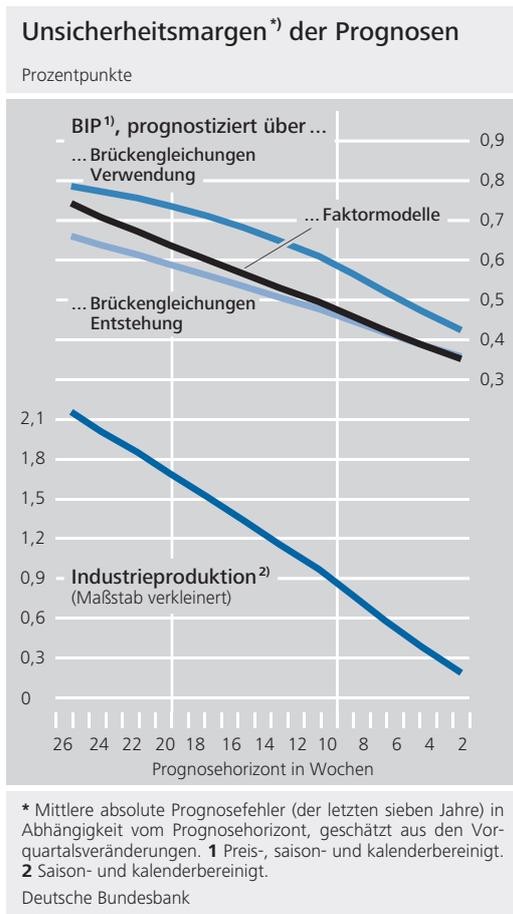
Mit Veröffentlichung des BIP-Ergebnisses für das dritte Vierteljahr 2012 Mitte November wurde das erste Vierteljahr 2013 in die Kurzfristprognosen einbezogen. Zu diesem Zeitpunkt lagen „harte“ Konjunkturdaten wie Industrieaufträge und -produktion bis September

*Kurzfristprognosen unter erschwerten Bedingungen*

*Prognosezyklus bis zur BIP-Schnellmeldung*

*Mangelnde Übereinstimmung der Prognosen als Warnsignal*

<sup>14</sup> Um ein Unsicherheitsmaß in eine explizite Wahrscheinlichkeitsaussage für das Eintreten einer Prognose umzumünzen, muss für die Prognosefehler eine Verteilung unterstellt werden. Beispielsweise deckt bei normalverteilten Prognosefehlern ein Band von plus/minus einem mittleren absoluten Fehler rund um die Punktprognose eine Wahrscheinlichkeit von 57,5% ab. Für nähere Details, insbesondere auch bezüglich der Berechnung der Unsicherheitsmargen, vgl.: Deutsche Bundesbank, Unsicherheit von makroökonomischen Prognosen, Monatsbericht, Juni 2010, S. 29–47.



und „weiche“ Stimmungsindikatoren bis Oktober vor. Da die Aufträge der Produktion im Mittel drei Monate vorauslaufen (also bis zum Dezember reichen) und auch die Produktions- und Exporterwartungen lediglich drei Monate in die Zukunft blicken (bis Januar), beruhen die ersten Prognosen im Wesentlichen auf der Fortschreibung von Indikatorvariablen. Durch den ständigen Zufluss von Konjunkturindikatoren verbreiterte sich nach und nach die Datenbasis für die Prognosen. Wie an den sich kontinuierlich verengenden Unsicherheitsmargen im oben stehenden Schaubild zu erkennen ist, verbessert dies typischerweise die Prognosequalität.

Jeweils gegen Ende eines Monats, wenn neue Umfragedaten bekannt werden und kurz nach Monatsbeginn, nach der Veröffentlichung der „harten“ Indikatoren wie Auftragseingänge, Produktion und Außenhandelszahlen, werden die Prognosen neu berechnet. Von Ende November bis Anfang Mai ergaben sich so 12 BIP-Prognosen für das erste Quartal 2013.

Mitte Februar, nach der Erstellung der sechsten Prognose, wurde die BIP-Schnellmeldung für das vierte Quartal 2012 veröffentlicht und ging von nun an in die Prognosen ein. Ende Februar wurde dann mit den Prognosen für das zweite Quartal 2013 begonnen. Bei der Industrieproduktion läuft der Prognosezyklus wegen der Veröffentlichung der Zahlen jeweils zum Monatsanfang dem des BIP um etwa zwei Wochen voraus.

Um die vier Gruppen von Modellprognosen – Faktormodelle, Brückengleichungen für Entstehung sowie Verwendung des BIP und Industrieproduktionsmodelle – in der Konjunkturanalyse zusammenzufassen, ist eine grobe Charakterisierung hilfreich. Die Prognosen der Faktormodelle werden aufgrund der Komprimierung einer immensen Datenmenge stark geglättet. Sonderentwicklungen einzelner Indikatoren haben in der Regel nur einen geringen Einfluss auf das Gesamtergebnis. Dies führt dazu, dass relativ starke Bewegungen des BIP unterzeichnet werden. Im Gegensatz dazu reagieren die Brückengleichungen schneller und stärker auf besondere Entwicklungen. Dies gilt insbesondere für die entstehungsseitige Rechnung. Das Industriemodell kann kalenderbedingte Besonderheiten wie Brückentage gut erfassen. Schwer tun sich alle Modelle mit Witterungseffekten, die das kurzfristige BIP-Profil stark beeinflussen können. Dies sollte im ersten Halbjahr 2013 von erheblicher Bedeutung sein.

