

Ein ökonometrisches Makromodell für die Schweiz

von Peter Stalder, Ressort Volkswirtschaftliche Studien,
Schweizerische Nationalbank, Zürich

Einleitung

Die SNB stützt ihre geldpolitischen Entscheidungen seit Anfang des Jahres 2000 auf eine *Inflationsprognose* ab. Der erste Schritt im geldpolitischen Entscheidungsprozess besteht jeweils darin, unter der Annahme eines unveränderten 3M-Libor eine Inflationsprognose mit einem Zeithorizont von drei Jahren zu erstellen. Falls diese Prognose eine Verletzung der Preisstabilität anzeigt, wird in einem zweiten Schritt nach der Zinsanpassung gefragt, welche zur Wahrung der Preisstabilität erforderlich ist. Viele andere Zentralbanken verfolgen ähnliche prognoseorientierte Konzepte. Diese vorausschauende Haltung der Geldpolitik drängt sich deshalb auf, weil der Einfluss geldpolitischer Massnahmen auf die Inflation einer erheblichen *Wirkungsverzögerung* unterliegt.

Vor diesem Hintergrund hat die SNB ihre Forschungsaktivitäten in letzter Zeit verstärkt auf die Entwicklung von Prognosemodellen ausgerichtet. In diesem Beitrag wird das grösste dieser Modelle – ein keynesianisch orientiertes ökonometrisches Strukturmodell – auf eine möglichst allgemein verständliche Weise vorgestellt.¹ Der Autor des Modells war früher für den Aufbau und laufenden Unterhalt des KOF/ETH-Makromodells zuständig. Viele der während dieser Tätigkeit gewonnenen Einsichten in die Mechanismen der Schweizer Wirtschaft reflektieren sich auch im vorliegenden Modell. Wesentliche Elemente der Modellspezifikation wurden im Rahmen eines Nationalfondsprojekts erarbeitet, das seinen Niederschlag in Stalder (1989, 1991) gefunden hat.

Der Aufbau des Modells folgt der Grundphilosophie *neu-keynesianischer Strukturmodelle*, wie sie weltweit von diversen Prognoseinstituten, internationalen Organisationen und Zentralbanken verwendet werden.² In der Schweiz sind ähnlich konzipierte Modelle an der KOF/ETH, der BAK und dem CREA im Einsatz. Als *keynesianisch* werden diese Modelle bezeichnet, weil sie von trägen Lohn- und Preisreaktionen ausgehen und auf diese Weise die Bedeutung der Nachfrageseite für die kurzfristigen Schwankungen der Wirtschaftsaktivität begründen. Die Qualifizierung als *neu-keynesianisch* soll zum Ausdruck bringen, dass die Modelle in Reaktion auf die Krise des traditionellen Keynesianismus in verschiedener Hinsicht verbessert wurden. Neben der verstärkten Beachtung der Angebotsseite der Wirtschaft sind insbesondere die sorgfältigere Behandlung der Erwartungsbildung sowie die Berücksichtigung von Vermögenswirkungen und der «stock-flow»-Dynamik zu erwähnen. Aus diesen Arbeiten resultierte ein Mo-

delltyp, der kurzfristig weiterhin keynesianische Eigenschaften aufweist, langfristig jedoch gegen einen klassischen Wachstumspfad konvergiert.

Das *strukturelle* Element dieser Modelle liegt darin, dass sie im Unterschied zu *vektorautoregressiven Ansätzen* (VAR) nicht nur das Ergebnis des Wirtschaftsprozesses in Bezug auf eine beschränkte Zahl makroökonomischer Kerngrössen wie Bruttoinlandsprodukt, Beschäftigung, Preise und Zinssätze beschreiben, sondern auch dessen theoretische Struktur in Form von *Verhaltensgleichungen* für die Nachfrager und Anbieter auf einzelnen Märkten abzubilden versuchen. Modelle dieser Art unterscheiden typischerweise zwischen verschiedenen Gruppen von Entscheidungsträgern (Haushalte, Unternehmungen, Staat, Zentralbank) und analysieren den Wirtschaftsprozess in Form des Zusammenspiels verschiedener Märkte (Gütermarkt, Arbeitsmarkt, Kapital- und Geldmarkt).

Im akademischen Bereich werden neu-keynesianische Strukturmodelle kontrovers diskutiert. Einwände kommen vor allem von Seiten der «*New Classical Macroeconomics*» (NCM) und den Vertretern der *VAR-Methodologie*. Von Seiten der NCM wird argumentiert, dass sich keynesianische Modelle prinzipiell nicht als Instrument für Politikanalysen eignen. Begründet wird dies damit, dass die dynamischen Anpassungsprozesse dieser Modelle empirische Parameter enthalten, die in einer theoretisch undurchschaubaren Weise von *Erwartungen* abhängig sind und somit bei einer veränderten «policy rule» unkontrolliert andere Werte annehmen können (Lucas 1976). Während die NCM-Schule streng theoriefundierte Gleichgewichtsmodelle propagiert, sind VAR-Modelle umgekehrt datenanalytisch und damit gerade möglichst theoriefrei formuliert. Die VAR-Kritik an keynesianischen Strukturmodellen läuft darauf hinaus, dass die ökonometrische Identifikation von Parametern in diesen Modellen nur über *Ausschluss-Restriktionen* erreicht werden kann, die theoretisch willkürlich und empirisch nicht überprüfbar sind (Sims 1980).

In der Entwicklung der letzten Jahre ist allerdings ein gewisse *Konvergenz* der verschiedenen Modellansätze festzustellen. Neuere keynesianische Strukturmodelle stützen sich verstärkt auf mikroökonomische Grundlagen ab, VAR-Modelle sind durch den Einbau struktureller Restriktionen (SVAR-Modelle) ökonomisch besser interpretierbar geworden, und mikrofundierte allgemeine Gleichgewichtsmodelle haben in Form von kurzfristigen Preis- und Lohnrigiditäten ein keynesianisches Element übernommen.

1 Eine detailliertere und mehr technisch orientierte Darstellung wird gegen Ende Jahr als Arbeitspapier publiziert und auf dem Internet abrufbar sein.

2 Vgl. z. B. das in Laxton et al (1998) beschriebene Modell des IMF (MULTIMOD Mark III), das EZB-Modell von Fagan, Henry und Mestre (2001) sowie das Makromodell der Bank of England (1999).

Zudem ist die Lucas-Kritik an keynesianischen Strukturmodellen dahingehend relativiert worden, dass nicht jede wirtschaftspolitische Massnahme mit einem fundamentalen, die Erwartungshaltung der Wirtschaftssubjekte verändernden Regimewechsel gleichzusetzen ist. Vor diesem Hintergrund sollten die verschiedenen Modellansätze für eine an praktischen Resultaten interessierte Institution wie die SNB nicht als sich gegenseitig ausschliessende Alternativen betrachtet werden.

Das in diesem Aufsatz präsentierte Modell ist der Klasse neu-keynesianischer Makromodelle zuzuordnen. Die nachfolgende Darstellung des Modells ist in vier Teile gegliedert.

Im *ersten Teil* werden die Grundstruktur des Modells und die wichtigsten Interdependenzen zwischen den Modellblöcken erläutert. Ein erster Modellblock stellt die Nachfrageseite des Gütermarktes dar (Komponenten der aggregierten Nachfrage: Konsum, Ausrüstungs-, Bau- und Lagerinvestitionen, Exporte und Importe). Das daraus abgeleitete BIP wird im *Angebotsblock* des Modells mit dem Kapazitätsoutput der Wirtschaft und der Situation auf dem Arbeitsmarkt konfrontiert. Bei steigender Kapazitätsauslastung und sinkender Arbeitslosigkeit erhöht sich die Inflation, was insbesondere über den Aussenhandel zu einer Dämpfung der aggregierten Nachfrage führt. Gleichzeitig löst eine solche Anspannungssituation im *monetären Modellblock* über eine Taylor-Regel einen Zinsanstieg aus, der zusammen mit der induzierten Frankenaufwertung ebenfalls dämpfend auf die aggregierte Nachfrage zurückwirkt. Eine Inflationszunahme kann aber nicht nur nachfrageseitig, sondern auch angebotsseitig, z. B. durch eine Erhöhung der Erdölpreise, verursacht sein. Als exogene Variablen gehen verschiedene weltwirtschaftliche Aktivitätsvariablen, Preise und Zinssätze in das Modell ein.

Im *zweiten Teil* werden diejenigen Modellteile, die für das vorliegende Modell charakteristisch sind, detaillierter diskutiert. Die Entwicklung des *Kapazitätsoutput* der Wirtschaft wird auf Basis einer *«vintage»-Produktionsfunktion* als Folge ökonomisch determinierter Abschreibungs- und Investitionsentscheide erklärt. Aus der Unterscheidung zwischen bestehenden und neuen Produktionsanlagen ergibt sich einerseits eine natürliche Integration des technischen Fortschritts. Andererseits impliziert der Ansatz, dass der Kapazitätsoutput im konjunkturellen Aufschwung wegen der hohen Investitionstätigkeit schneller wächst als in konjunkturellen Schwächephasen. Eine andere Besonderheit des Modells besteht darin, dass die für den Inflationsprozess zen-

tralen *Anspannungsverhältnisse auf Güter- und Arbeitsmarkt* unter Berücksichtigung von mikroökonomischem *«mismatch»* aus dem Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage abgeleitet und empirisch mit qualitativen Umfragedaten erfasst werden (KOF/ETH-Kapazitätsurteil, BFS-Mangelmeldungen).

Der *dritte Teil* behandelt die ökonometrische Schätzung des Modells und evaluiert seine prognostische Leistungsfähigkeit anhand *rollender «out-of-sample»-Prognosen* im Zeitraum 1991–2000. Für die Inflationsrate beträgt der mittlere Prognosefehler beim Einjahreshorizont einen halben und beim Dreijahreshorizont einen Prozentpunkt. Ein bedeutender Teil dieser Prognosefehler ist auf schockartige, vom Modell nicht erfasste Wechselkursänderungen zurückzuführen.

Im dritten Teil des Aufsatzes wird des Weiteren auf die *Lohn-Preis-Dynamik* des Modells eingegangen. Die geschätzten Parameter dieses Modellteils implizieren eine Phillips-Kurve, die auch langfristig nicht völlig vertikal ist. Daraus ist aber nicht der Schluss zu ziehen, dass es effektiv möglich wäre, mit einer expansiven Geldpolitik die Arbeitslosigkeit dauerhaft zu vermindern. Hochinflationsphasen waren in der Schweiz stets von relativ kurzer Dauer. Die historischen Parameterschätzungen reflektieren diesen Umstand. Sie stellen somit – im Sinne der bereits erwähnten *Lucas-Kritik* – keine geeignete Basis für die Simulation eines inflationären geldpolitischen Regimes dar. In Politiksimulationen, die eine permanente Inflationszunahme zur Folge haben, sind theoretisch begründete Erwartungsterme in das Modell einzufügen, welche die Phillips-Kurve in eine vertikale Position drehen.

Der *vierte Teil* illustriert die zentralen Modellmechanismen anhand verschiedener Simulationsexperimente. Zunächst werden die *Langfristeigenschaften* des Modells diskutiert. Eine Erhöhung der *nominellen Gesamtnachfrage* stimuliert aufgrund träger Preis- und Lohnanpassungen kurzfristig die Realwirtschaft, verpufft aber langfristig vollständig in einem proportionalen Preis- und Lohnanstieg. Umgekehrt lässt eine Erhöhung des Arbeitsangebots bei unveränderter nomineller Gesamtnachfrage die Arbeitslosigkeit kurzfristig ansteigen, doch langfristig sorgt ein Absinken der Löhne und Preise für eine Ausweitung des BIP, der Produktionskapazität und der Beschäftigung proportional zum erhöhten Arbeitsangebot.

Die weiteren Modellsimulationen befassen sich mit den kurz- bis mittelfristigen *Wirkungen der Geldpolitik*. Dabei wird zwischen *autonomen* und durch

Nachfrageschocks *induzierten* geldpolitischen Änderungen unterschieden. Die Simulationen zeigen, dass geldpolitische Massnahmen das Realwachstum und vor allem die Teuerung mit einer erheblichen Wirkungsverzögerung beeinflussen. Aus einer Anhebung des 3M-Libor um einen Prozentpunkt resultiert nach einem Jahr eine maximale Verminderung des BIP-Wachstums von 0,8 Prozentpunkten und nach vier Jahren eine maximale Inflationsdämpfung von 0,6 Prozentpunkten. Der zugrundeliegende Transmissionsmechanismus erweist sich in rollenden «out-of-sample»-Simulationen als ziemlich stabil. Diesen Simulationsergebnissen liegt eine pragmatisch nach empirischen Kriterien evaluierte Spezifikation des monetären Modellblocks zugrunde.

In einer alternativen Modellversion mit *rationalen* (genauer gesagt: *modellkonsistenten*) *Erwartungen* ist der Langfristzins den durchschnittlich über den Anlagehorizont erwarteten Kurzfristzinsen gleichgesetzt (Erwartungstheorie der Fristenstruktur) und die erwartete Wechselkursänderung entspricht der Zinsdifferenz zum Ausland (ungedechte Zinsparität). Bei Verwendung dieser Spezifikationen ergeben sich für die gleichen Simulationsexperimente deutlich abweichende Resultate. So tritt beispielsweise bei einer autonomen Änderung der Geldpolitik die Inflationswirkung aufgrund einer sprunghaften Wechselkursreaktion unverzögert ein, und eine endogen induzierte Straffung der Geldpolitik verursacht bereits im Vorfeld der Erhöhung der Kurzfristzinsen einen Anstieg der Langfristzinsen und des Frankenkurses. Simulationen dieser Art können als «benchmark»-Lösung des Modells zur Abschätzung der Implikationen eines perfekt vorausschauenden Verhaltens der Wirtschaftsakteure von Interesse sein. In Wirklichkeit sind solche Effekte im Allgemeinen aber nicht oder nur in sehr abgeschwächter Form zu beobachten.

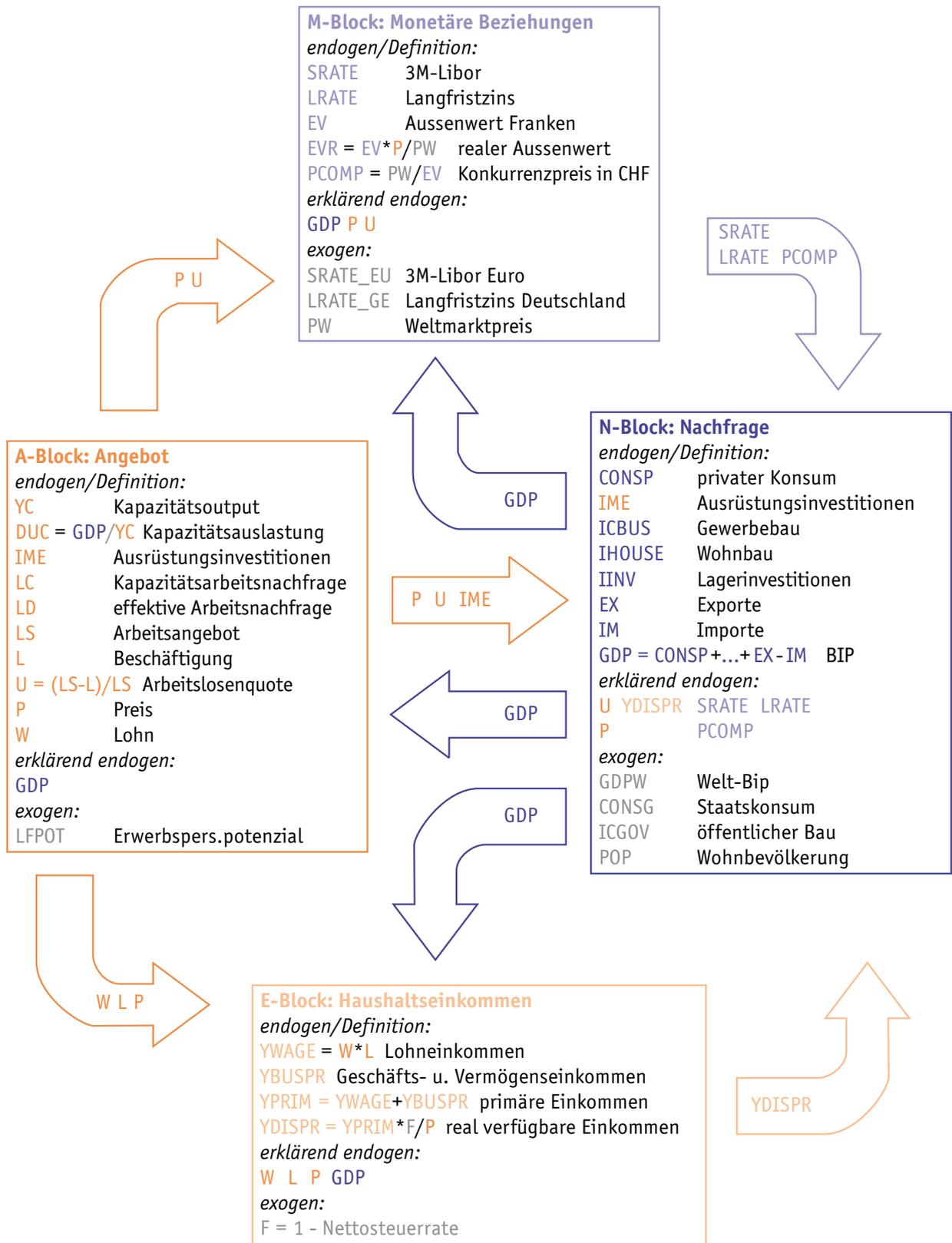
Damit soll nicht gesagt sein, dass die in der Normalversion des Modells enthaltenen adaptiven Erwartungshypothesen der Weisheit letzter Schluss sind. Wie im abschliessenden Teil dieses Aufsatzes ausgeführt wird, ist in weiterführenden Arbeiten zu prüfen, ob sich im monetären Bereich, aber auch bei der Modellierung der Lohn-Preis-Dynamik sowie des Investitions- und Konsumverhaltens vorausschauende, aber nicht notwendigerweise streng modellkonsistente Konzepte der Erwartungsbildung empirisch bewähren. Weitere Verbesserungsmöglichkeiten des Modells liegen im Bereich einer konsequenteren Berücksichtigung von «stock-flow»-Beziehungen sowie von Vermögenseffekten.