*Modellcharakteristika und Zusammenführung der einzelnen Prognosen in der Konjunkturanalyse*

Das Schaubild auf Seite 78 zeigt die Entwicklung der Kurzfristprognosen für das erste Halbjahr 2013 im Zeitraffer. Dargestellt werden Punktprognosen sowie Unsicherheitsmargen, die sich aus den doppelten mittleren absoluten Prognosefehlern der letzten sieben Jahre ergeben.<sup>15)</sup> Bemerkenswert ist, dass für beide Quartale die ersten Prognosen der Faktormodelle und der Entstehungs-Brückengleichungen die

*Prognosebetrieb 2013 im Zeitraffer: vom ersten Vierteljahr ...*

<sup>15)</sup> Konkret wurde hier der beschriebene prototypische Prognosezyklus mit dem Datenstand per Ende Juli 2013 für die letzten sieben Jahre simuliert. Datenrevisionen bleiben in dieser Art von Simulationen unberücksichtigt.

spätere BIP-Schnellmeldung nicht nur gut, sondern sogar besser trafen als die finalen Prognosen. Dabei spielt eine Rolle, dass die konjunkturellen Aussichten für das erste Vierteljahr zunächst verhalten eingeschätzt wurden. Dies galt insbesondere hinsichtlich der Perspektiven für die Industrie. Mit den Ende Dezember veröffentlichten Daten des ifo Konjunkturtests deutete sich dann die Möglichkeit einer konjunkturellen Erholung bereits für das erste Vierteljahr 2013 an, wie im Kurzbericht zur Konjunkturlage im Januar hervorgehoben wurde.<sup>16)</sup> Dieser Eindruck bestätigte sich unter dem Einfluss neu hinzukommender Daten. Zeitweise schien sogar ein BIP-Wachstum von 0,5% möglich, basierend unter anderem auf einer deutlichen Gegenbewegung der Industrie als Reaktion auf die Produktionsanpassungen zum Jahresende 2012.

Dass es hierzu nicht kam, hatte zwei Gründe. Erstens blieb die Industrie hinter den Erwartungen zurück, die auch durch den im März ursprünglich gemeldeten recht hohen Januarwert zunächst genährt worden waren, und zweitens fiel das Winterwetter im Februar und vor allem im März außergewöhnlich kalt aus, sodass das Bauhauptgewerbe in weit stärkerem Maß beeinträchtigt wurde als sonst zu dieser Jahreszeit üblich. Dies erfassten die Modelle erst spät und unvollständig. Die anfänglich sehr hohen Schätzungen der Brückengleichungen auf der Verwendungsseite kamen durch eine Kumulation von Fehlern bei wichtigen Verwendungskomponenten und den Importen zustande. Gleichwohl zeigten die Ergebnisse übereinstimmend, dass die deutsche Wirtschaft im ersten Vierteljahr 2013 hinter der von den Modellen angezeigten konjunkturellen Tendenz zurückgeblieben war, wie dies im Kurzbericht April und dann ausführlicher im vierteljährlichen Konjunkturbericht im Mai beschrieben wurde.

Bei der Interpretation der Prognosehistorie für das zweite Vierteljahr 2013 ist von Bedeutung, dass bei der BIP-Schnellmeldung bereits ein adäquater Abschlag für die Folgen fehlerhafter

Meldungen in der Industrieproduktion berücksichtigt wurde, während dieser wichtige Indikator mit zunehmender Verzerrung in die Prognosemodelle einging. In den drei Modellklassen schlugen sich die verzerrten Industriezahlen in unterschiedlicher Weise in den Prognoseergebnissen nieder. Bei den stärker glättenden und weniger auf Sondereffekte reagierenden Faktormodellen kam der temporäre Fehler weniger zum Tragen. Etwas entgegengewirkt hat hier auch, dass die Nach- und Aufholeffekte am Bau nicht angemessen wahrgenommen wurden. Bei den Brückengleichungen war die Verzerrung entsprechend größer und die Einschätzungen lagen näher an einem „fiktiven“ BIP-Ergebnis ohne Abschlag.

Beide Modellklassen zeigten eine deutliche Verstärkung der Aufwärtsbewegung vom ersten zum zweiten Vierteljahr, welche in den Konjunkturberichten auch entsprechend kommuniziert wurde. Insgesamt haben sich die Faktormodelle und die Brückengleichungen selbst bei Verzerrung eines wichtigen Indikators als relativ robust erwiesen. Dies zeigt sich auch daran, dass die BIP-Schnellmeldung innerhalb der Unsicherheitsmargen der Prognosen lag. Hingegen wurden beim Industrieproduktionsmodell sämtliche Prognosen für das zweite Quartal vom ersten unkorrigierten Quartalsergebnis für die Industrie erheblich übertroffen, obwohl nach und nach die überhöhten Monatsstände in die Rechnung eingingen. Insbesondere die schwächeren Auftragseingänge und die somit vergleichsweise großen Realisationen des Fehlerkorrekturterms haben die Prognosen der Industrieproduktion nach unten gedrückt. So wurde das Spannungsverhältnis zu den Auftragseingängen deutlich.

Mit der Veröffentlichung des Indexstandes der Industrieproduktion für Juli wurde im September auch die gesamte Reihe seit Jahresbeginn revidiert. Dabei kam es durchweg zu Abwärts-