1 Grundstruktur des Modells

Grafik 1 gibt eine Darstellung der Grundstruktur des Modells. Die Gleichungen des Modells lassen sich vier Blöcken zuordnen:

- Im *N-Block* werden die Komponenten der *aggregierten Nachfrage* (Konsum, Investitionen, Exporte, Importe) modelliert. Zusammengenommen ergibt sich daraus eine nachfrageseitigen Bestimmung des BIP. Dessen Wachstum sind aber von Seiten des A-Blocks und des M-Blocks Grenzen gesetzt.
- Der *A-Block* bildet die Angebotsseite der Wirtschaft ab. Er definiert auf Basis einer «vintage»-Produktionsfunktion den *Kapazitätsoutput* und stellt den Prozess der Lohn- und Preisbildung dar. Stösst das nachfrageseitig bestimmte BIP gegen den Kapazitätsoutput und die Beschäftigung gegen das verfügbare Arbeitsangebot, so wird ein Inflationsprozess in Gang gesetzt, der negativ auf die aggregierte Nachfrage und das BIP zurückwirkt.
- Im *M-Block* werden die *Kurz- und Langfristzinsen* sowie der *Aussenwert des Franken* bestimmt. In Phasen starken Wirtschaftswachstums und hoher Arbeitsmarktanspannung steigen die Zinsen und der Aussenwert des Franken, was sich ebenfalls dämpfend auf die BIP-Entwicklung auswirkt.
- Der *E-Block* schliesslich leitet aus der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung und den Lohneinkommen die real verfügbaren *Haushaltseinkommen* ab, die ihrerseits als zentraler Bestimmungsfaktor in die Konsumgleichung des Modells eingehen.

Die im N-Block bestimmten Variablen sind in der Grafik dunkelblau gekennzeichnet. Für die in den Blöcken A, M und E bestimmten Variablen sind die Farben rot, hellblau und hellrot verwendet. Pro Block lassen sich drei Arten von Variablen unterscheiden: (1) Endogene Variablen, die im betreffenden Block bestimmt sind, (2) erklärende Variablen, die in anderen Blöcken endogen bestimmt werden (in der Farbe dieser Blöcke dargestellt) und (3) exogene Variablen des Gesamtmodells (grau). Die *Interdependenz* zwischen den Blöcken besteht darin, dass die in einem Block bestimmten Variablen in anderen Blöcken als erklärende Variablen erscheinen, was in der Grafik mit den Pfeilen zum Ausdruck gebracht ist.



Zur Erläuterung der Modellmechanismen soll im Folgenden ein Gedankenexperiment mit einem *Aufschwung der Weltkonjunktur* durchgespielt werden. Steigt das modellexogene Welt-BIP, so stimuliert dies zunächst im N-Block über die Exporte das schweizerische BIP. Die Produktionszunahme führt im A-Block einerseits zu einer erhöhten Kapazitätsauslastung und dadurch zu vermehrten Ausrüstungsinvestitionen, andererseits über eine zunehmende effektive Arbeitsnachfrage zu einem Beschäftigungszuwachs. Teilweise vermittelt über die im E-Block bestimmten Haushaltseinkommen ergeben sich daraus positive Rückwirkungen auf die private Konsumnachfrage und die Bauinvestitionen. Erfolgt die Nachfrageerhöhung schockartig, so wirkt zunächst ein Lagerabbau der BIP-Zunahme entgegen («buffer stock»-Rolle). Danach werden die Lagerbestände aber an die erhöhte Nachfrage angepasst, was die BIP-Wirkung verstärkt («stock adjustment»-Prozess). Weiter fließt ein Teil der Zusatznachfrage in Form höherer Importe ins Ausland ab. Lehrbuchmässig führt dieser Multiplikator-Akzelerator-Prozess zu einer Verschiebung der *IS-Kurve* nach rechts, d. h. bei unveränderten Zinsen und Preisen zu einem höheren BIP.

Im Gesamtmodell wird nun aber die BIP-Zunahme über Preis- und Zinsreaktionen gedämpft. Im *A-Block* führen die erhöhte Kapazitätsauslastung und die verminderte Arbeitslosigkeit zu einem Preis- und Lohnanstieg, der im N-Block vor allem über den Aussenhandel negativ auf das BIP zurückwirkt (Dämpfung des Exportzuwachses, erhöhte Importdurchdringung). Dabei ist der Preis- und Lohnanstieg ausgeprägter, wenn in der Ausgangssituation die Anspannung auf Güter- und Arbeitsmarkt bereits hoch ist (konvexe Phillips-Kurve).

Die gleichen Faktoren, die im A-Block einen Inflationsprozess in Gang setzen, lösen im *M-Block* einen Zinsanstieg aus, was sich lehrbuchmässig als Bewegung entlang einer *LM-Kurve* nach rechts oben interpretieren lässt. Die zugrundeliegende Gleichung für den 3M-Libor kann als empirisch geschätzte *Taylor-Regel* aufgefasst werden: Einem mit Inflationsgefahren verbundenen Konjunkturaufschwung wird mit einer restriktiveren Ausrichtung der Geldpolitik begegnet. Die höheren Zinsen dämpfen einerseits die zinsreagiblen Komponenten der aggregierten Nachfrage (privater Konsum, Bauinvestitionen). Andererseits induzieren sie einen Anstieg des Aussenwertes des Frankens. Dem höheren inländischen Preisniveau stehen somit tiefere Frankenpreise der ausländischen Konkurrenz gegenüber, was im N-Block den Exportzuwachs weiter dämpft und die Importe stimuliert.

2 Genauere Beschreibung wichtiger Modellteile

2.1 Angebotsblock und Lohn-Preis-Dynamik

Der *Angebotsblock* des Modells enthält zwei Elemente, die sich von der üblichen Darstellung in strukturellen Makromodellen unterscheiden. Erstens wird die Entwicklung des Kapazitätsoutput der Wirtschaft mit einer so genannten «*vintage*»-Produktionsfunktion erklärt. Zweitens integriert das Modell *qualitative Unternehmerbefragungsdaten* zur empirischen Erfassung der Anspannungsverhältnisse auf Arbeits- und Gütermarkt.

Die Grundannahme des «*vintage*»-Ansatzes besteht darin, dass die Unternehmungen das Faktoreinsatzverhältnis auf Neuanlagen in Abhängigkeit des Faktorpreisverhältnisses optimal wählen können, dieses dann aber nach dem Investitionsentscheid fix bleibt. Der Prozess der Faktorsubstitution, die Realisierung des technischen Fortschritts und die Anpassung der Produktionskapazität werden somit spezifisch über den Ersatz alter durch neue Produktionsanlagen erklärt. Kurzfristig bestimmen die vorhandenen Produktionsanlagen eine fixe Obergrenze für die Produktion.

Bei der Modellierung des *Arbeitsmarktes* wird davon ausgegangen, dass die Lohnflexibilität nicht ausreicht, um Angebot und Nachfrage in jeder Periode zum Ausgleich zu bringen. Die Beschäftigung ist folglich durch die «*kurze Marktseite*» bestimmt. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass sich der gesamtwirtschaftliche Arbeitsmarkt aus einer Vielzahl von Teilmärkten zusammensetzt, die durch unterschiedliche Angebots/Nachfrage-Verhältnisse gekennzeichnet sind (struktureller «mismatch»). Makroökonomisch ist deshalb die Beschäftigung nicht einseitig angebots- oder nachfragelimitiert, sondern es herrscht in jeder Periode eine konjunkturabhängige Durchmischung der beiden Regimes. Der Angebotsüberschuss auf nachfragelimitierten Märkten entspricht der Arbeitslosigkeit, der Nachfrageüberschuss auf den angebotslimitierten Märkten gibt den Umfang der offenen Stellen an.³ Der «Regimemix» wird im Modell endogen erklärt und empirisch durch die vom BFS erhobenen Mangelmeldungen erfasst (vgl. BOX 1).

Der *Gütermarkt* ist in ähnlicher Weise modelliert. Die Produktion einer Einzelunternehmung kann entweder kapazitäts- oder nachfragelimitiert sein.

³ Die modellimplizierten Werte für die Arbeitslosigkeit und die offenen Stellen sind höher als die in der offiziellen Statistik ausgewiesenen Werte.

BOX 1: Arbeitsnachfrage, Arbeitsangebot und Beschäftigung*

Unter geeigneten mikroökonomischen Verteilungsannahmen lässt sich die makroökonomische Beziehung zwischen Arbeitsnachfrage LD , Arbeitsangebot LS , Beschäftigung L und Anteil der angebotslimitierten Mikromärkte (Anteil der BfS-Mangelmeldungen) wie folgt darstellen:

$$(1) \quad L(1-\pi_L)^{-v} = LD$$

$$(2) \quad L\pi_L^{-v} = LS,$$

Bei v handelt es sich um einen Parameter, der die Streuung der Angebots/Nachfrage-Verhältnisse im Querschnitt der Mikromärkte oder – mit anderen Worten – den *strukturellen* «mismatch» von Angebot und Nachfrage reflektiert.

Die Funktionsweise dieser Gleichungen wird klarer, wenn man (1) durch (2) dividiert:

$$(3) \quad \left(\frac{\pi_L}{1-\pi_L}\right)^v = \frac{LD}{LS}$$

Wenn LD im Verhältnis zu LS genügend stark ansteigt, tendiert π_L gemäss (3) gegen einen oberen Grenzwert von 1 (alle Unternehmungen melden Personalmangel). In einer solchen Grenzsituation konvergiert L gemäss (2) gegen LS , d.h. es gibt keine Arbeitslosigkeit und viele offenen Stellen ($L = LS \ll LD$). Wenn umgekehrt LD im Verhältnis zu LS genügend stark fällt, tendiert π_L zu einem unteren Grenzwert von 0 (keine Unternehmung meldet Personalmangel) und L konvergiert folglich gemäss (1) gegen LD , d.h. es gibt keine offenen Stellen und viel Arbeitslosigkeit ($L = LD \ll LS$).

Die modellimplizierte Arbeitslosenquote ist durch

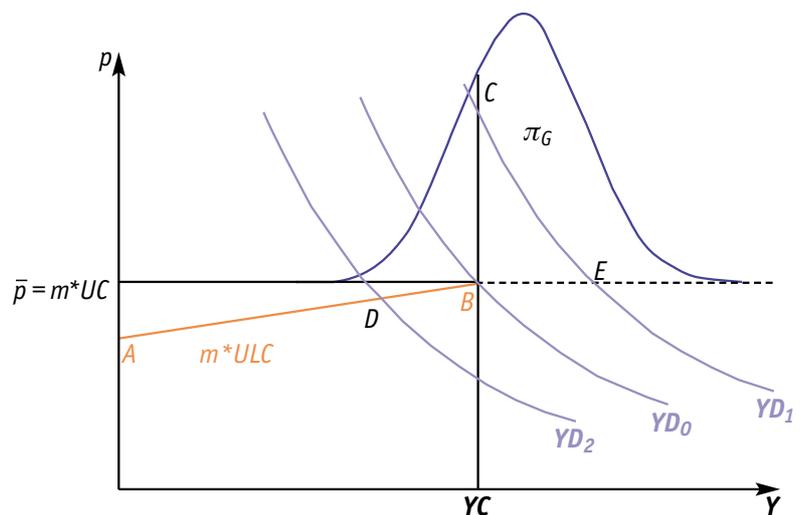
$$(4) \quad U = 1 - L/LS = 1 - \pi_L^v$$

gegeben. Bei aggregiert ausgeglichenem Arbeitsmarkt ($LD = LS$) gilt $\pi_L = 0,5$. Die entsprechende Gleichgewichtsarbeitslosigkeit $U^* = 1 - 0,5^v$ ist nicht durch einen generellen Nachfragemangel, sondern «strukturell» bedingt. U^* ist eine ansteigende Funktion des «mismatch»-Parameters v .

* Vgl. Lambert (1988), Stalder (1989, 1994a), Drèze/Bean (1990).

Nachfrage- und kapazitätslimitierte Unternehmungen
(vgl. BOX 2)

Grafik 2



BOX 2: «Mark-up»-Preissetzung und «vintage»-Produktionsfunktion*

Unter der Annahme *monopolistischer Konkurrenz* setzt die gewinnmaximierende Unternehmung den Absatzpreis als «mark-up» über die Grenzkosten MC fest, d. h. $\bar{p} = m * MC$, wobei der «mark-up»-Faktor m von der Preiselastizität der Nachfrage abhängt. Die Grenzkosten können auf Basis der unterstellten «vintage»-Technologie entweder als Gesamtstückkosten (UC) auf den Neuanlagen oder als Lohnstückkosten (ULC) auf den ältesten Anlagen definiert werden. Die beiden Grenzkostenbegriffe fallen zusammen, weil bestehende Anlagen optimalerweise dann ersetzt werden, wenn die entsprechenden Lohnstückkosten auf das Niveau der Gesamtstückkosten auf Neuanlagen gestiegen sind. Dies ist in Grafik 2 in Form der Linie AB illustriert, welche die Produktionsanlagen von den produktivsten zu den unproduktivsten ordnet. Steigen die Löhne im Verhältnis zu den Kapitalkosten, so verschiebt sich diese Linie nach oben. Das Segment, das dadurch über das Niveau von \bar{p} zu liegen kommt, stellt den wegfallenden Teil der Produktionsanlagen dar. In Punkt A kommen andererseits Neuinvestitionen hinzu, so dass sich der Endpunkt der Linie wieder in Richtung B verschiebt. Langfristig passt sich die Produktionskapazität der Nachfrage an, d. h. das Angebot ist langfristig bei \bar{p} völlig elastisch.

Kurzfristig stellen aber die jeweils vorhandenen Produktionsanlagen eine Obergrenze für die Produktion dar. Übertrifft die Nachfrage bei \bar{p} diesen Kapazitätsoutput ($YD(\bar{p}) > YC$), so ist es für die Unternehmung optimal, den Preis zu erhöhen. Möglicherweise führt dies dazu, dass $YD(p) = YC = Y$ (vgl. Punkt C). Trotzdem ist eine Unternehmung in dieser Situation als «kapazitätslimitiert» zu betrachten, denn es besteht ein Anreiz, die Kapazität über Neuinvestitionen nach Punkt E zu erweitern. Ist die Nachfrage beim Preis \bar{p} hingegen kleiner als die Produktionskapazität,

so ist die Unternehmung «nachfragelimitiert» (Punkt D). Zwar könnte die Unternehmung den Preis soweit senken, bis $YD(p) = Y = YC$ gilt. Optimal ist aber eine Preissenkung nur bis zum Punkt D, so dass ein Teil der Produktionskapazität unausgelastet bleibt. Entsprechend wird die *effektive Arbeitsnachfrage* LD gegenüber der *Kapazitätsarbeitsnachfrage* LC eingeschränkt.

Welches der beiden Regimes vorherrscht, hängt im Modell – analog zu den Gleichungen (1) bis (3) für den Arbeitsmarkt (vgl. BOX 1) – vom Verhältnis der gesamtwirtschaftlichen Variablen $YD(\bar{p})$ und YC ab. Bei der in Grafik 2 in Form einer Dichtefunktion eingezeichneten Nachfrageverteilung wären rund 70% der Unternehmungen kapazitätslimitiert (π_G) und 30% nachfragelimitiert ($1 - \pi_G$). Verschiebt sich die Nachfrageverteilung weiter nach rechts (Konjunkturaufschwung), so steigt π_G , was kurzfristig zu einer erhöhten Kapazitätsauslastung und einem Preisanstieg und langfristig über eine erhöhte Investitionstätigkeit zu einer Kapazitätsausweitung führt.

Auf Basis dieses Ansatzes ergibt sich eine konsistente Modellierung des Kapazitätsoutput, des Investitions- und Abschreibungsverhaltens sowie der Preissetzung. Die Gleichung für *den Kapazitätsoutput* lautet:

$$YC = YC_{-1} (1 - DEP) + B * I$$

Die Vorperiodenkapazität YC_{-1} wird einerseits um die Abschreibungen vermindert und andererseits um die Neuinvestitionen I erweitert. Die Abschreibungsrate DEP sowie die Kapitalproduktivität B hängen von der Entwicklung der Faktorpreisrelation ab. Die Investitionsgleichung ergibt sich, indem man YC durch $YD(\bar{p})$ ersetzt und die vorstehende Gleichung unter Berücksichtigung von Anpassungskosten nach I auflöst.

* Ähnliche Ansätze sind in Sneessens (1987), Drèze/Bean (1990) und Stalder (1994b) zu finden.

Im Unterschied zum Arbeitsmarkt liegt der Grund für solche Ungleichgewichte aber nicht notwendigerweise in trägen Preisanpassungen. Das Auftreten der beiden Regimes ist vielmehr dadurch begründet, dass die unterstellte «vintage»-Produktionsfunktion kurzfristig eine *fixe Kapazitätsgrenze* definiert und die Unternehmungen unter der Annahme monopolistischer Konkurrenz «*mark-up*»-Preissetzung praktizieren. Eine Unternehmung, die mit einer «hohen» Nachfrage konfrontiert ist, stösst unter diesen Voraussetzungen an ihre Kapazitätsgrenze. Umgekehrt wird eine Unternehmung, die einer «tiefen» Nachfrage gegenübersteht, den Preis optimalerweise so festlegen, dass die vorhandene Kapazität teilweise unausgelastet bleibt. Die konjunkturell wechselnde Bedeutung der beiden Regimes wird im Modell endogen erklärt und mit den Anteilen der Unternehmungen gemessen, die ihre Kapazität im KOF/ETH-Konjunkturtest als «zu klein» bzw. als «zu gross» beurteilen (vgl. BOX 2 und Grafik 2).

Der *Inflationsprozess* leitet sich im Modell zentral aus einer Lohngleichung und einer «*mark-up*»-Gleichung für den BIP-Deflator ab (Mass für die Preisentwicklung auf der inländischen Wertschöpfung). Die Lohngleichung bestimmt den Nominallohn in Abhängigkeit des BIP-Deflators, der Konsumentenpreise und der Arbeitslosigkeit. Die Preisgleichung macht den BIP-Deflator von den Löhnen und der Kapazitätsauslastung abhängig. Bei tiefer Arbeitslosigkeit und hoher Kapazitätsauslastung ergibt sich daraus ein *Verteilungskonflikt*. Tiefe Arbeitslosigkeit treibt die Löhne im Verhältnis zu den Preisen nach oben. Gleichzeitig tendieren bei hoher Kapazitätsauslastung aber auch die Preise in Relation zu den Löhnen nach oben. Aus einer solchen Konstellation resultiert ein Prozess, den man als «Lohn-Preis-Spirale» oder «Preis-Lohn-Spirale» bezeichnen kann. Kurzfristig wird der Verteilungskonflikt über Anpassungsverzögerungen und Erwartungsfehler gelöst (die Preise steigen zum Beispiel stärker, als dies zum Zeitpunkt der Lohnfestlegung erwartet wurde). Langfristig dämpft die Inflationszunahme die Wirtschaftsaktivität und führt so zu einer Normalisierung der Anspannungsverhältnisse auf Arbeits- und Gütermarkt.⁴

Neben dem BIP-Deflator und dem Nominallohn werden im Modell die folgenden Preisvariablen bestimmt: Konsumdeflator, Index der Konsumentenpreise, Wohnungsmieten, Baudeflator, Deflator der Ausrüstungsinvestitionen, Export- und Importdeflator, Energiepreise. Des Weiteren gehen verschiedene internationale Preise als exogene Variablen in das Modell ein; sie werden über den endogenen Wechsel-

kurs des Frankens in Frankenpreise umgerechnet. Diese Differenzierungen sind vor allem unter zwei Aspekten von Bedeutung. Erstens vermitteln sie eine genauere Einsicht in den *internationalen Preiszusammenhang*. So übertragen sich zum Beispiel steigende Importpreise teilweise auf die Konsumentenpreise. Je nach dem Gewicht der Konsumentenpreise in der Lohngleichung setzt dies kostenseitig einen mehr oder weniger ausgeprägten inländischen Inflationsprozess in Gang und führt zu einem mehr oder weniger ausgeprägten Anstieg der Arbeitslosigkeit. Zweitens verzögert die positive Abhängigkeit der *Wohnungsmieten* von den Zinsen (unter dem bislang geltenden Mietrecht) die inflationsdämpfende Wirkung einer restriktiven Geldpolitik, während sie gleichzeitig die kurzfristigen negativen Auswirkungen auf Produktion und Beschäftigung verstärkt.

Die *geldpolitische Bedeutung* dieser relativ detaillierten Modellierung der Angebotsseite liegt darin, dass die Geldpolitik immer in Relation zum Wachstumspotenzial der Wirtschaft, dem momentanen Auslastungsgrad und allfälligen kostenseitigen Kräften des Preisauftriebs zu beurteilen ist. Der technische Fortschritt auf Neuanlagen geht zwar exogen in das Modell ein, doch hängt das Ausmass, in dem er sich auf den gesamten Produktionsapparat niederschlägt, vom modellendogenen Investitions- und Abschreibungsverhalten ab. Somit zieht zum Beispiel eine hohe Investitionstätigkeit ein relativ rasches Wachstum des Kapazitätsoutput und der Arbeitsproduktivität nach sich und erlaubt – unter sonst gleichen Bedingungen – eine expansivere Ausrichtung der Geldpolitik.

Noch verstärkt ist dies der Fall, wenn man annimmt, der *technische Fortschritt* auf Neuanlagen habe sich in letzter Zeit aufgrund eines «New Economy»-Effekts erhöht. In diesem Fall beschleunigt sich der Prozess des Ersatzes bestehender durch neue Produktionsanlagen, weil die bestehenden Anlagen rascher an Konkurrenzfähigkeit einbüßen. Bei unveränderter Geldpolitik würde somit die Gefahr bestehen, dass sich das höhere Produktivitätswachstum kurzfristig weniger in einem entsprechend verstärkten Outputwachstum als vielmehr in einer Freisetzung nicht mehr benötigter Arbeitskräfte äussert. Ob die Annahme eines verstärkten Produktivitätswachstums für die Schweiz realistisch ist, lässt sich aufgrund der zurzeit verfügbaren Evidenz nur schwer abschätzen.⁵ Das vorliegende Modell bietet aber zumindest die Möglichkeit, die geldpolitischen Implikationen *unterschiedlicher Annahmen* zum technischen Fortschritt in einer relativ detaillierten Weise herauszuarbeiten.

4 Diese Darstellung der Lohn/Preis-Dynamik lehnt sich an Layard, Nickel und Jackman (1991) an.

5 Selbst für die USA ist die Frage kontrovers; vgl. z. B. Gordon (2000).

2.2 Monetärer Modellblock

Im monetären Modellblock werden die Kurz- und Langfristzinsen sowie der Aussenwert des Franken bestimmt. Für die Erklärung der *Kurzfristzinsen* (3M-Libor) wird eine empirisch geschätzte Version der Taylor-Regel verwendet, in die neben den EU-Kurzfristzinsen das schweizerische BIP-Wachstum und die Arbeitslosenquote als Vorlaufindikatoren der Teuerung eingehen; damit wird ein gewisses vorausschauendes Verhalten der Geldpolitik zum Ausdruck gebracht.⁶ Der *Langfristzins* (Rendite der Bundesobligationen) hängt in Form einer Fehlerkorrekturgleichung von den ausländischen Langfristzinsen und den schweizerischen Kurzfristzinsen ab.

Der Wechselkursteil des monetären Modellblocks ist auf die Bestimmung des *Euro/Franken-Kurses* ausgerichtet (vor 1999: DM/Franken-Kurs). Als zentraler Erklärungsfaktor dient der Zinsspread in der Schweiz (Differenz zwischen Kurz- und Langfristzinsen) im Vergleich zum Euro-Raum als Indikator für den relativen Restriktionsgrad der schweizerischen Geldpolitik. Das Kursverhältnis Dollar/Franken sowie der gesamte *Aussenwert des Franken* ergeben sich dann definitorisch aus dem endogenen Euro/Franken-Kurs und den für die Schweiz exogenen Kursverhältnissen des Euro gegenüber den anderen Währungen. Bleibt der Franken gegenüber dem Euro in einer bestimmten Phase stabil, so wird er gegenüber den anderen Währungen vom Euro mitgezogen. Neben den Zinsdifferenzen geht weiter vom Saldo der Handels- und Dienstleistungsbilanz ein Einfluss auf den Frankenkurs aus. Langfristig impliziert die Gleichung eine Tendenz zur Kaufkraftparität.

Diese *pragmatische* Spezifikation des monetären Modellblocks eignet sich gut zur Beschreibung der historischen Entwicklung von Zinsen und Wechselkursen und liefert auch in rollenden «out-of-sample»-Prognosen recht befriedigende Ergebnisse. Für bestimmte wirtschaftspolitische Alternativsimulationen mag es indessen vorteilhaft sein, auf stärker *theoretisch motivierte Spezifikationen* zurückzugreifen. In einer Version des Modells mit *modellkonsistenten Erwartungen* sind die Langfristzinsen den durchschnittlich über den Anlagehorizont erwarteten Kurzfristzinsen einschliesslich einer Liquiditätsprämie gleichgesetzt (Erwartungshypothese der Fristenstruktur) und die erwartete Wechselkursänderung entspricht der Zinsdifferenz zum Ausland abzüglich eines schweizerischen Zinsbonus (ungedechte Zinsparität).

6 Die Taylor-Regel ist historisch mit dem Übergang verschiedener Notenbanken zu einem Konzept des «inflation targeting» assoziiert. Da die SNB bis 1999 ein Geldmengenziel verfolgt hat, mag die ökonomische Schätzung einer Taylor-Regel für die Schweiz auf den ersten Blick problematisch erscheinen. Die

Implikationen eines Geldmengenziels für die Bewegung der Kurzfristzinsen unterscheiden sich allerdings kaum von denjenigen einer Taylor-Regel, zumindest für Länder wie die Schweiz und Deutschland, wo die Geldpolitik letztlich ebenfalls (und faktisch relativ erfolgreich) auf die Erhaltung der Preisstabilität aus-

Geldmengenaggregate treten im Modell nicht explizit in Erscheinung. Dabei handelt es sich allerdings nicht um eine Besonderheit dieses Modells, sondern um ein ziemlich allgemeines Charakteristikum neuerer struktureller Makromodelle.⁷ Natürlich könnte man Modelle dieses Typs durch eine *Geldnachfragegleichung* erweitern, welche die Geldmenge vom Kurzfristzins und vom nominellen BIP abhängig macht. Weil der Einfluss der Geldpolitik auf die Volkswirtschaft allein über die Kurzfristzinsen läuft und diese anhand einer Taylor-Regel bestimmt werden, wäre diese Gleichung aber bloss rekursiv an das Modell angehängt und für die Modelleigenschaften ohne jegliche Bedeutung. Sie würde einfach angeben, welche Geldmenge die Notenbank der Wirtschaft zur Verfügung stellen muss, um die Kurzfristzinsen in der gewünschten Weise zu steuern. Anders verhielte es sich, wenn die Geldpolitik ein striktes Geldmengenziel verfolgte. In diesem Fall wäre die Geldmenge angebotsseitig vorgegeben und die Geldnachfragegleichung würde – anstelle der Taylor-Regel – den Kurzfristzins so bestimmen, dass der Geldmarkt ins Gleichgewicht kommt.

Die Frage, ob der Geldversorgung der Wirtschaft über die Zinswirkung hinaus eine unabhängige Bedeutung zukommt, wird in der Literatur kontrovers beurteilt. So motiviert zum Beispiel McCallum (2001) den direkten Einfluss der Geldmenge auf die aggregierte Nachfrage in einem kleinen Strukturmodell theoretisch damit, dass eine reichliche Liquiditätsversorgung die Transaktionskosten senke. Auf Basis von Simulationen mit einer kalibrierten Modellversion kommt er dann allerdings zum Schluss, dass dieser Effekt unter realistischen Parameterannahmen vernachlässigbar ist. Demgegenüber finden zum Beispiel Meltzer (1999) und Nelson (2000) positive Effekte des Wachstums der monetären Basis auf die Entwicklung des privaten Konsum bzw. des BIP in den USA und England.

Auch wenn die Geldmenge in Modellen mit Taylor-Regel typischerweise nicht auftritt, ist Inflation langfristig trotzdem als monetäres Phänomen zu betrachten, weil ein längeres Tiefhalten der nominalen Kurzfristzinsen bei steigender Inflation nur über eine entsprechend starke Geldmengenexpansion zu erreichen ist.

gerichtet war. Wie Rich (1998) zeigt, lässt sich die Entwicklung der Kurzfristzinsen in verschiedenen Ländern mit stabilitätsorientierten Notenbanken (Schweiz, Deutschland, England, Kanada, USA, Japan) trotz unterschiedlichen geldpolitischen Konzepten mit der Taylor-Regel gut beschreiben.

7 So schreibt z. B. McCallum (2001): «It has recently become common practice – indeed, virtually standard practice – for monetary policy analysis to be conducted in models that include no reference to any monetary aggregate.»

3 Modellschätzung und Prognoseeigenschaften

Die Schätzung des Modells erfolgt mit Quartalsdaten für den Zeitraum 1981–2000. Im Angebotsblock des Modells sowie im monetären Modellblock sind verschiedene Gleichungen enthalten, die auf einheitlichen theoretischen Spezifikationen basieren und deshalb gemeinsame Parameter involvieren.⁸ Um diesen Parameterrestriktionen sowie der Möglichkeit des Auftretens kreuzkorrelierter Fehlerterme Rechnung zu tragen, werden die Gleichungen des Angebotsblocks und des monetären Modellblock simultan mit dem «maximum likelihood»-Verfahren geschätzt. Die restlichen Gleichungen des Modells, die fast durchwegs in Fehlerkorrekturform spezifiziert sind,

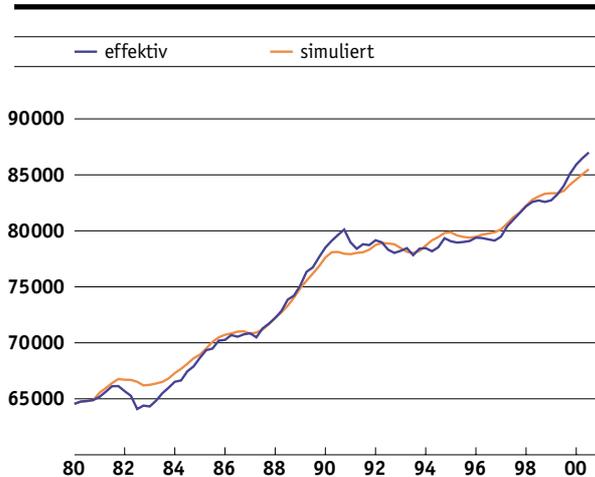
werden einzeln als «nonlinear least squares»-Problem behandelt. In einigen Gleichungen erweisen sich die geschätzten Parameter im Zeitverlauf als nicht stabil. Diese Gleichungen bzw. die von der Instabilität betroffenen Parameter werden für die Prognose auf einen verkürzten Schätzzeitraum adjustiert.