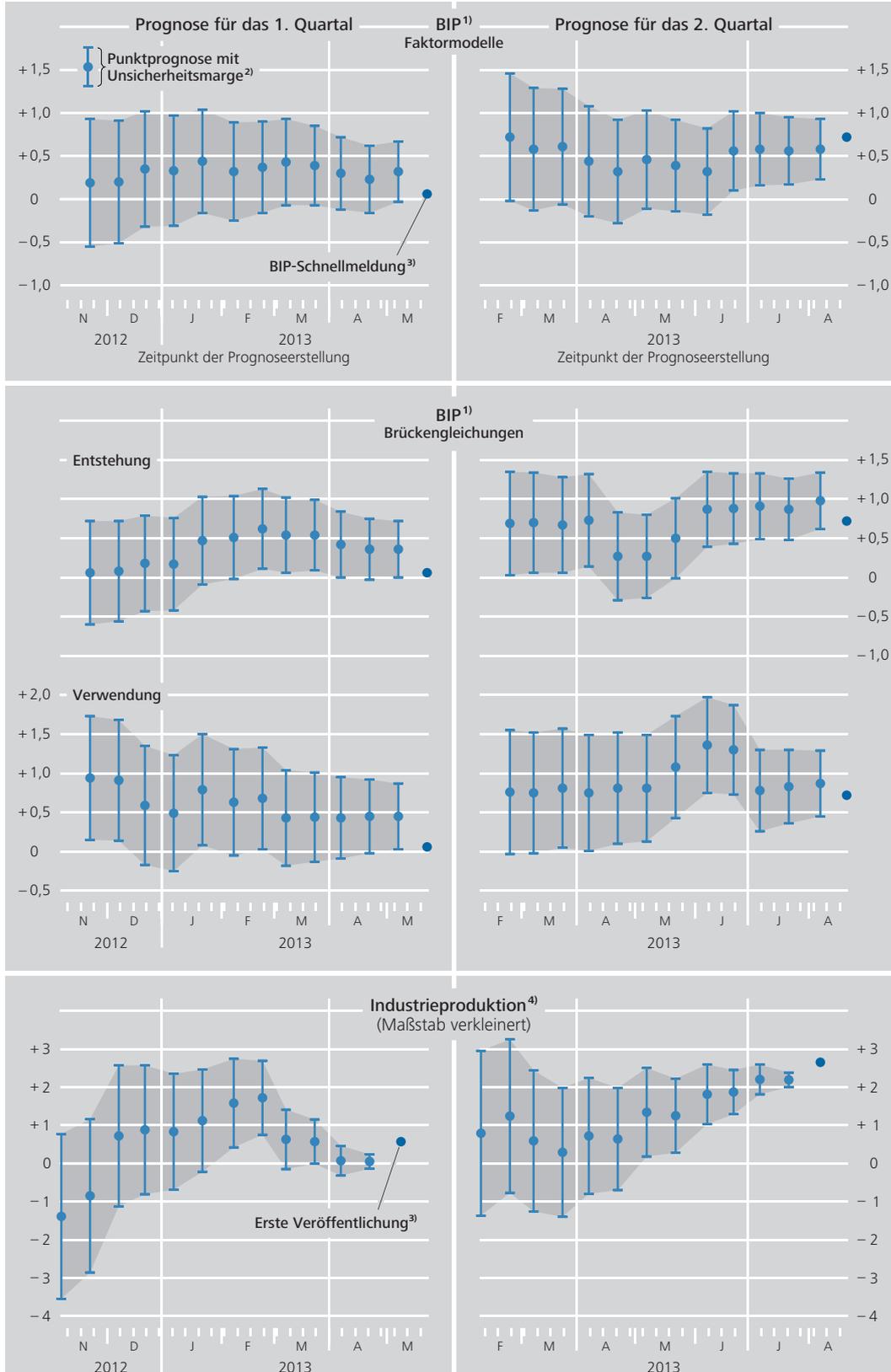
*Alternativ-  
rechnungen mit  
revidierter  
Industrie-  
produktion*

... zum zweiten  
Vierteljahr 2013

<sup>16</sup> Die hier und im Folgenden angeführten Kurz- und vierteljährlichen Konjunkturberichte finden sich in den Monatsberichten der Deutschen Bundesbank, Dezember 2012 bis August 2013.