Im Folgenden soll anhand von Simulationsexperimenten ein grober Eindruck über den *historischen Erklärungsgehalt des Modells* und seine *prognostische Leistungsfähigkeit* vermittelt werden. In einem ersten Schritt wird anhand einer *dynamischen Simulation* überprüft, wie gut das Modell die Entwicklung der Schweizer Wirtschaft in den achtziger und neunziger Jahren nachzuzeichnen vermag. Dies entspricht einer Prognose über rund zwanzig Jahre, allerdings unter Informationsvoraussetzungen, wie sie in einer kon-

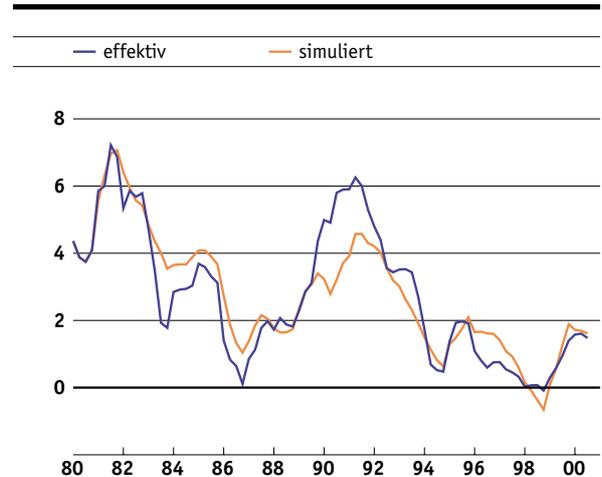
Dynamischer Fit des Gesamtmodells für ausgewählte Variablen

Grafik 3

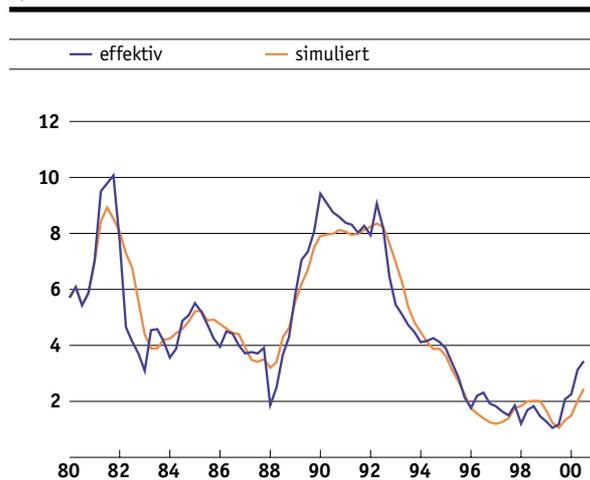
a) BIP-Niveau



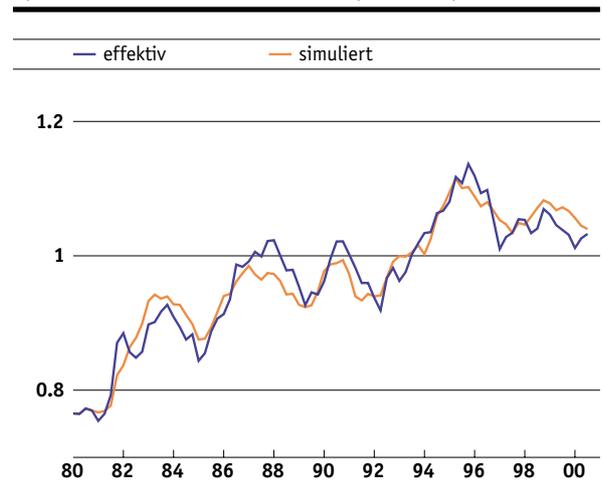
b) Konsumteuerung



c) 3M-Libor



d) Aussenwert Franken nominell (1990 = 1)



⁸ So beeinflusst z. B. das Faktorpreisverhältnis aufgrund produktionstheoretischer Überlegungen sowohl das Investitions- und Abschreibungsverhalten als auch die Entwicklung des Kapazitätsoutput und der Arbeitsnachfrage.

kreten Prognosesituation nicht gegeben sind. Zum einen basiert die Simulation auf Modellparametern, die mit Daten von 1981 bis 2000 geschätzt sind. Zum anderen ist Kenntnis des Verlaufs der exogenen weltwirtschaftlichen Variablen über den ganzen Simulationshorizont vorausgesetzt. Der Zweck dieser Simulation besteht primär darin, die *dynamische Stabilität des Modells* zu überprüfen. Falls sich die endogenen Variablen zunehmend von den effektiven Werten entfernen würden, wäre das Modell als instabil zu betrachten.

Grafik 3 zeigt die effektiven und simulierten Verläufe von vier zentralen Modellvariablen. Insgesamt ist der dynamische Fit des Modells als befriedigend zu bezeichnen. Grössere Abweichungen von den effektiven Werten treten jedoch in verschiedenen Subperioden auf. So wird zum Beispiel der BIP-Rückgang von 1982 vom Modell unterschätzt, was sich auch in einer Unterzeichnung der darauf folgenden Abschwächung der Konsumsteuerung niederschlägt. Umgekehrt unterschätzt das Modell das starke BIP-Wachstum gegen Ende der achtziger Jahre und den anschliessenden Teuerungsschub. Auch der jüngste Konjunkturaufschwung wird vom Modell nicht vollständig erklärt. Längerfristig tendieren die simulierten Variablen als Ausdruck der dynamischen Stabilität jedoch immer wieder auf die effektiven Werte hin.

Im vorstehend beschriebenen Experiment basierten die Parameterschätzungen auf Datenreihen, welche die Prognoseperiode einschliessen («within-sample»-Simulation) und damit auf Informationen, die bei der Erstellung einer Prognose nicht verfügbar sind. Um die Leistungsfähigkeit des Modells in realen Prognosesituationen beurteilen zu können, werden in einem zweiten Schritt *rollende «out-of-sample»-Simulationen* durchgeführt. Konkret besteht dieses Verfahren darin, die Modellparameter zunächst nur mit Daten bis zum vierten Quartal 1990 zu schätzen und auf dieser Basis die folgenden zwölf Quartale zu prognostizieren. Dann wird das Ende des Schätzzeitraums bzw. der Beginn des Prognosezeitraums schrittweise um ein Quartal hinausgeschoben. Die letzte Prognose basiert auf Daten bis zum vierten Quartal 1999 und startet im ersten Quartal 2000. Insgesamt erhält man so 37 Prognosen über jeweils zwölf Quartale.⁹

9 Völlig realistisch ist allerdings auch diese Versuchsanlage nicht, weil noch immer Kenntnis des effektiven Verlaufs der exogenen Variablen des Modells im Prognosezeitraum vorausgesetzt wird.

Tabelle 1A zeigt die aus diesem Experiment resultierenden mittleren Prognosefehler für einige wichtige Modellvariablen. Für die drei Inflationsmasse (Konsumdeflator, Konsumentenpreisindex, BIP-Deflator) betragen diese bei einem Prognosehorizont von einem Jahr rund einen halben Prozentpunkt und bei einem Prognosehorizont von zwei bzw. drei Jahren rund einen Prozentpunkt. Die Inflationsprognosen unterliegen somit einer beträchtlichen Unsicherheit. Im Vergleich zu anderen Modellen schneidet das vorliegende Modell aber nicht schlecht ab.¹⁰ Am unzuverlässigsten sind die Prognosen – vor allem kurzfristig – für die Veränderungen des Aussenwerts des Frankens, was sich wegen der starken Aussenhandelsverflechtung der Schweiz teilweise auch auf die anderen Variablen überträgt.

10 Derartige Modellvergleiche sind allerdings problematisch, wenn sich die Modelle hinsichtlich der in Form der exogenen Variablen einbezogenen Information unterscheiden. Ein Vergleich eines Strukturmodells mit VAR-Ansätzen, die ohne

exogenen Variablen auskommen, ist folglich zugunsten des Strukturmodells verzerrt.

A) «out-of-sample»	Prognosehorizont			
	1 Jahr	2 Jahre	3 Jahre	
Bruttoinlandprodukt	0,41	1,35	1,06	a
Beschäftigung	0,77	0,92	0,53	a
Konsumdeflator	0,34	0,79	1,00	a
Konsumentenpreise	0,48	1,05	1,11	a
BIP-Deflator	0,56	0,88	0,93	a
Nominallohn	0,51	0,63	0,78	a
Kurzfristzins	0,75	1,22	1,11	b
Langfristzins	0,38	0,50	0,48	b
Aussenwert Franken	3,16	2,53	2,14	a

B) «within-sample»	Prognosehorizont			
	1 Jahr	2 Jahre	3 Jahre	
Bruttoinlandprodukt	0,43	0,73	0,74	a
Beschäftigung	0,72	1,23	1,42	a
Konsumdeflator	0,33	0,41	0,46	a
Konsumentenpreise	0,34	0,51	0,53	a
BIP-Deflator	0,46	0,48	0,55	a
Nominallohn	0,31	0,31	0,35	a
Kurzfristzins	0,42	0,52	0,57	b
Langfristzins	0,25	0,26	0,23	b
Aussenwert Franken	1,47	1,87	1,98	a

a Veränderungsrate
b Niveaus

Die «out-of-sample»-Prognosefehler sind im Allgemeinen deutlich grösser als die zum Vergleich in Tabelle 1B ausgewiesenen «within-sample»-Prognosefehler, vor allem für die längeren Prognosehorizonte. Grundsätzlich ist dieses Resultat zu erwarten, weil die den «within-sample»-Prognosen zugrundeliegenden Parameterschätzungen die gesamte verfügbare Dateninformation ausnützen. Dabei ist zwischen zwei Situationen zu unterscheiden:

- Falls der datengenerierende Prozess durch *zeitstabile Parameter* charakterisiert ist, gründet sich die Überlegenheit der «within-sample»-Prognosen darauf, dass die Parameterschätzungen mit zunehmendem Stichprobenumfang gegen die wahren Werte konvergieren (Konsistenzeigenschaft der Schätzung), während sie in den zum Teil stark verkürzten Stichproben der «out-of-sample»-Prognosen von Periode zu Periode starken Zufallsschwankungen unterworfen sind.

- Falls die Parameter des datengenerierenden Prozesses über die Zeit *nicht stabil* sind, fangen die Parameterschätzungen der «within-sample»-Prognosen diese Änderungen im Unterschied zu den «out-of-sample»-Prognosen zumindest teilweise auf. Da die Parameter für die «within-sample»-Prognosen auf Basis der gesamten verfügbaren Stichprobe (1981–2000) geschätzt sind, kann Parameterinstabilität aber auch dazu führen, dass die «within-sample»-Prognosen schlechter ausfallen, weil sie Parameteränderungen unterstellen, die für die jeweilige Prognoseperiode noch gar nicht relevant sind. Dieses Phänomen ist im Vergleich der Tabellen 1A und 1B für die Beschäftigungsprognose zu beobachten.

Detailliertere Einsicht in die prognostischen Eigenschaften des Modells hinsichtlich der für die Geldpolitik zentralen *Konsumteuerung* gibt *Grafik 4*. Wie schon aus *Tabelle 1* ersichtlich, sind die «out-of-sample»-Prognosefehler für diese Variable deutlich grösser als die «within-sample»-Prognosefehler. *Grafik 4* zeigt nun, dass der Unterschied vor allem aus der Phase 1996–97 stammt, in der die Teuerungsraten in den «out-of-sample»-Prognosen drastisch überschätzt werden. Dies hängt damit zusammen, dass sich der Franken im Vorfeld dieser Phase gemäss Modell viel weniger hätte aufwerten sollen, als dies effektiv der Fall war. Folglich überschätzt das Modell das BIP- und Beschäftigungswachstum, was die Teue-

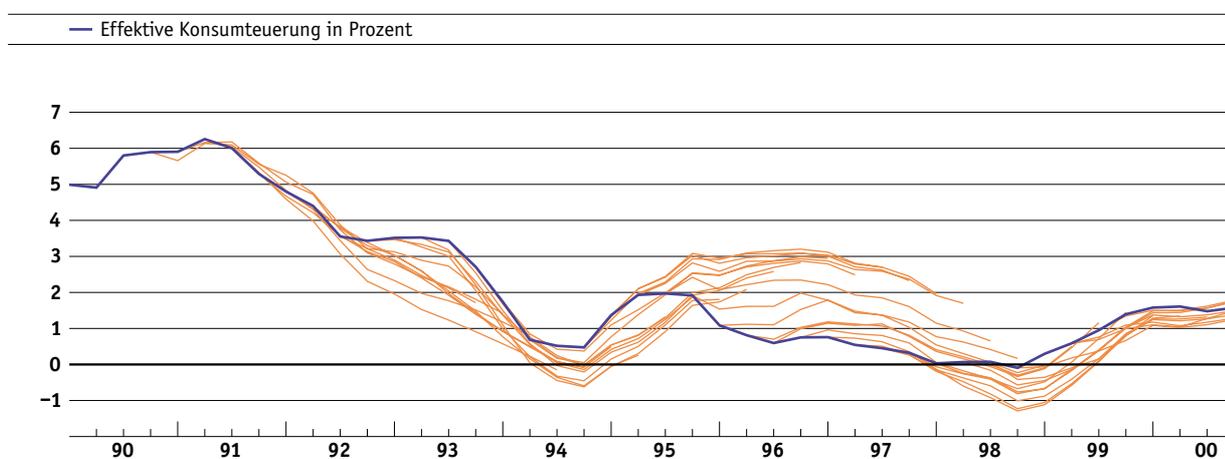
rung über den direkten Wechselkurseffekt hinaus zusätzlich antreibt. In den «within-sample»-Prognosen wird die Aufwertung des Frankens in der betreffenden Periode wesentlich besser nachgezeichnet. Entsprechend sind auch die Fehler bei der Inflationsprognose bedeutend kleiner.

In einigen wenigen Gleichungen des Modells weichen die geschätzten Parameter statistisch signifikant von theoretisch begründeten Restriktionen ab. Zum Teil mag dies auf mangelhafte Datenqualität oder inadäquate Messkonzepte zurückzuführen sein. Es ist aber auch nicht auszuschliessen, dass das tatsächliche Verhalten der Wirtschaftssubjekte nicht immer dem theoretischen Rationalitätspostulat ge-

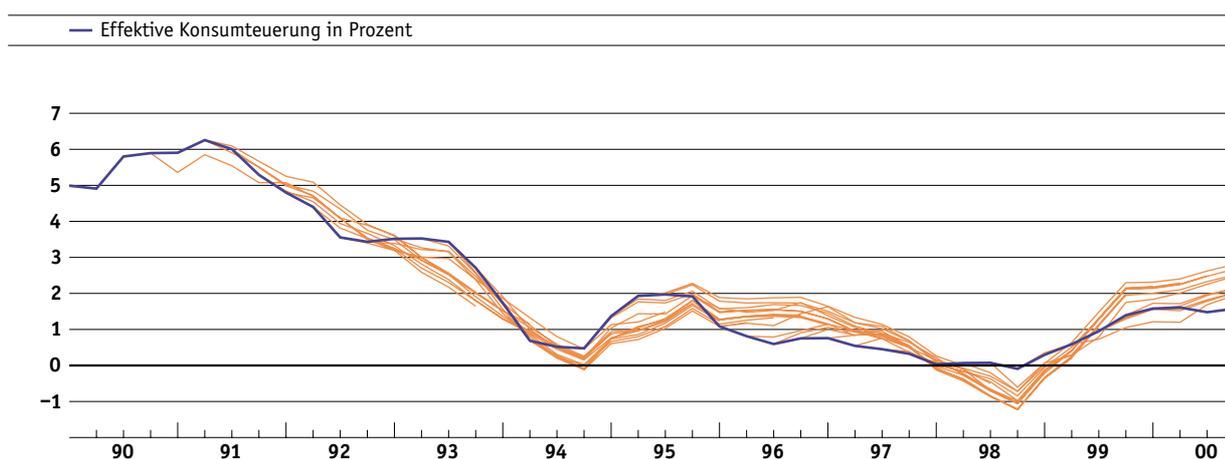
Rollende Prognosen der Konsumteuerung

Grafik 4

a) «out-of-sample»-Prognosen



b) «within-sample»-Prognosen



horcht. In solchen Situationen stellt sich die Frage, ob man der Theorie oder der Empirie den Vorrang geben soll. Bei der Beantwortung dieser Frage ist zu beachten, dass das Modell primär für die kurz- bis mittelfristige Inflationsprognose und die Simulation graduell veränderter Annahmen zur schweizerischen Geldpolitik verwendet wird. Im Hinblick auf diesen Verwendungszweck würde es wenig Sinn machen, theoretische Restriktionen in das Modell einzubauen, die seine Prognosequalität beeinträchtigen. Die Devise lautet also, theoretische Restriktionen zwar soweit als möglich zu berücksichtigen, sich bei ausgeprägtem Widerspruch zu den Daten aber für die Empirie zu entscheiden.¹¹

In diesem Zusammenhang ist auch zu erwähnen, dass die geschätzten Parameter der Lohn- und Preisgleichungen eine *Phillips-Kurve* implizieren, die *langfristig nicht völlig vertikal* ist. Mit anderen Worten suggerieren die Schätzergebnisse, dass sich unter Inkaufnahme einer permanent erhöhten Teuerung eine dauerhafte Absenkung der Arbeitslosenquote erreichen liesse (*Grafik 5a*). Damit würde das theoretische Postulat der langfristigen Neutralität des Geldes in Bezug auf die Realwirtschaft verletzt. Dieses Ergebnis ist im Sinne der *Lucas-Kritik* so zu interpretieren, dass die historischen Daten keine geeignete Basis für die Beurteilung der realwirtschaftlichen Auswirkungen einer permanent erhöhten Inflationsrate darstellen, weil in der schweizerischen Realität Hochinflationsphasen immer von relativ kurzer Dauer waren.

Diese Argumentation kann einerseits erklären, dass die empirisch geschätzte Phillips-Kurve auch langfristig leicht geneigt ist.¹² Andererseits stellt sie eine Warnung davor dar, diesen «trade-off» mit einer expansiven Geldpolitik ausnützen zu wollen, weil in diesem Fall Erwartungsänderungen die Phillips-Kurve in eine vertikale Position drehen würden. Wie diese Erwartungsänderungen konkret zu modellieren sind, kann wegen der fehlenden empirischen Basis nicht gesagt werden. *Grafik 5b* zeigt für eine der denkbaren Möglichkeiten den Zusammenhang zwischen Inflation und Arbeitslosigkeit. Der Rückgang der Arbeitslosenquote erreicht sechs Quartale nach dem Übergang zu einer expansiveren Geldpolitik ein Maximum von gut 0,3 Prozentpunkten. Langfristig kehrt die Arbeitslosenquote wieder zum Ausgangswert zurück, während sich die Inflationsraten auf einem um einen Prozentpunkt erhöhten Niveau stabilisieren. Die diesem Reaktionsmuster zugrundeliegenden Erwartungsänderungen treten aber bei nur graduellen Anpassungen der Geldpolitik nicht auf. Sie werden deshalb für den normalen Modelleinsatz nicht unterstellt.

11 Häufig lassen sich die Prognoseeigenschaften eines Modells durch den Einbau theoretischer Restriktionen verbessern. Typischerweise ist dies dann der Fall, wenn das Modell in Relation zur verfügbaren Dateninformation überparametrisiert ist. In diesem Fall besteht aber – im Unterschied

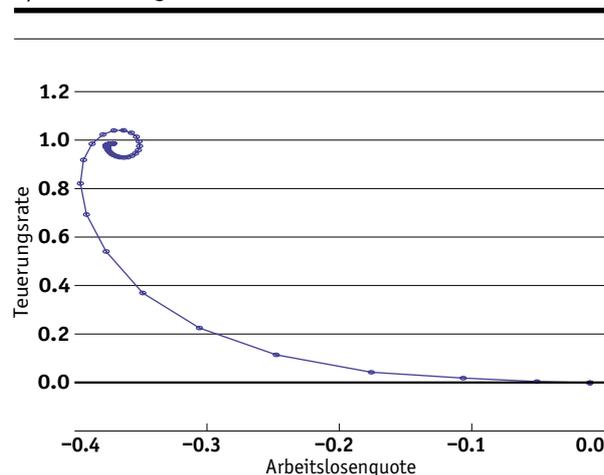
zur hier diskutierten Situation – kein Widerspruch zwischen den theoretischen Restriktionen und den Daten.

12 Dies gilt z. B. auch für das Strukturmodell der EZB; vgl. Fagan, Henry und Mestre (2001), Seite 17.

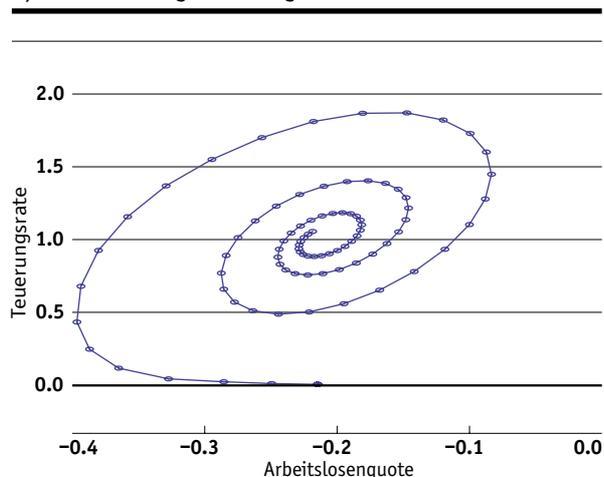
Phillips-Kurve

Grafik 5

a) Historisch geschätzt



b) Mit Erwartungsänderungen



4 Modellsimulationen

4.1 Simulationen mit dem Angebotsblock

Der langfristige Wachstumspfad der Wirtschaft ist durch den Angebotsblock des Modells bestimmt. Der Angebotsblock stellt zwar kein in sich geschlossenes Modell dar, er lässt sich aber auf einfache Weise schliessen, indem man die definitorische Beziehung $GDPN = GDP * PGDP$ (nominelles BIP = reales BIP \times BIP-Deflator) hinzufügt und $GDPN$ als exogene Variable behandelt bzw. sich vorstellt, $GDPN$ sei über eine stabile Umlaufgeschwindigkeit an die Geldmenge gekoppelt. Die als $GDP = GDPN / PGDP$ umformulierte Definitionsgleichung kann dann als vereinfachte *gesamtwirtschaftliche Nachfragefunktion* mit einer Preiselastizität von minus Eins interpretiert werden. Zusammen mit dem Angebotsblock erhält man so ein sehr übersichtliches Submodell, das nur zwei exogene Variablen enthält, nämlich das nominelle BIP, welches die Position der gesamtwirtschaftlichen Nachfragekurve bestimmt, und das Erwerbspersonenpotenzial, welches zusammen mit der geschätzten technischen Fortschrittsrate auf Neuinvestitionen

das Wachstumspotenzial definiert. Die Aufgabe des Angebotsblocks besteht aus dieser Perspektive darin, Veränderungen des nominellen BIP in eine Real- und eine Preiskomponente aufzuteilen.

Gleichgewichtiger Wachstumspfad

In den Jahren 1980–1999 wuchs das nominelle BIP durchschnittlich um 4,3% und das Erwerbspersonenpotenzial um 0,7%. Lässt man diese beiden exogenen Variablen über längere Zeit ihren historischen Trends folgen, so konvergiert das Modell zu einem konstanten Realwachstum, während verschiedene Verhältniszahlen im Niveau konstant bleiben (vgl. BOX 3). Die Arbeitsmarktvariablen (Arbeitsangebot, Arbeitsnachfrage, Beschäftigung) wachsen alle mit Jahresraten von 0,7%, also entsprechend dem Erwerbspersonenpotenzial. Die modellimplizierte Gleichgewichts-Arbeitslosigkeit pendelt sich bei 3% ein.¹³ Das reale BIP, die Ausrüstungsinvestitionen und der Kapazitätsoutput expandieren alle mit Raten von 1,9%, was der Summe der Wachstumsraten des Erwerbspersonenpotenzials (0,7%) und der Arbeitsproduktivität (1,2%) entspricht. Der Überschuss des nominellen BIP-Wachstums (4,3%) über das Kapazitätswachstum (1,9%) schlägt sich in einer Inflationsrate (am BIP-Deflator gemessen) von 2,4% nieder.

BOX 3: Gleichgewichtiger Wachstumspfad

Auf dem gleichgewichtigen Wachstumspfad expandiert die Wirtschaft mit konstanten Wachstumsraten (WR), während verschiedene Verhältnisfaktoren *konstant* bleiben.

Exogen: Durchschnittliche jährliche Wachstumsraten 1980 bis 1999

Nominelles BIP	GDPN	WR = 4,3%
Erwerbspersonenpotenzial	LFPOT	WR = 0,7%

Endogen:

Arbeitsangebot	LS } LD } L }	WR = 0,7%
Arbeitsnachfrage		
Beschäftigung		
Arbeitslosenquote	(LS-L)/L	konstant = 3,0%
Produktion	GDP } IME } YC }	WR = 1,9%
Ausrüstungsinvestitionen		
Kapazitätsoutput		
Kapazitätsauslastung	GDP/YC	konstant = 95,2%
Investitionsquote	IME/YC ₋₁	konstant = 10,9%
Abschreibungsrate	DEP	konstant = 10,4%
Kapitalproduktivität	B	konstant = 0,28%
Arbeitsproduktivität	GDP/L	WR = 1,2%
BIP-Deflator	PGDP	WR = 2,4%

¹³ Die modellimplizierte Arbeitslosenquote ist als Mass für die tatsächliche Unterauslastung des Arbeitsangebots zu interpretieren. Sie lag in den letzten Jahren stets um etwa die Hälfte höher als die offizielle Arbeitslosenquote und entspricht konzeptionell eher der Quote der Stellensuchenden.

Die Kapazitätsauslastung tendiert zu einem Wert von 95,2%, d.h. der Output Gap beträgt im langfristigen Gleichgewicht rund -5%. Dabei ist zu beachten, dass der Kapazitätsoutput im vorliegenden Modell eine Obergrenze für die Produktion darstellt – und nicht etwa als Produktion bei Normalauslastung zu interpretieren ist. Folglich bewegt sich der Output Gap im Konjunkturzyklus stets im Negativbereich, und ein Wert nahe bei Null zeigt bereits eine hohe Anspannung des Gütermarktes an. Die Investitionsquote stabilisiert sich bei 10,9% und die gleichgewichtige Abschreibungsrate beträgt 10,4%. Die Kapitalproduktivität (Kapazitätseffekt der Neuinvestitionen) bleibt bei einem Wert von 0,28 konstant, weil der negative Effekt der Kapitalintensivierung

(steigendes Lohn/Kapitalkosten-Verhältnis) gerade vom positiven Effekt des technischen Fortschritts aufgewogen wird. Die Investitionsquote, die Kapitalproduktivität und die Abschreibungsrate bestimmen zusammen die Wachstumsrate des Kapazitätsoutput von 1,9%.¹⁴

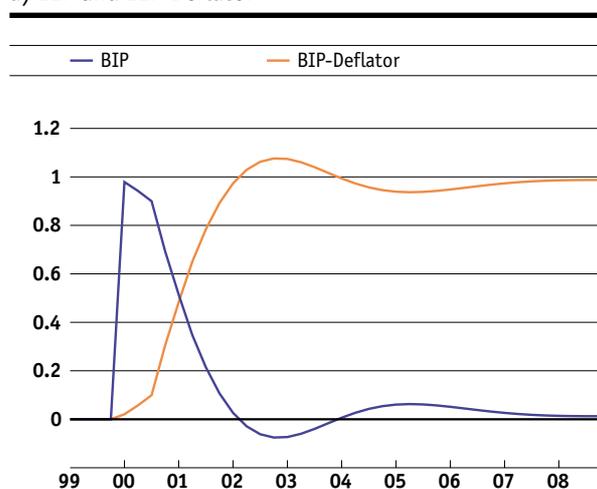
Permanente Erhöhung der nominellen Gesamtnachfrage

Simuliert man in Relation zu diesem Basispfad einen «level-shift» des nominellen BIP von 1%, im Folgenden intuitiver als Zunahme der *nominellen Gesamtnachfrage* bezeichnet, so ergeben sich die in *Grafik 6* dargestellten Anpassungsprozesse. Kurzfristig erhöht sich das reale BIP um nahezu 1%, weil die

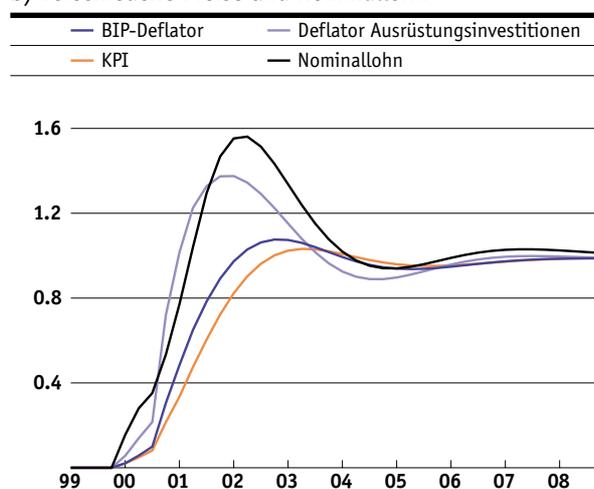
Angebotsblock – Permanente Zunahme des nominellen BIP um 1 Prozent
Abweichungen vom Basispfad in Prozent (a, b, c) bzw. Prozentpunkten (d)

Grafik 6

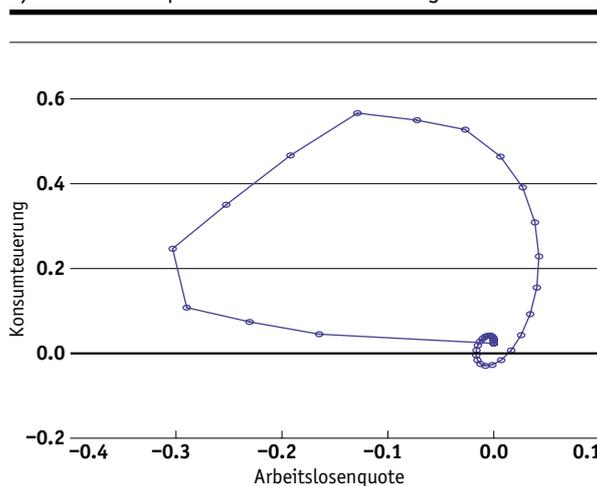
a) BIP und BIP-Deflator



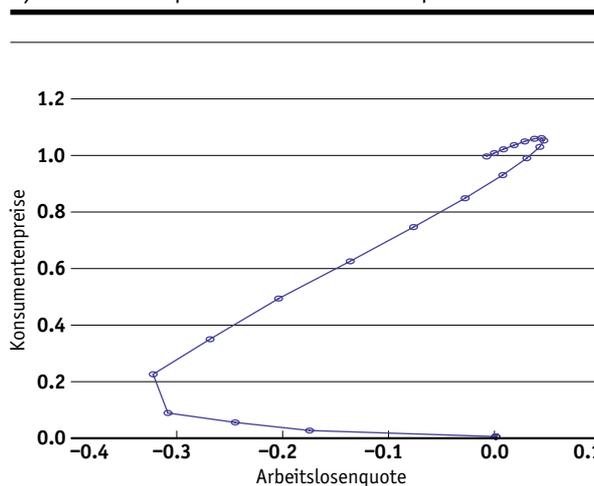
b) Verschiedene Preise und Nominallohn



c) Arbeitslosenquote und Konsumentsteuerung



d) Arbeitslosenquote und Konsumentenpreise



14 Die betreffende Modellgleichung lautet (vgl. BOX 2):

$$YC = YC_{-1} * (1 - DEP) + B * IME$$

Der Kapazitätsoutput der Vorperiode (YC_{-1}) vermindert sich um die Abschreibungsrate (DEP), dazu kommt die mit den Investitionen (IME) geschaffene Neukapazität. Dividiert man die

Gleichung durch YC_{-1} und zählt auf beiden Seiten 1 ab, so erhält man die Wachstumsrate der Kapazität als Funktion der Investitionsquote und der Abschreibungsrate:

$$\frac{YC}{YC_{-1}} - 1 = B * \frac{IME}{YC_{-1}} - DEP$$

Preisreaktion kurzfristig sehr schwach ist. Langfristig verpufft aber der Zuwachs der nominellen Gesamtnachfrage vollständig in erhöhten Preisen und das reale BIP geht auf den Basispfad zurück. Bei Unterschieden in der kurzfristigen Anpassung konvergieren alle im Angebotsblock enthaltenen Preise sowie der Nominallohn zu einem um 1% erhöhten Niveau. Die Arbeitslosenquote sinkt vorübergehend um rund 0,3 Prozentpunkte, kehrt aber längerfristig wieder zum Basispfad zurück. Dabei steigt die Teuerung mit einer Verzögerung von vier Quartalen um maximal gut 0,5 Prozentpunkte. Die temporär erhöhten Inflationsraten treiben das Preisniveau auf ein um 1% erhöhtes Niveau. Somit erweist sich ein «level-shift» der nominellen Gesamtnachfrage langfristig in Bezug auf die Realwirtschaft als neutral.¹⁵

Permanente Erhöhung der Erwerbsbevölkerung

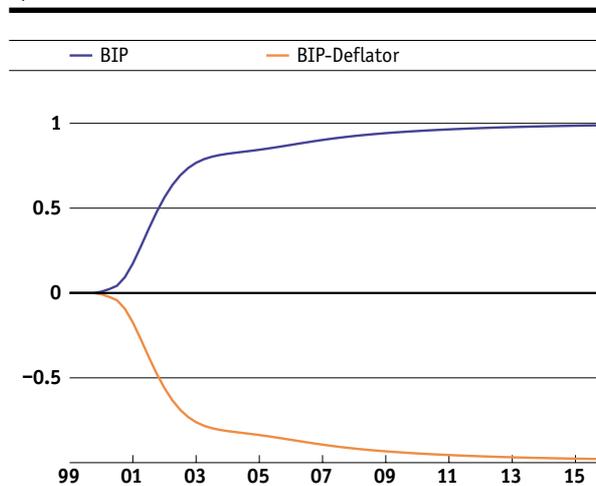
Die Auswirkungen eines veränderten Angebotspotenzials lassen sich beispielsweise in Form einer Zunahme der Erwerbsbevölkerung von 1% simulieren (Grafik 7). Als Reaktion darauf steigt das BIP im Vergleich zum Basispfad langfristig ebenfalls um 1%, was bei exogen vorgegebener nomineller Gesamtnachfrage einen Rückgang des Preisniveaus von 1% gegenüber dem Basispfad erfordert. Diese Preissenkung kommt über eine temporär erhöhte Arbeitslosigkeit und verminderte Teuerungsraten zustande. Im Maximum steigt die Arbeitslosenquote um 0,3 Prozentpunkte, was mit einer gewissen Verzögerung zu einem Teuerungsrückgang von maximal 0,35 Prozentpunkten führt. Langfristig kehrt die Arbeitslosen-