### Kurzfristprognosen 2013 in Echtzeit

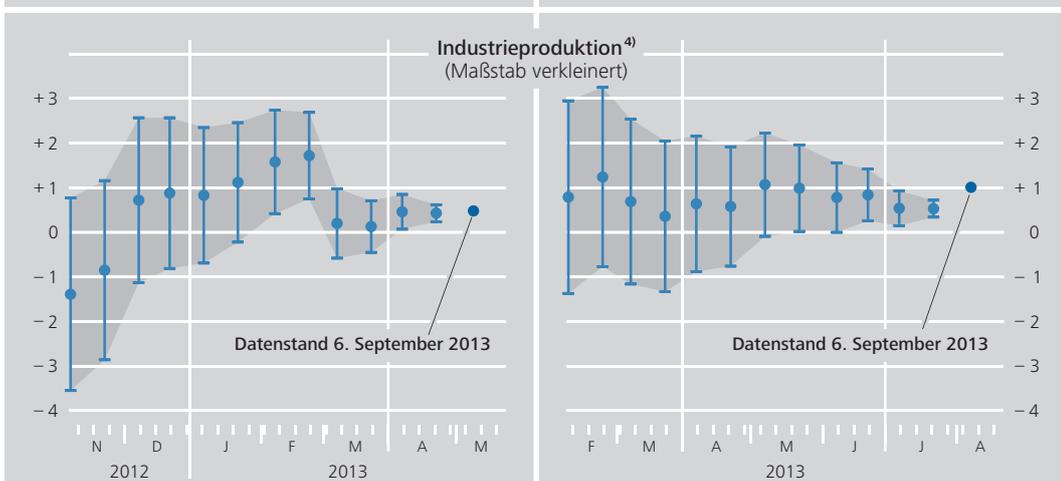
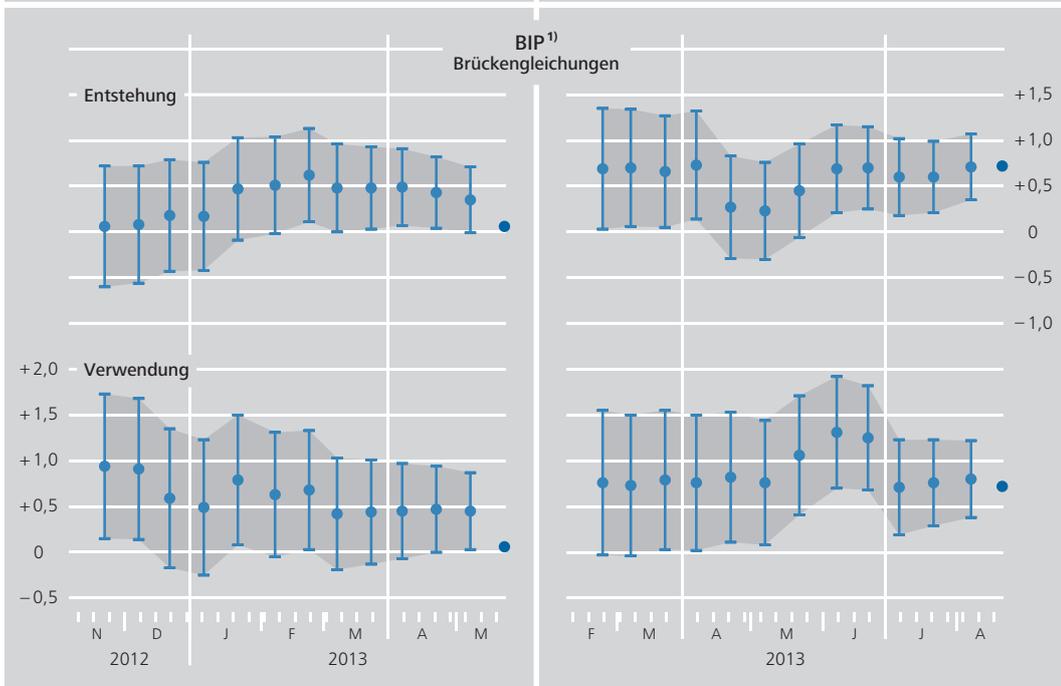
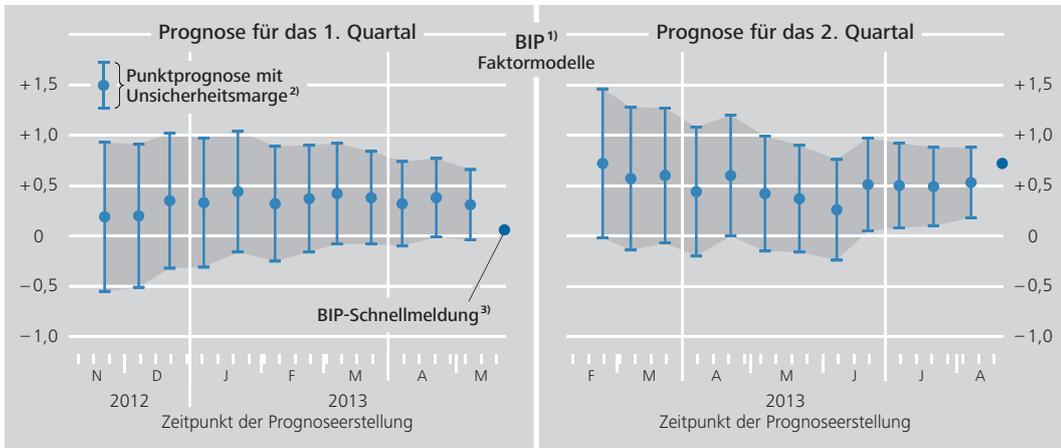
Veränderung gegenüber Vorperiode in %, stichtagsbezogene Werte



**1** Preis-, saison- und kalenderbereinigt. **2** Breite der Unsicherheitsmarge entspricht dem doppelten mittleren absoluten Prognosefehler (der letzten sieben Jahre). **3** Quelle: Statistisches Bundesamt. **4** Saison- und kalenderbereinigt.

### Kurzfristprognosen 2013 mit revidierter Industrieproduktion<sup>\*)</sup>

Veränderung gegenüber Vorperiode in %, stichtagsbezogene Werte



\* Industrieproduktion mit Datenstand 6. September 2013, umfassende Revisionen ab Januar 2013 aufgrund der Berichtigung fehlerhafter Meldungen. **1** Preis-, saison- und kalenderbereinigt. **2** Breite der Unsicherheitsmarge entspricht dem doppelten mittleren absoluten Prognosefehler (der letzten sieben Jahre). **3** Quelle: Statistisches Bundesamt. **4** Saison- und kalenderbereinigt.

korrekturen, die vor allem im zweiten Quartal ein erhebliches Ausmaß annahmen. Revidiert lag der Indexstand für den Juni um 2,1% unter der Erstveröffentlichung, die Veränderungsrate zum Vorquartal verringerte sich für das zweite Vierteljahr von 2,6% auf 1,0%. Um abzuschätzen, wie sich die Kurzfristprognosemodelle bewährt hätten, falls die Industrieproduktion fehlerfrei gemeldet worden wäre, wird die korrigierte Zeitreihe in die ansonsten unveränderten Datensätze eingespielt und die Prognosen werden Schritt für Schritt nachvollzogen (siehe Schaubild auf S. 79).