Angebotsblock – Permanente Zunahme der Erwerbsbevölkerung um 1 Prozent

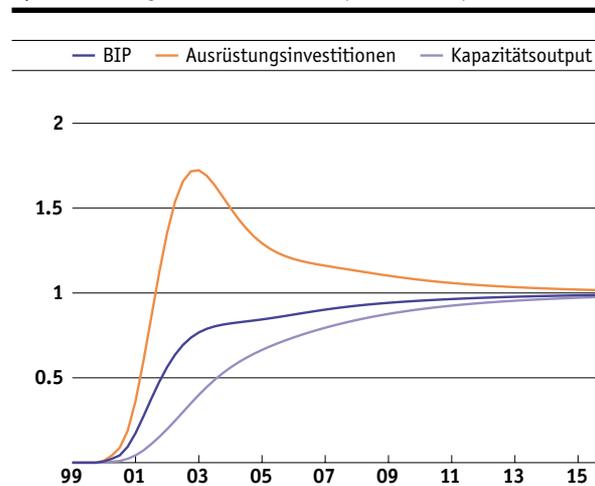
Grafik 7

Abweichungen vom Basispfad in Prozent (a, b, c) bzw. Prozentpunkten (d)

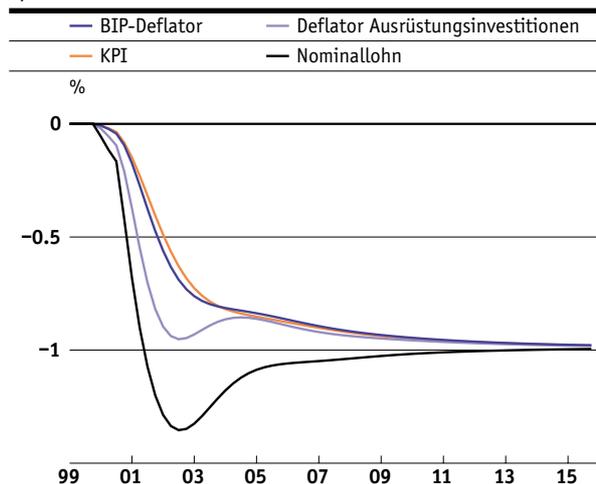
a) BIP und BIP-Deflator



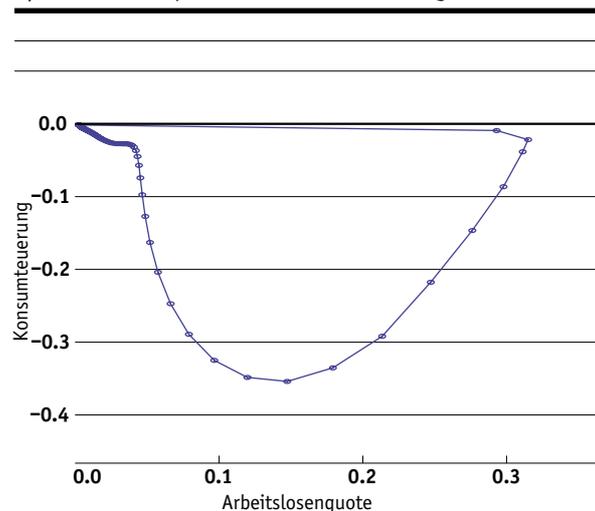
b) Ausrüstungsinvestitionen, Kapazitätsoutput



c) Preise und Nominallohn



d) Arbeitslosenquote und Konsumteuerung



15 Dies ist nicht der Fall, wenn man anstelle des Niveaus die Wachstumsrate der nominellen Gesamtnachfrage permanent erhöht. In diesem Fall würde sich der in Grafik 5a dargestellte negative Zusammenhang zwischen Inflation und Arbeits-

losigkeit zeigen, sofern keine theoretischen Parameterrestriktionen auferlegt werden.

quote wieder auf den Basispfad zurück. Bei Unterschieden in der kurzfristigen Anpassung tendieren sämtliche im Angebotsblock modellierten Preise zu einem um 1% tieferen Niveau, wobei der Nominallohn infolge des erhöhten Arbeitsangebots vergleichsweise rasch absinkt. Die Produktionskapazität passt sich langfristig an das um 1% erhöhte BIP an. Dieser Prozess wird dadurch in Gang gesetzt, dass die Kapazitätsauslastung vorübergehend ansteigt, was einen überproportionalen Anstieg der Ausrüstungsinvestitionen nach sich zieht.

4.2 Geldpolitische Simulationen

4.2.1 Autonome Lockerung der Geldpolitik

Normalversion der Modells

Der *geldpolitische* Transmissionsmechanismus des Modells involviert einen *Zinskanal* und einen *Wechselkurskanal*. Veränderte Kurzfristzinsen (3M-Libor) übertragen sich einerseits teilweise auf die Langfristzinsen und beeinflussen so die zinsabhängigen Komponenten der aggregierten Nachfrage, insbesondere die Bauinvestitionen und den privaten Konsum. Andererseits resultieren aus Zinsänderungen Wechselkursanpassungen, die sich über den Aussenhandel ebenfalls auf die aggregierte Nachfrage und das BIP auswirken. Die Teuerung wird zum einen über die Wechselkurse und die Importpreise, zum anderen über die Anspannung auf Güter- und Arbeitsmarkt und die Lohn-Preis-Dynamik beeinflusst. Ein wirtschaftspolitisch problematischer Aspekt des Transmissionsmechanismus ergibt sich aus dem geltenden Mietrecht, das die Wohnungsmieten an die Hypothekarzinsen koppelt.

Um den Transmissionsmechanismus für den Fall einer *autonomen Lockerung der Geldpolitik* zu illustrieren, wird im Folgenden einer Basissimulation eine Alternativsimulation mit tieferem 3M-Libor gegenübergestellt.¹⁶ In der Basissimulation wird der 3M-Libor anhand der empirisch geschätzten Taylor-Regel bestimmt. In der Alternativsimulation wird der 3M-Libor während 16 Quartalen um einen Prozentpunkt reduziert und danach in vier Quartalen wieder schrittweise auf den Basispfad zurückgeführt. Wie *Grafik 8A* zeigt, überträgt sich die Absenkung des 3M-Libor zu gut einem Fünftel auf die Langfristzinsen.¹⁷ Der Aussenwert des Frankens gegenüber dem Euro (Euro pro Franken) bildet sich in der Phase tie-

ferer Kurzfristzinsen zurück und liegt nach 16 Quartalen um rund 4,5% unter dem Basispfad. Da die Tieferbewertung des Frankens die Inflation antreibt, beschränkt sich die Abwertung real auf 2,8%. Das BIP-Wachstum wird in den ersten Quartalen um annähernd 0,8 Prozentpunkte stimuliert, während die Konsumteuerung um rund 0,2 Prozentpunkte steigt. Diese kurzfristige Inflationswirkung ist im Wesentlichen der Wechselkursreaktion zuzuschreiben (abwertungsbedingt erhöhte Importteuerung). Nach vier Quartalen macht sich der Gegeneffekt der zinsbedingt tieferen Mietteuerung bemerkbar, so dass sich die gesamte Konsumteuerung wieder dem Basispfad nähert.¹⁸ Danach steigen die Teuerungsraten infolge verstärkter Anspannung auf Güter- und Arbeitsmarkt bis zum vierten Jahr der Simulation um 0,5 Prozentpunkte, während die BIP-Wachstumsraten wieder zu den Basiswerten zurücktendieren und in der Folge darunter fallen. Von den verschiedenen BIP-Komponenten reagieren die wechselkursabhängigen Exporte am schnellsten (maximaler Wachstumsgewinn 0,7 Prozentpunkte) und die zinsabhängigen Bauinvestitionen am stärksten (maximaler Wachstumsgewinn 1,7 Prozentpunkte). Im Vergleich zu den Realvariablen sind die Wirkungen der temporären geldpolitischen Lockerung für das Preisniveau und – spiegelbildlich – den nominellen Euro/Franken-Kurs sehr langanhaltend. Die Teuerungsraten bilden sich zwar etwa drei Jahre nach Abschluss der geldpolitischen Lockerung wieder auf den Basispfad zurück und fallen in der Folge leicht darunter. Im Niveau liegen die Preise aber am Ende des Simulationszeitraums um 2,5% über dem Basispfad. Mit der relativ raschen Rückkehr des realen Euro/Franken-Kurses zum Basispfad geht somit eine langanhaltende nominelle Tieferbewertung des Frankens einher.

Modellkonsistente Erwartungen

In der Normalversion des Modells, wie sie der vorstehend beschriebenen Simulation zugrundeliegt, sind die Langfristzinsen nach empirischen Kriterien vom 3M-Libor sowie den Langfristzinsen im Euro-Raum abhängig gemacht, und der Eurokurs des Frankens reagiert auf den Zinsspread in der Schweiz im Vergleich zum Euro-Raum, wobei die Gleichung langfristig eine Tendenz zur Kaufkraftparität involviert. In einer alternativen *Modellversion mit modellkonsistenten Erwartungen* erfüllen die Langfristzinsen die *Erwartungshypothese der Fristenstruktur*, d. h. sie entsprechen den durchschnittlich über den Anlagehorizont erwarteten Kurzfristzinsen einschliesslich einer

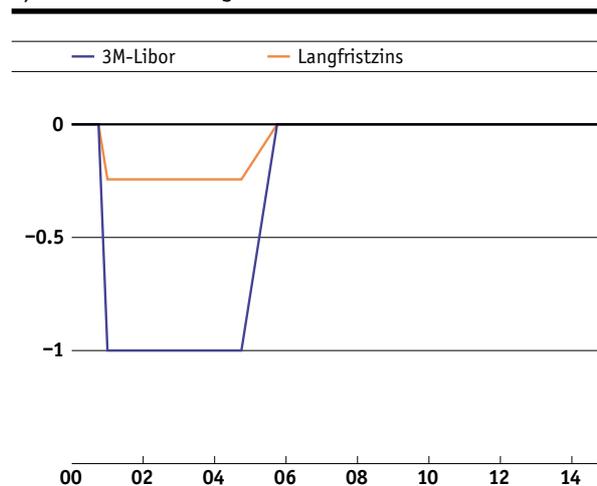
16 Modellsimulationen dieser Art werden jeweils im Prozess der geldpolitischen Entscheidungsfindung durchgeführt, um die Reaktion der Inflationsrate im Prognosezeitraum auf unterschiedliche Annahmen zum 3M-Libor zu analysieren.

17 Die Zahlen auf der Zeitachse in den Grafiken beziehen sich auf Jahre. Die geldpolitische Lockerung erfolgt im ersten Quartal des ersten Jahres.

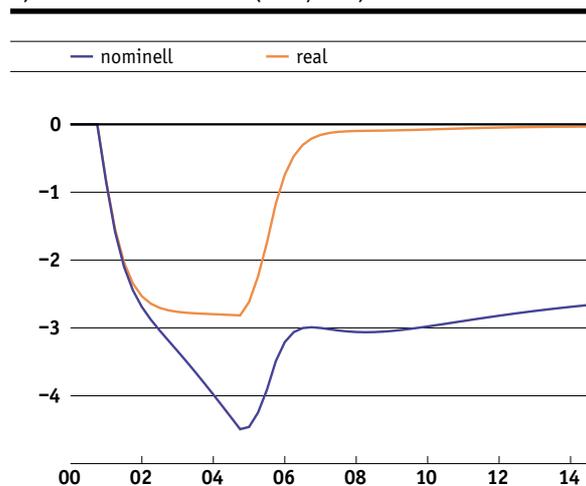
18 Störend ist die Koppelung der Wohnungsmieten an die Hypothekarzinsen im umgekehrten Fall einer geldpolitischen Straffung, indem eine erhöhte Mietteuerung der beabsichtigten Inflationsdämpfung vorübergehend entgegenwirkt.

- BAS: Basissimulation, 3M-Libor mit Reaktionsfunktion des Modells bestimmt
 - ALT: Alternativsimulation, 3M-Libor während 16 Quartalen um 1 Prozentpunkt gesenkt
- Abweichungen ALT von BAS in Prozentpunkten (a, c, d) bzw. Prozent (b)

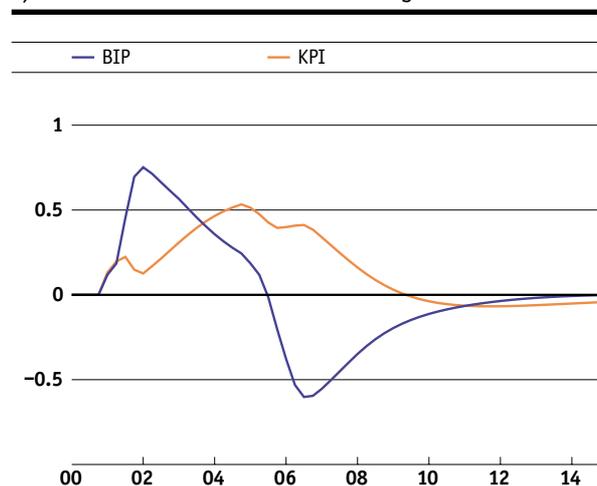
a) 3M-Libor und Langfristzins



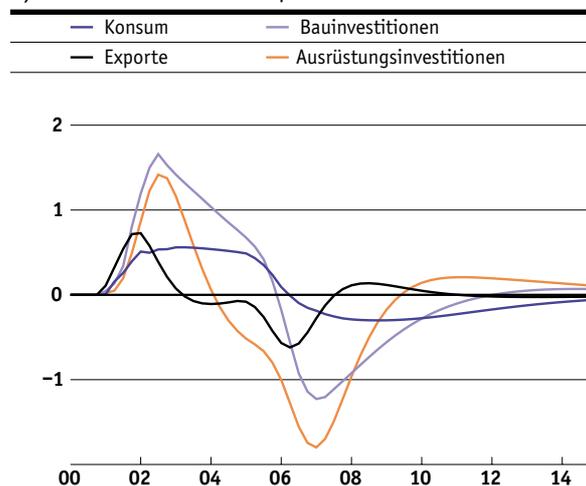
b) Aussenwert Franken (Euro/CHF)



c) BIP-Wachstum und Konsumteuerung



d) Wachstum der BIP-Komponenten



Liquiditätsprämie, und der Wechselkurs des Frankens wird über die *ungedeckte Zinsparität* bestimmt.