Bei diesen Alternativrechnungen werden die unterschiedlichen Eigenschaften der drei Modellklassen besonders deutlich. Aufgrund der Berücksichtigung von Informationen aus sehr vielen Konjunkturindikatoren und der vergleichsweise starken Glättung ergeben sich bei den Faktormodellen nur kleinere Änderungen der BIP-Prognosen. Diese vergrößern sogar den Abstand zur BIP-Schnellmeldung des zweiten Quartals, weil die Faktormodelle die Nachholeffekte vor allem in der Bauwirtschaft zu gering gewichten. Die entstehungsseitige BIP-Schätzung der Brückengleichungen korrigiert hingegen mit rund 0,3 Prozentpunkten relativ deutlich abwärts. Diese Korrektur könnte in etwa den vorweggenommenen BIP-Abschlag beziffern. Da auf der Verwendungsseite die Industrieproduktion lediglich als Indikator in die Gleichungen für die Brutto- und Ausrüstungsinvestitionen in die BIP-Rechnung einfließt, ergibt sich hier nur eine kleinere Abwärtskorrektur, welche aber auch die Schätzung näher an die BIP-Schnellmeldung heranführt.

Aufseiten der Modelle für die Industrieproduktion ergibt sich mit den revidierten Zahlen hingegen ein teilweise gänzlich neues Bild. Die letzten zwei Einschätzungen des ersten Quartals im April treffen die Industrieproduktion nun bemerkenswert gut. Der Abstand zwischen den im Februar und März erstellten Prognosen vergrößert sich allerdings. Dabei ist zu beachten, dass der Alternativrechnung ein Datenstand zugrunde liegt, welcher eine tatsächlich im April

erfolgte Abwärtsrevision der ursprünglich im März veröffentlichten Januarproduktion bereits beinhaltet. Für das zweite Quartal folgen die Quartalsprognosen jetzt merklich enger den Auftragseingängen, während die modellimpliziten Prognosen der Aufträge zuvor von den fehlerhaften Produktionswerten nach oben gezogen wurden. Dass auch das korrigierte Ergebnis von den Modellen letztendlich deutlich verfehlt wurde, dürfte vor allem an der außergewöhnlichen Ballung der Frühjahrsbrückentage im Mai gelegen haben. Zwar berücksichtigt das Industrieproduktionsmodell Brückentageeffekte, orientiert sich dabei aber an einem langfristigen Mittel. Deshalb wurde der Nachholeffekt im Juni wohl unterzeichnet.

## ■ Ausblick

Es zeigt sich, dass die hier vorgestellten Prognosemodelle recht gute Einschätzungen für einen Horizont von zwei Quartalen liefern. Dabei verbessert sich die Qualität der Prognosen typischerweise mit jeder zusätzlichen Information. Eine wichtige Implikation hiervon ist, dass eine frühere Veröffentlichung der BIP-Schnellmeldung mit Risiken für deren Präzision verbunden wäre, da sich hierdurch der Schätzanteil in den Ergebnissen erhöhen würde. Die Analysen zeigen zudem, dass sich des Öfteren Spannungen zwischen den verschiedenen Prognosemodellen ergeben. Dies gilt insbesondere für die entstehungs- und verwendungsseitigen Brückengleichungen, aber auch wegen der stärkeren Glättung bei den Faktormodellen. Diese Spannungen sind somit teilweise durch die Konstruktion der Modelle angelegt, können aber auch in den Daten bedingt sein. Hieraus ergeben sich Anknüpfungspunkte für die zusammenfassende Bewertung durch die Konjunkturexperten, deren Arbeit durch die Kurzfristmodelle zwar erheblich erleichtert, aber nicht überflüssig gemacht wird.

Die derzeit in der Bundesbank eingesetzten ökonomischen Kurzfristprognosemodelle sind das Ergebnis eines Prozesses, bei dem For-

*Zusammenspiel zwischen Modellergebnissen und Konjunkturexpertise*

*Ständige Modifikationen und Ergänzungen der Modelle*

schungsergebnisse auf ihre Praxistauglichkeit geprüft und nutzbar gemacht wurden. Dieser Prozess ist nicht abgeschlossen. Vielmehr werden ständig Modifikationen und Ergänzungen erprobt. Dabei wird untersucht, wie sich die Prognosen in der Vergangenheit bei einem veränderten Datensatz oder modifizierten Methoden bewährt hätten. Manch Erfolg versprechende Idee, die sich für Daten anderer Länder bewährt hat, bleibt dabei auf der Strecke. Aber auch solche Erkenntnisse verbessern das Verständnis der kurzfristigen Konjunkturdynamik in Deutschland.

*Ergänzung durch Tagesdaten von den Finanzmärkten*

Dies gilt etwa für die Berücksichtigung von Finanzmarktdaten auf Tagesbasis. Beispielsweise sollten sich Aktienindizes aufgrund ihrer vorausschauenden Eigenschaft gut für BIP-Prognosen eignen. Dann wäre es aber auch sinnvoll, nicht zu warten, bis ein weiterer Monat an Informationen vollständig vorliegt, sondern die jeweils bereits vorhandenen Tagesinformationen in die Prognosen einfließen zu lassen. Bei der hierfür notwendigen rechnerisch aufwendigen Verzahnung von Daten mit erheblichem Frequenzunterschied kommt es allerdings zu einem gewissen Informationsverlust. Studien für die USA deuten an, dass sich gesamtwirtschaftliche Kurzfristprognosen mit Tagesdaten von den Finanzmärkten verbessern lassen.<sup>17)</sup> Ob sich diese positiven Ergebnisse auf Deutschland übertragen lassen, ist noch offen. Dies könnte nicht zuletzt an der schwächeren Verzahnung von Realwirtschaft und Finanzmärkten in Deutschland liegen.

*Berücksichtigung internationaler Indikatoren*

Mehr scheint die Berücksichtigung von internationalen Indikatoren zu versprechen. Globale Entwicklungen werden in den Prognosemodellen der Bundesbank bisher überwiegend indirekt erfasst, etwa über die Auftragseingänge aus dem Ausland oder die Exporterwartungen der Unternehmen. Direkt gehen in die Faktormodelle nur Rohstoffpreise und Wechselkurse

ein. Darüber hinaus könnten aber beispielsweise auch Umfrageindikatoren aus anderen Ländern berücksichtigt werden. Sie verbessern die Prognose, wenn sie zusätzliche Informationen enthalten. Dies scheint für etwas längere Prognosehorizonte der Fall zu sein.<sup>18)</sup> Allerdings beschränkten sich entsprechende Untersuchungen bisher auf vierteljährliche Daten. Die Schwierigkeiten bei dem Übergang auf gemischte Frequenzen ergeben sich aus der großen Menge zu verarbeitender Daten. Selbst Faktormodelle stoßen bei mehreren hundert Indikatoren an ihre Grenzen, was eine Vorausswahl der Variablen bedingt. Dazu gibt es verschiedene Optionen, die allerdings bezüglich der resultierenden Prognosegüte sehr sensibel auf veränderte Spezifikationen reagieren.<sup>19)</sup>

Näher an der Realisierung steht eine Erweiterung im verwendungsseitigen System der Brückengleichungen. Wie beschrieben bleiben beim disaggregierten Ansatz etwaige Interdependenzen zwischen den einzelnen Komponenten unberücksichtigt. Da vor allem die Einfuhren stark von anderen VGR-Größen abhängen, führt diese implizite Annahme oftmals zu Verzerrungen durch gegenläufige Fehler bei den Einzelprognosen. Eine Modellierung der Importe in Abhängigkeit von anderen Verwendungskomponenten (abgeleitete Prognose) kann dieser möglichen Kumulation von Fehlern bei der disaggregierten BIP-Prognose vorbeugen.<sup>20)</sup>

*Abgeleitete Prognose der Einfuhren bei den Brückengleichungen*

<sup>17</sup> Für Analysen zu den USA vgl.: E. Andreou, E. Ghysels und A. Kourtellos (2013), Should Macroeconomic Forecasters Use Daily Financial Data and How?, *Journal of Business & Economic Statistics* 31, S. 240–251.

<sup>18</sup> Vgl.: C. Schumacher (2010), Factor Forecasting Using International Targeted Predictors: The Case of German GDP, *Economics Letters* 107, S. 95–98.

<sup>19</sup> Vgl. beispielsweise: S. Eickmeier und T. Ng (2011), Forecasting National Activity Using Lots of International Predictors: An Application to New Zealand, *International Journal of Forecasting* 27, S. 496–511.

<sup>20</sup> Vgl.: P. S. Esteves (2013), Direct vs Bottom-up Approach when Forecasting GDP: Reconciling Literature Results with Institutional Practice, *Economic Modelling* 33, S. 416–420.

## ■ Anhang

### Faktormodelle

Faktormodelle basieren auf der Grundüberlegung, dass viele ökonomische Variablen im Konjunkturverlauf ähnliche Entwicklungen aufweisen. Die Informationen aus  $N$  Einzelindikatoren werden in  $r$  Faktoren  $F_{t_m}$  so verdichtet, dass der Datensatz  $X_{t_m}$  möglichst gut repräsentiert wird:

$$X_{t_m} = \Lambda F_{t_m} + \zeta_{t_m}.$$

Hierbei beschreiben die Faktorladungen  $\Lambda$  zusammen mit  $F_{t_m}$  die Komponenten mit ähnlicher Entwicklung in  $X_{t_m}$ , das heißt, den Teil des Datensatzes, der durch die Faktoren erklärt wird. Die Variable  $\zeta_{t_m}$  hingegen bezeichnet die idiosynkratische Komponente, die als variablenspezifischer Teil von  $X_{t_m}$  interpretiert wird. Der Zeitindex  $t_m$  bezeichnet monatliche Beobachtungen. Die Informationsverdichtung in Faktormodellen wird dadurch verdeutlicht, dass die große Zahl von Einzelindikatoren durch wenige Faktoren erklärt wird. In der Literatur hat sich gezeigt, dass ein Großteil der Variation in Datensätzen, die aus mehreren hundert Zeitreihen bestehen, durch einige wenige Faktoren abgebildet werden kann.<sup>21)</sup> Für die Schätzung der Faktoren stehen Verfahren bereit, welche auch Besonderheiten der Daten, das heißt insbesondere fehlende Beobachtungen am aktuellen Rand, berücksichtigen können.<sup>22)</sup>

Für die Prognose des BIP mit den geschätzten Faktoren können verschiedene Methoden angewandt werden. Ein Ansatz besteht darin, die geschätzten Faktoren in einer BIP-Gleichung wie beobachtbare Indikatoren zu behandeln. Um die Diskrepanz zwischen Monats- und Quartalsfrequenzen in der BIP-Gleichung zu überbrücken, kommen zumeist exponentielle Almon-Lag-Funktionen, welche nur eine sparsame Parametrisierung verlangen, zum Einsatz.<sup>23)</sup> Alternativ zu diesem zweistufigen Verfahren kann die Prognose auch in einem geschlossenen Modellrahmen erstellt werden. Hierzu wird ein sogenanntes Zustandsraummodell geschätzt, in welchem das BIP simultan durch monatliche Indikatoren erklärt und interpoliert wird.

Die Schätztechniken der Faktormodelle erlauben es, viele Indikatoren zu berücksichtigen. Gewisse Beschränkungen hinsichtlich der Anzahl an einbezogenen Zeitreihen ergeben sich bei der Faktorschätzung

selbst und durch den erforderlichen Bezug der ausgewählten Variablen zur Zielgröße. Der Ökonometriker muss auch Entscheidungen im Hinblick auf die Spezifikation des Prognosemodells treffen, beispielsweise bezüglich der Anzahl der zu schätzenden Faktoren. Hierbei können prinzipiell Fehlspezifikationen auftreten. Bei der kombinierten Prognose wird diesem Problem jedoch vorgebaut, indem alle plausiblen Spezifikationen in den Modellpool mit einfließen. Beispielsweise wird die Anzahl der Faktoren schrittweise bis zu einem vorgegebenen Maximum erhöht. Zusätzlich erweitern sich die Modellvarianten noch durch unterschiedliche Methoden zur Auffüllung der Datenlücken am aktuellen Rand und durch verschiedene Funktionen zur Verzahnung von Monats- und Quartalsdaten.