In der Simulation mit dieser Modellversion wird die gleiche Lockerung der Geldpolitik unterstellt wie im vorstehenden Experiment. Dabei wird die Annahme getroffen, dass der Zinsschritt für die Wirtschaftssubjekte überraschend kommt. Ab dem Zeitpunkt der Lockerung antizipieren sie den geldpolitischen Kurs jedoch richtig, d.h. sie rechnen für 16 Quartale mit einem um einen Prozentpunkt tieferen 3M-Libor. Dies hat einen sofortigen Rückgang der Langfristzinsen im Umfang von rund 0,6 Prozentpunkten zur Folge (*Grafik 8B*). Zudem vermindert sich

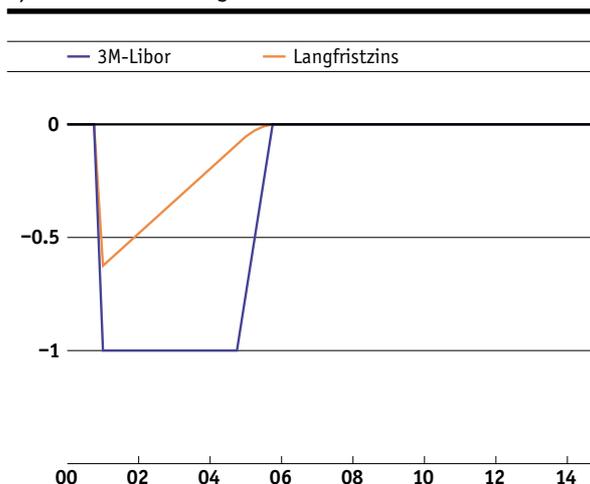
wegen der tieferen Zinsen die Attraktivität des Frankens als Anlagewährung. Dadurch kommt es zu einer «überschiessenden» Frankenabwertung. Diese muss schlagartig bis zu dem Punkt gehen, wo der Franken in den Augen der Anleger so stark unterbewertet ist, dass sie in der Phase mit tieferen Frankenzinsen mit einer Wiederaufwertung rechnen können. Der Franken wertet sich im ersten Quartal der Simulation um gut 4% ab, anschliessend kompensiert seine kontinuierliche Wiederaufwertung die Anleger für die tieferen Kurzfristzinsen.¹⁹

19 Das Modell ist mit dem «stacked time»-Algorithmus von TROLL gelöst (Hollinger 1996). Die «terminal condition» ist soweit in die Zukunft geschoben, dass die Simulationsergebnisse im interessierenden Zeitraum davon nicht beeinflusst werden. Der Langfristzins ist im Modell als Rendite der Bundesobligatio-

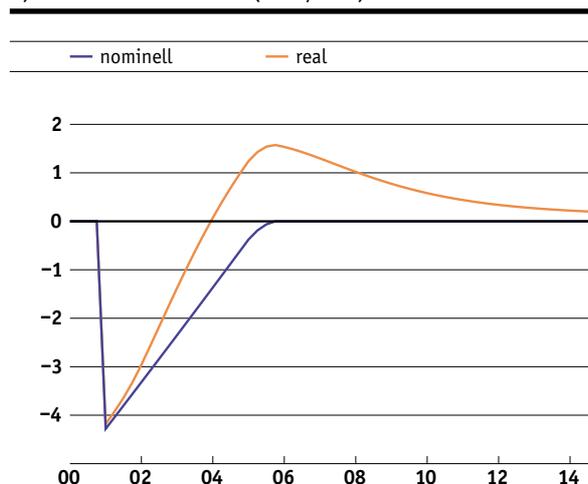
nen mit einer Restlaufzeit von 10 Jahren gemessen. In der Fristenstrukturbedingung ist eine etwas kürzere Restlaufzeit von 7 Jahren unterstellt. Damit soll eine gewisse Unsicherheit bezüglich der längerfristigen Entwicklung der Kurzfristzinsen zum Ausdruck gebracht werden.

- BAS: Basissimulation, 3M-Libor mit Reaktionsfunktion des Modells bestimmt
 - ALT: Alternativsimulation, 3M-Libor während 16 Quartalen um 1 Prozentpunkt gesenkt
- Abweichungen ALT von BAS in Prozentpunkten (a, c, d) bzw. Prozent (b)

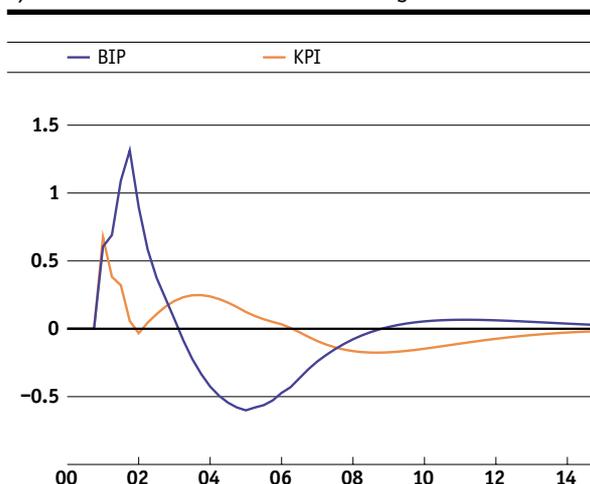
a) 3M-Libor und Langfristzins



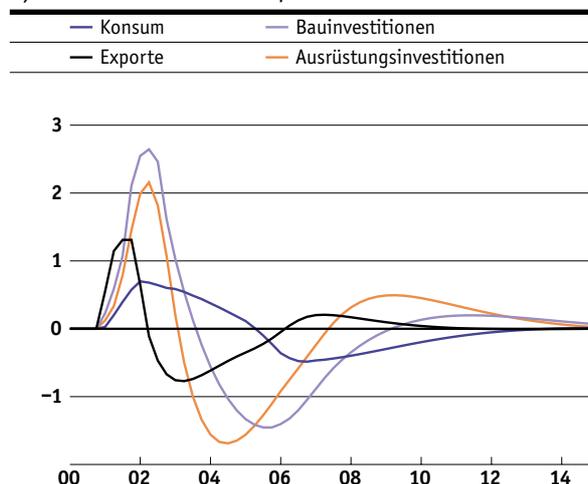
b) Aussenwert Franken (Euro/CHF)



c) BIP-Wachstum und Konsumteuerung



d) Wachstum der BIP-Komponenten



Aufgrund der sprunghaften Abwertung wird die maximale Teuerungszunahme mit 0,7 Prozentpunkten bereits im ersten Quartal der Simulation erreicht (Normalversion des Modells: maximale Teuerungswirkung 0,5 Prozentpunkte nach vier Jahren). Das BIP-Wachstum wird mit einer Verzögerung von drei Quartalen um maximal 1,3 Prozentpunkte stimuliert (Normalversion: knapp 0,8 Prozentpunkte nach fünf Quartalen). Nach der Rückführung der Zinsen auf den Basispfad ist auch die Wiederaufwertung des Frankens abgeschlossen. Der reale Euro/Franken-Kurs kommt hingegen wegen des erhöhten inländischen Preisniveaus während längerer Zeit über den Basis-

pfad zu liegen, nähert sich diesem aber bis zum Ende des Simulationszeitraums zusammen mit dem Preisniveau ebenfalls wieder an.

Der Preisanstieg schlägt sich somit im Modell mit rationalen Erwartungen während längerer Zeit in einem erhöhten realen Wechselkurs und im Modell mit adaptiven Erwartungen in einem tieferen nominalen Wechselkurs nieder. Die verschiedenen BIP-Komponenten zeigen ähnliche Reaktionen wie in der Normalversion des Modells, sie sind aber stärker und erfolgen rascher. Insgesamt sind die Unterschiede im realwirtschaftlichen Bereich kleiner als bei den monetären Variablen.

Bei einem Vergleich der beiden Simulationen kommt man nicht um den Eindruck herum, dass die Reaktionen in der Normalversion des Modells eher dem entsprechen, was man in Wirklichkeit bei einer geldpolitischen Lockerung beobachtet. Dies ist nicht unbedingt als irrationales Verhalten der Wirtschaftssubjekte zu interpretieren, sondern kann ebenso gut eine Folge der real existierenden *Unsicherheiten* hinsichtlich des zukünftigen geldpolitischen Kurses in der Schweiz und im Ausland sein.

4.2.2 Endogen induzierte geldpolitische Straffung

In einer weiteren Simulation soll die endogene Reaktion der Geldpolitik auf einen positiven Nachfrageschock dargestellt werden. Der Nachfrageschock wird in Form einer *temporären Erhöhung der öffentlichen Bauinvestitionen* eingeführt,²⁰ und die geldpolitische Reaktion wird auf Basis der empirisch geschätzten Taylor-Regel modelliert. Dabei sollen wiederum die Implikationen *modellkonsistenter Zins- und Wechselkurserwartungen* im Vergleich zur Normalversion des Modells diskutiert werden. In beiden Fällen ist eine kräftige Erhöhung der öffentlichen Bauinvestitionen während drei Jahren um 50% oder 1,9% des BIP unterstellt.

Normalversion der Modells

Grafik 9A zeigt die Reaktionen wichtiger endogener Variablen in der Normalversion des Modells. Der Nachfrageschock treibt das BIP um maximal 1,6% über und die Arbeitslosenquote um maximal 0,5 Prozentpunkte unter den Basispfad.²¹ Beides zusammen führt über die Taylor-Regel zu einer Straffung der Geldpolitik. Der 3M-Libor wird um gut 0,5 Prozentpunkte angehoben, was sich teilweise auch auf die Langfristzinsen überträgt. Die restriktivere Geldpolitik induziert zudem eine Frankenaufwertung, die wegen des ansteigenden inländischen Preisniveaus real stärker ausfällt als nominell (2,0% gegenüber 0,8%). Die höheren Langfristzinsen wirken der fiskalpolitischen Stimulierung der Inlandnachfrage entgegen. Zudem fließt ein Teil der Zusatznachfrage in Form höherer Importe ins Ausland ab. Gleichzeitig leiden die Exporte unter der Realaufwertung; sie fallen im Maximum um fast 1% unter den Basispfad. Aus diesen Gründen ist der BIP-Effekt der erhöhten öffentlichen Bauinvestitionen mit 1,6% per Saldo ge-

20 Als praktische Beispiele für einen solchen Fiskalimpuls können das Investitionsprogramm des Bundes von 1997–99 («Massnahmenpaket zur Substanzerhaltung der öffentlichen Infrastruktur») oder die Infrastrukturprojekte Bahn 2000 und NEAT erwähnt werden.

21 Der Nachfrageschock ist auf das fünfte Jahr der Simulation angesetzt. Die vorausgehenden vier Jahre werden erst im Zusammenhang mit modellkonsistenten Erwartungen relevant.

ringer als der Initialimpuls (1,9%).²² Die Konsumentenpreise kommen im Maximum um 2% über die Basiswerte zu liegen. Nach Beendigung der zusätzlichen öffentlichen Bauinvestitionen kehren die Kurz- und Langfristzinsen sowie auch der reale Euro/Franken-Kurs wieder zum Basispfad zurück, während der nominelle Euro/Franken-Kurs wegen des längeren Verharrens der Preise auf einem erhöhten Niveau für geraume Zeit unter die Werte des Basispfades zu liegen kommt.

Modellkonsistente Erwartungen

In der Modellversion mit *modellkonsistenten Erwartungen* ergeben sich deutlich abweichende Reaktionen (*Grafik 9B*). Um die Implikationen modellkonsistenter Erwartungsbildung möglichst klar herauszuarbeiten, wird die eher extreme Annahme getroffen, dass die Wirtschaftssubjekte den Zuwachs der öffentlichen Bauinvestitionen vier Jahre zum voraus antizipieren. Weiter kennen sie auch sämtliche Modellmechanismen und insbesondere die Reaktion der Geldpolitik, die in diesem Fall in einer Anhebung des 3M-Libor von rund 0,7 Prozentpunkten besteht. Unter diesen Voraussetzungen sind die Wirtschaftssubjekte bereits im Vorfeld des Anstiegs der Kurzfristzinsen nur dann bereit, längerfristige Anlagen zu tätigen, wenn sie dafür mit höheren Langfristzinsen entschädigt werden. Die Langfristzinsen steigen deshalb vier Jahre vor der Anhebung der Kurzfristzinsen um gut 0,2 Prozentpunkte.

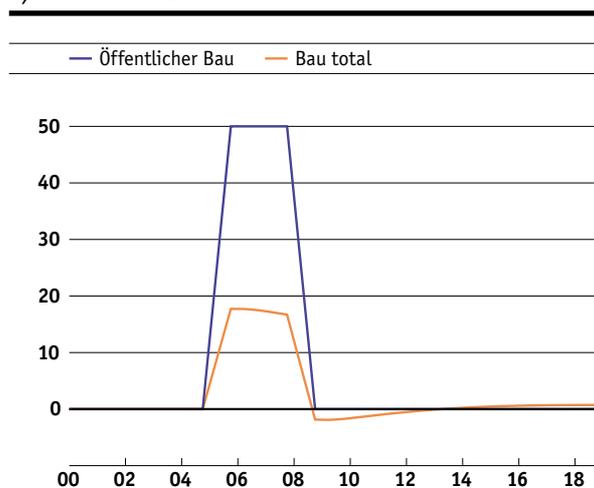
Ähnlich wie die Langfristzinsen steigt auch der Aussenwert des Frankens bereits im Vorfeld der geldpolitischen Straffung. Nach der Anhebung der Kurzfristzinsen bildet er sich dann entsprechend der Zinsparitätsbedingung zurück, um sich in der nachfolgenden Phase tieferer Kurzfristzinsen dem Basispfad wieder von unten anzunähern. Der zeitweise tiefere Frankenkurs und die erhöhte Wirtschaftsaktivität lassen die Konsumentenpreise um maximal 2% über den Basispfad steigen. Der Preisanstieg fällt etwas stärker aus als die Frankenabwertung, so dass der reale Euro/Franken-Kurs für längere Zeit leicht über den Basispfad zu liegen kommt. Mit der Rückbildung der Zinsen auf den Basispfad tendieren auch der nominelle und der reale Frankenkurs sowie die Konsumentenpreise wieder zu den Basiswerten zurück. Im Unterschied dazu verharren die Preise in der Normalversion des Modells während längerer Zeit über dem Basispfad, so dass die Rückbildung des realen Euro/Franken-Kurses mit einer längerfristigen nominellen Tieferbewertung des Frankens einher geht.

Im Vorfeld der Realisierung der zusätzlichen öffentlichen Bauinvestitionen bewirken die erhöhten

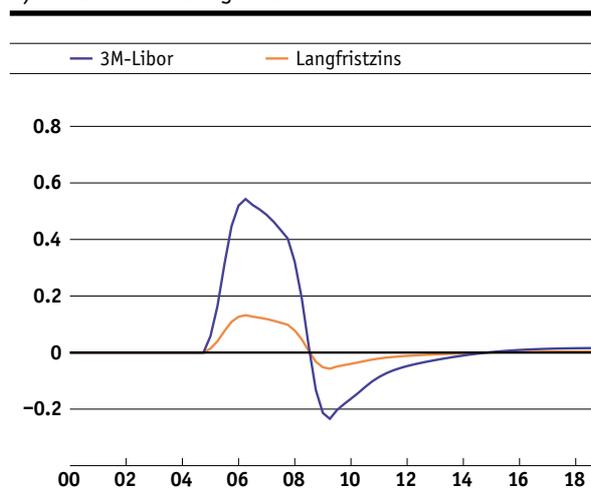
22 Würde man die geldpolitische Reaktion unterdrücken, was z. B. bei einer gewollten fiskalpolitischen Stimulierung der Wirtschaft sinnvoll wäre, so würde der Multiplikator unter sonst gleichen Annahmen rund 1,5 betragen.

- BAS: Basissimulation, effektive Werte der öffentlichen Bauinvestitionen
 - ALT: Erhöhung der öffentlichen Bauinvestitionen während 3 Jahren um 50% (= 1,9% des BIP)
- Abweichungen ALT von BAS in Prozent (a, c, d) bzw. Prozentpunkten (b)

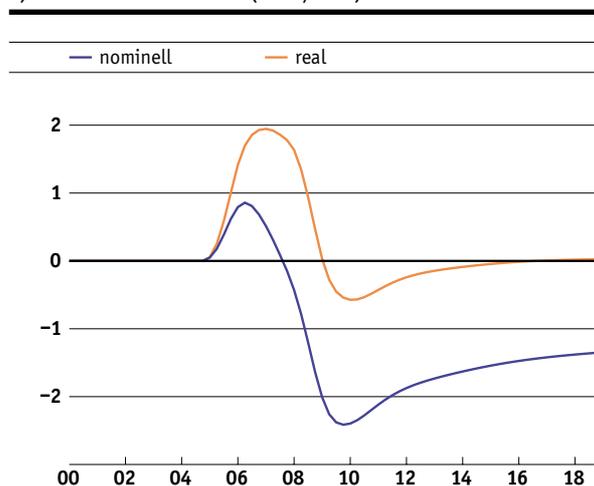
a) Öffentlicher Bau und Bauinvestitionen total



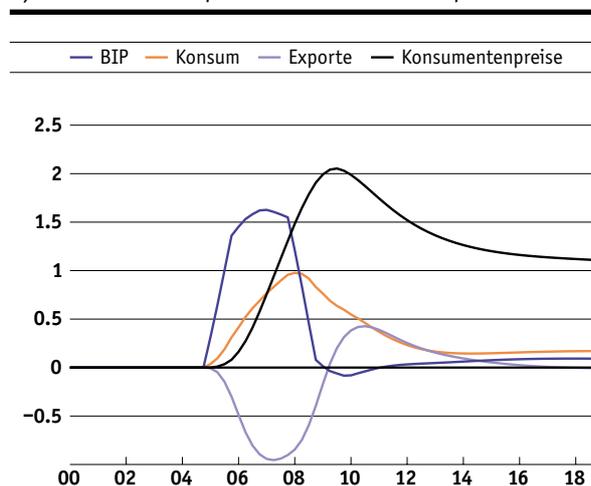
b) 3M-Libor und Langfristzins



c) Aussenwert Franken (Euro/CHF)



d) BIP, Konsum, Exporte und Konsumentenpreise



Langfristzinsen und die Frankenaufwertung eine gewisse Dämpfung der Wirtschaftsaktivität. Dass die Konsumentenpreise in dieser Phase trotzdem geringfügig ansteigen, ist auf die Zinsabhängigkeit der Wohnungsmieten zurückzuführen. Während der Realisierung der zusätzlichen öffentlichen Bauinvestitionen steigt dann das BIP um knapp 2% über den Basispfad. Der BIP-Effekt fällt somit stärker aus als in der Normalversion des Modells, was vor allem auf die weniger ausgeprägte Realaufwertung und die entsprechend geringere Reduktion der Exporte zurückzuführen ist.