### Brückengleichungen

Brückengleichungen bilden den Zusammenhang zwischen vierteljährlichen Variablen wie dem BIP (oder beim disaggregierten Ansatz dessen Komponenten) und einigen ausgewählten monatlichen Konjunkturindikatoren ab.<sup>24)</sup> Die Prognoseerstellung mit einer Brückengleichung kann wie folgt dargestellt werden. Die Veränderungsrate des BIP zum Vorquartal sei durch  $y_{q,t_q}$  definiert, wobei Beobachtungen für die Quartale  $t_q = 1, \dots, T_q$  zur Verfügung stehen. Die Prognose wird mit  $y_{q,T_q+h_q|T_q}$  bezeichnet, wobei ein Prognosehorizont von  $h_q$  Quartalen zugrunde liegt und die Prognose auf Informationen bis einschließlich Quartal  $T_q$  beruht. Diese Informationen werden aus  $k$  monatlichen Indikatoren  $x_{m,t_m}$  für  $j = 1, \dots, k$  gezogen. Der Zeitreihenindex  $t_m = 1, \dots, T_m$  bezeichnet Monate.

21 Vgl.: J. Bai und S. Ng (2007), Determining the Number of Primitive Shocks in Factor Models, *Journal of Business & Economic Statistics* 25, S. 52–60.

22 Ein Vergleich verschiedener Faktormodelle für die Kurzfristprognose findet sich in: M. Marcellino und C. Schumacher (2010), Factor MIDAS for Nowcasting and Forecasting with Ragged-Edge Data: A Model Comparison for German GDP, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 72, S. 518–550.

23 Vgl.: G. Ghysels, A. Sinko und R. Valkanov (2007), MIDAS Regressions: Further Results and New Directions, *Econometric Reviews* 26, S. 53–90.

24 Vgl. beispielsweise: A. Baffigi, R. Golinelli und G. Parigi (2004), Bridge Models to Forecast the Euro Area GDP, *International Journal of Forecasting* 20, S. 447–460; oder EZB, Short-term Forecasts of Economic Activity in the Euro Area, *Monthly Bulletin* 2008/4, S. 69–74.

Die Brückengleichung wird in Quartalsfrequenz formuliert und kann vereinfachend durch

$$y_{q,tq} = \sum_{j=1}^k \delta_j(L) x_{q,j,tq} + \varepsilon_{tq}$$

dargestellt werden, wobei die monatlichen Indikatoren  $x_{m,j,tm}$  hier in Quartalsfrequenzen  $x_{q,j,tq}$  überführt wurden. Die Zeitaggregation eines Indikators erfolgt gemäß seiner Eigenschaft als Bestands- oder Stromgröße. Das Polynom  $\delta_j(L)$  in dem Lag-Operator  $L$  enthält die Koeffizienten des verzögerten Indikators.

Um aus der geschätzten Brückengleichung eine BIP-Prognose  $y_{q,Tq+hq|Tq}$  abzuleiten, müssen in einem vorgelagerten Schritt auch Vorausschätzungen für die zeitaggregierten Indikatoren  $x_{q,j,Tq+hq|Tq}$  für  $j = 1, \dots, k$  berechnet werden. Dabei kommt für einen Indikator  $x_{m,j,tm}$  ein dynamisches monatliches Modell zum Einsatz, welches mittels Zeitaggregation die benötigte Prognose auf Quartalsebene liefert. Bei diesem vorgelagerten Schritt wird zumeist auf einfache autoregressive Prozesse zurückgegriffen. Es können aber auch andere Indikatoren mit Vorlaufeigenschaften, beispielsweise umfragebasierte Erwartungsgrößen, als erklärende Variablen einbezogen werden. Je nach Publikationsverzögerung des jeweiligen Indikators muss der Prognosehorizont bei der monatlichen Prognose entsprechend angepasst werden, das heißt, je größer die Verzögerung ist, umso mehr Werte müssen vorausgeschätzt werden.

Anders als bei den Faktormodellen können bei den Brückengleichungen nicht alle zur Verfügung stehenden Indikatoren in das Modell aufgenommen werden. Eine Vorauswahl der relevanten Variablen ist daher notwendig. Dies kann aber wiederum in der kombinierten Prognose genutzt werden, um durch Variationen bei dieser Auswahl den Modellpool zu vergrößern. Zusätzlich erhöht sich die Anzahl der Modelle noch durch unterschiedliche Disaggregationsstufen des BIP.

### Industrieproduktion

Die Modelle zur Industrieproduktion reichen von traditionellen autoregressiven (AR) sowie vektorautoregressiven (VAR) Prozessen bis hin zu Modellen, die Fehlerkorrekturmechanismen und Multikointegration zwischen den beiden Kernvariablen – Industrie- und Auftragseingänge – berücksichtigen. Zusätzlich werden in weiteren Modellvarianten die Kernvariablen noch um verschiedene Konjunkturindikatoren und Finanzmarktvariablen ergänzt.

Einen innovativen Charakter bei der Modellierung der Industrieproduktion stellt der in der Literatur etwas in Vergessenheit geratene Aspekt der Multikointegration dar. Hierbei wird zusätzlich zu der üblicherweise verwendeten „einfachen“ Kointegration auch noch eine weitere Kointegrationsbeziehung zwischen Stromgrößen (hier die Produktion) und Bestandsvariablen (hier die Auftragsbestände) unterstellt. Im Falle der Industrieproduktion ist diese langfristige Verankerung plausibel, da Unternehmen idealerweise Nachfrageschwankungen über das Auftragspolster abfedern.

Theoretisch kann dieses Verhalten der Unternehmen in einem Modell mit einer quadratischen Kostenfunktion abgeleitet werden.<sup>25)</sup> Die Produktion  $x_t$  ist dabei die Kontrollvariable, der Auftragseingang  $y_t$  stellt die Zielvariable dar, und aus dem Produktionsüberschuss  $z_t = x_t - y_t$  ergibt sich der Kontrollfehler. Der kumulierte Kontrollfehler  $Q_t = \sum_{j=0}^t z_j$  hat ebenfalls eine Zielvariable, die als konstanter Anteil  $\kappa$  der Auftragseingänge gemessen wird. Der Kontrollfehler für  $Q_t$  ergibt sich dann als „Bestandsüberschuss“  $u_t = Q_t - \kappa y_t$ . Dem Unternehmer entstehen Kosten aus den beiden Kontrollfehlern  $z_t$  und  $u_t$  und durch die Anpassung der Kontrollvariable  $x_t$ . Gegeben der Zielvariable  $y_t$  setzt der Unternehmer  $x_t$  beziehungsweise  $Q_t$  so, dass der Erwartungswert  $E_t$  der diskontierten Kosten minimiert wird:

$$J_t = E_t \sum_{j=0}^{\infty} \delta^j \left[ (x_{t+j} - y_{t+j})^2 + \lambda_1 (Q_{t+j} - \kappa y_{t+j})^2 + \lambda_2 (x_{t+j} - x_{t+j-1})^2 \right],$$

worin  $\delta$  der Diskontfaktor ist und  $\lambda_1$  sowie  $\lambda_2$  nicht-negative Parameter bezeichnen. Aus dem Minimierungsproblem ergibt sich die Anpassungsregel für  $Q_t$ :

$$\Delta Q_t = \alpha + \beta(Q_{t-1} - \kappa y_{t-1}) + \gamma(y_{t-1} - x_{t-1}) + \mu(y_t - y_{t-1}).$$

Dabei sind  $\beta$ ,  $\gamma$  und  $\mu$  Funktionen von  $\delta$ ,  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$ . Diese Gleichung formalisiert das optimale Verhalten eines Unternehmers bei der Planung der Produktion.

Für die eigentliche Prognosegleichung ergeben sich aus dem theoretischen Modell folgende empirische Überlegungen. Falls die Produktion  $x_t$  und der Auftragseingang  $y_t$  I(1) integriert sind, der Produktionsüberschuss  $z_t$  allerdings stationär ist, dann sind  $x_t$

<sup>25</sup> Vgl.: T.-H. Lee (1996), Stock Adjustment for Multicointegrated Series, Empirical Economics 21, S. 633–639.

und  $y_t$  kointegriert.<sup>26)</sup> Falls darüber hinaus auch der „Bestandsüberschuss“  $u_t$  stationär ist, so liegt zwischen  $x_t$  und  $y_t$  Multikointegration vor. Die Verzahnung von Theorie und Empirie in einer Prognosegleichung erfolgt daher im Rahmen eines Fehlerkorrekturmodells (zur übersichtlicheren Darstellung aufgeschrieben mit lediglich einem Lag):

$$\begin{bmatrix} 1 & \theta \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x_t \\ \Delta y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_1 & \gamma_1 \\ \beta_2 & \gamma_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} \\ \mu_{21} & \mu_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x_{t-1} \\ \Delta y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix},$$

worin  $\theta$  mögliche zeitgleiche Effekte vom Auftragseingang auf die Produktion abgreift. Die obige Anpassungsregel für  $Q_t$  kann aus diesem Fehlerkorrekturmodell entsprechend abgeleitet werden, mit  $\alpha = \alpha_1 - (1 - \theta)\alpha_2$ ,  $\beta = \beta_1 - (1 - \theta)\beta_2$ ,  $\gamma = \gamma_1 - (1 - \theta)\gamma_2 + 1$  und  $\mu = \theta$ .

Der Pool an Modellen für die kombinierte Prognose wird durch Variationen bei der Spezifikation und den Schätzfenstern generiert. Die Schätzfenster bewe-

gen sich dabei vom gesamten Beobachtungszeitraum bis hin zu einem Minimum an Beobachtungen, die notwendig sind, um noch eine relativ präzise Schätzung zu gewährleisten. Durch die Variation der Schätzfenster ergibt sich eine gewisse Absicherung gegen etwaige strukturelle Veränderungen. Diese Absicherung rührt daher, dass Modelle mit kürzerem Schätzfenster schneller, jedoch oft zu stark, auf Veränderungen am aktuellen Rand reagieren. Die Kombination mit längeren Schätzfenstern, bei denen die Parameter kaum Reaktion auf neue strukturelle Gegebenheiten zeigen, erzeugt dann das notwendige Gegengewicht, um genauere Kurzfristprognosen zu erhalten.

---

**26** In der Praxis ist die Kointegrationsbeziehung nicht exakt (1,-1). Dies liegt zum einen daran, dass den aggregierten Indizes von Produktion und Auftragseingang unterschiedliche Gewichtungsschemata zugrunde gelegt werden. Zum anderen hat einen Einfluss, dass die Auftragseingänge nicht um Stornierungen bereinigt werden. Vgl.: Deutsche Bundesbank, Auftragseingang und Industrieproduktion: Wie aussagekräftig ist der Order-Capacity-Index?, Monatsbericht, Februar 2007, S. 54 f.