Unplausibel sind diese Implikationen modellkonsistenter Erwartungen unter den getroffenen Annahmen nicht. Die Annahmen selbst sind aber als extrem zu bezeichnen, indem sie den Wirtschaftssubjekten eine perfekte Voraussicht des Nachfrageschocks sowie der dadurch induzierten geldpolitischen Straffung unterstellen. Der Nachfrageschock wurde bewusst in Form einer Erhöhung der öffentlichen Bauinvestitionen simuliert. Stellt man sich darunter zum Beispiel die Realisierung bedeutender Infrastrukturprojekte vor, so ist aufgrund des vorgelegten politischen Entscheidungsprozesses die

Möglichkeit eines vorausschauenden Verhaltens nicht von der Hand zu weisen. Wie aber die Geldpolitik auf den Fiskalimpuls reagieren wird, ist für die Wirtschaftssubjekte kaum zuverlässig abzuschätzen.

Zudem ist zu beachten, dass die Wirtschaft dauernd verschiedensten Schocks ausgesetzt ist, die typischerweise nicht vorhersehbar sind. In einem solchen von beträchtlicher Unsicherheit geprägten Umfeld dürfte die Vorhersehbarkeit eines einzelnen Ereignisses wesentlich weniger prägnante Erwartungs- und Verhaltensänderungen auslösen, als dies in der vorstehend beschriebenen Simulation mit

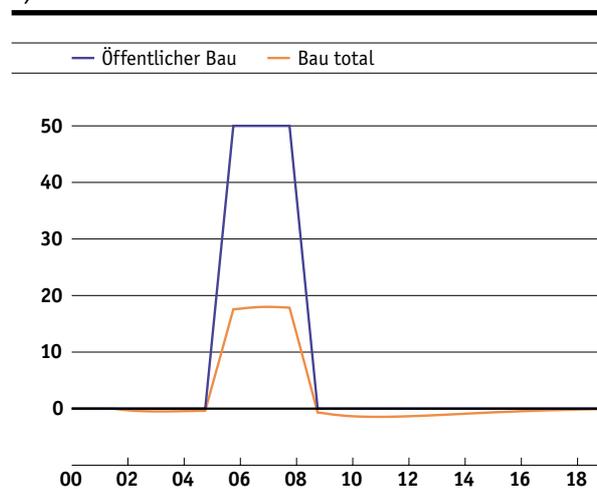
modellkonsistenten Erwartungen für einen isolierten Einzelschock der Fall ist. Simulationen dieser Art können als «benchmark»-Lösung des Modells zur Abschätzung der Implikationen eines perfekt vorausschauenden Verhaltens der Wirtschaftsakteure von Interesse sein. In Wirklichkeit treten aber die simulierten Effekte wenn überhaupt in deutlich abgeschwächter Form auf.

Reaktion der Geldpolitik auf temporären positiven Nachfrageschock (modellkonsistente Erwartungen)

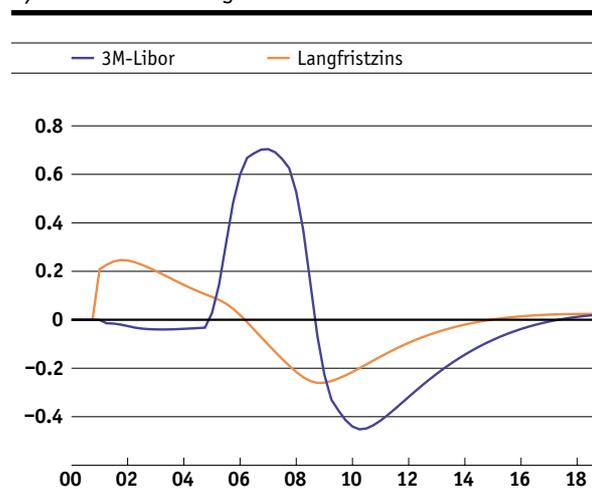
Grafik 9B

- BAS: Basissimulation, effektive Werte der öffentlichen Bauinvestitionen
 - ALT: Erhöhung der öffentlichen Bauinvestitionen während 3 Jahren um 50% (= 1,9% des BIP)
- Abweichungen ALT von BAS in Prozent (a, c, d) bzw. Prozentpunkten (b)

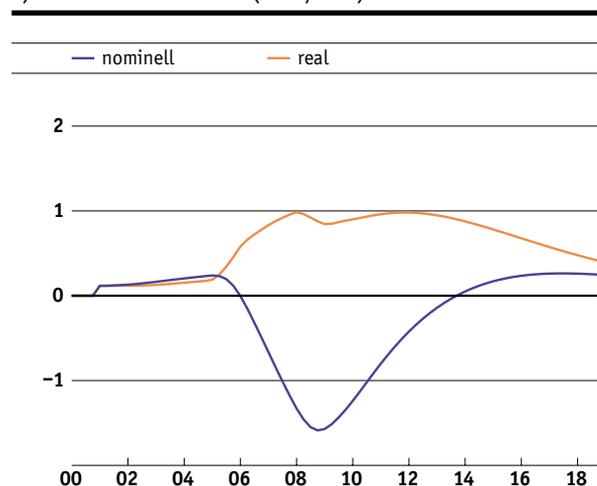
a) Öffentlicher Bau und Bauinvestitionen total



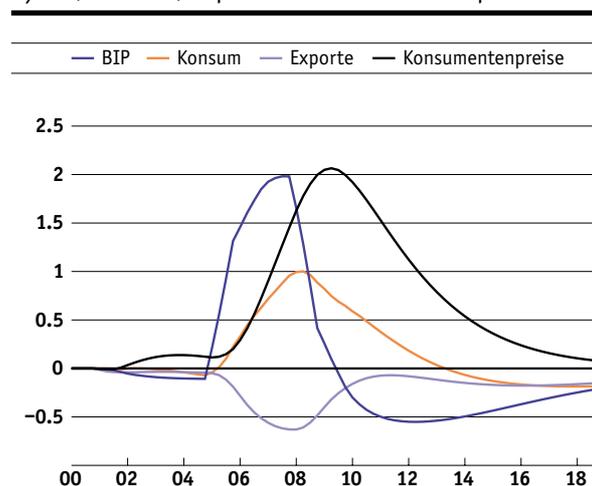
b) 3M-Libor und Langfristzins



c) Aussenwert Franken (Euro/CHF)



d) BIP, Konsum, Exporte und Konsumentenpreise



4.2.3 Zeitliche Stabilität des monetären Transmissionsmechanismus

Abschliessend wird noch die Frage der zeitlichen Stabilität des geldpolitischen Transmissionsmechanismus anhand *rollender «out-of-sample»-Simulationen* beleuchtet. Im Unterschied zu den «out-of-sample»-Prognosen von Abschnitt 3 geht es hier nicht um eine Analyse von Prognosefehlern, sondern es soll abgeklärt werden, ob das Modell *zeitinvariante Antworten* auf die Frage gibt, wie stark und mit welchen zeitlichen Verzögerungen sich die Geldpolitik auf die Inflation, das BIP-Wachstum und weitere Variablen auswirkt. Zu diesem Zweck wird das Modell zunächst mit Daten bis zum vierten Quartal 1994 geschätzt und zur Prognose der nachfolgenden zwanzig Quartale verwendet, wobei der Basisprognose eine Alternativprognose mit einem um einen Prozentpunkt erhöhten 3M-Libor gegenübergestellt wird. Diese Übung wird sechs mal mit schrittweise um vier Quartale verschobenem Endpunkt der Schätzung wiederholt. Die letzte Prognose startet somit in ersten Quartal 2000.

Die Resultate sind in *Grafik 10* in Form von Abweichungen der Alternativprognose gegenüber der Basisprognose dargestellt. Die maximale Reduktion der Konsumsteuerung liegt zwischen 0,5 und 0,9 Prozentpunkten mit einer ziemlich einheitlichen Zeitverzögerung von rund vier Jahren. Etwa nach einem Jahr zeigt sich jeweils der Gegeneffekt der zinsbedingt erhöhten Mietsteuerung. Die maximale Dämpfung des BIP-Wachstums streut weniger stark und beträgt ungefähr 0,8 Prozentpunkte bei einer Verzögerung von einem Jahr. Der reale Aussenwert des Frankens reagiert in allen Simulationen rasch und ungefähr gleich stark. Bei der Arbeitslosenquote sind die Wirkungen vergleichsweise träge und differieren etwas stärker.

Die Unterschiede zwischen den Simulationen lassen sich drei Gründen zuschreiben. Erstens variieren die geschätzten Parameter des Gesamtmodells je nach der Schätzperiode. Zweitens ist eine Anhebung des 3M-Libor von zum Beispiel 1% auf 2% nicht gleich zu beurteilen wie eine Anhebung von 4% auf 5%. Drittens beeinflussen auch unterschiedliche Konjunktursituationen die Wirkungen der Geldpolitik. Dass das Modell bei der geldpolitischen Wirkungsanalyse die spezifische Konjunktursituation und den Ausgangswert des 3M-Libor berücksichtigt, ist positiv zu werten. Als störende Instabilität ist somit nur der

Teil der Wirkungsunterschiede zu betrachten, der auf Parameteränderungen zurückzuführen ist. Wie entsprechende Simulationen zeigen, ist dies allerdings der Hauptgrund für die Abweichungen zwischen den Simulationen. Insgesamt kann der monetäre Transmissionsmechanismus aber als einigermaßen zeitstabil bezeichnet werden.

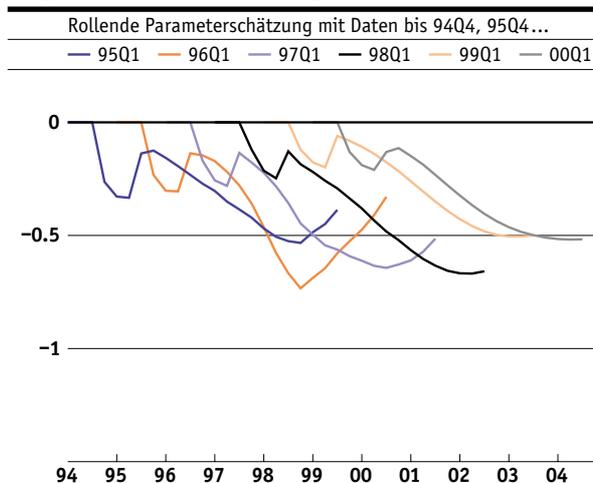
Rollende Parameterschätzung mit Daten bis 1994Q4, 1995Q4, ... 1999Q4

Prognosen für die jeweils folgenden 20 Quartale

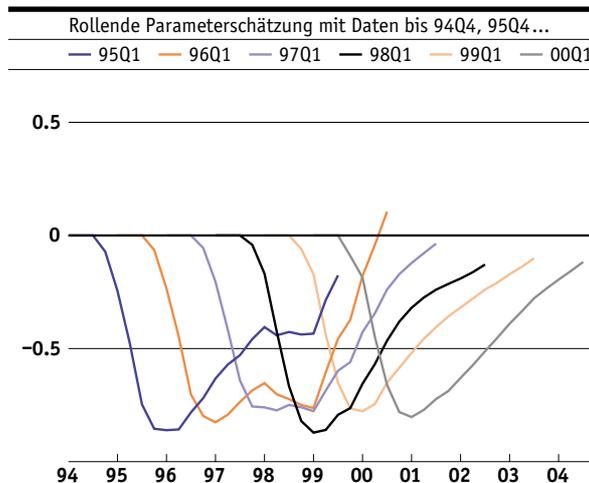
- BAS: Basissimulation 3M-Libor endogen
- ALT: Alternativsimulation 3M-Libor gegenüber BAS um 1 Prozentpunkt angehoben

Abweichung ALT von BAS in Prozentpunkten

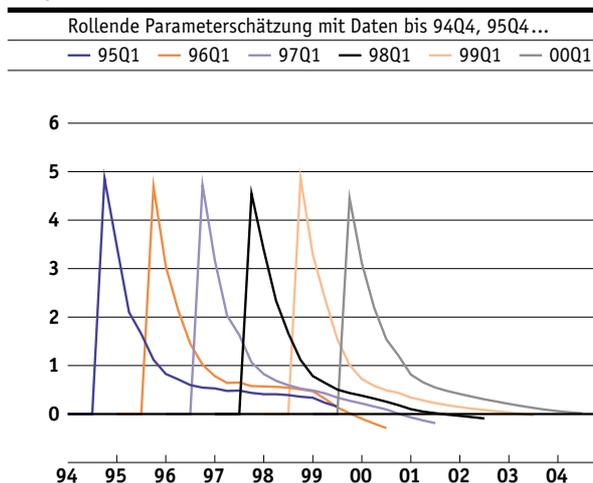
Prognose der Konsumteuerung für 20 Quartale



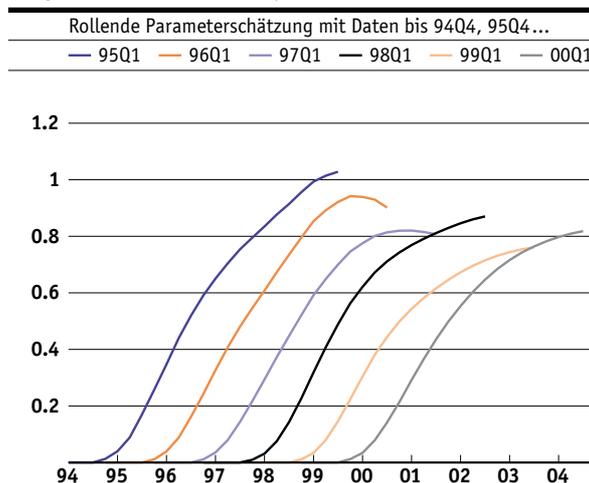
Prognose des BIP-Wachstums für 20 Quartale



Prognose des realen Aussenwertes für 20 Quartale



Prognose der Arbeitslosenquote für 20 Quartale



5 Ausblick

Seit dem Übergang zum neuen geldpolitischen Konzept spielt das in diesem Beitrag skizzierte strukturelle Makromodell zusammen mit den anderen Modellansätzen eine wichtige Rolle bei der Erstellung der regelmässigen Inflationsprognosen. Die in «out-of-sample»-Simulationen ermittelten durchschnittlichen Prognosefehler betragen für die Konsumteuerung bei einem Prognosehorizont von drei Jahren rund einen Prozentpunkt, was mit den Prognosefeh-

lern anderer Modellansätze vergleichbar ist. Dies verdeutlicht, dass Inflationsprognosen – unabhängig vom verwendeten Modelltyp – mit Vorsicht zu interpretieren sind. Der komparative Vorteil des strukturellen Makromodells liegt nicht unbedingt im prognostischen Bereich, sondern besteht vor allem darin, dass die Inflationsprognose in ein umfassendes Konjunkturszenario eingebettet wird. Dadurch bietet das Modell eine Vielzahl von Simulationsmöglichkeiten.

Die in diesem Beitrag dargestellten Simulationen verfolgten primär den Zweck, die zentralen Modelleigenschaften zu illustrieren. Sie sind somit zum Teil etwas anders gelagert als die Simulationen, die bei der Erstellung der Inflationsprognose durchgeführt werden. Dort geht es jeweils darum, die Auswirkungen unterschiedlicher Festsetzungen des 3M-Libor auf die Inflationsprognose sowie deren Sensitivität auf alternative Annahmen zur Weltwirtschaft aufzuzeigen.

Neben den Simulationen mit der Normalversion des Modells wurden in diesem Aufsatz auch Simulationen auf Basis einer Modellversion mit modellkonsistenten Erwartungen im monetären Bereich präsentiert. Simulationen dieser Art können als «benchmark»-Lösung des Modells zur Abschätzung der Implikationen eines perfekt vorausschauenden Verhaltens der Wirtschaftsakteure bei markanten Änderungen der wirtschaftspolitischen Rahmenbedingung von Interesse sein. Für den Normaleinsatz des Modells ist die Annahme modellkonsistenter Erwartungen aber kaum geeignet, weil sie den Wirtschaftsakteuren in einem von hoher Unsicherheit geprägten Umfeld ein unrealistisches Mass an Voraussicht und Kenntnis der Wirkungsmechanismen unterstellt.

Damit soll allerdings nicht gesagt sein, dass die in der Normalversion des Modells enthaltenen adaptiven Erwartungshypothesen der Weisheit letzter Schluss sind. In weiterführenden Arbeiten ist zu prüfen, ob sich im monetären Bereich, aber auch bei der Modellierung der Lohn-Preis-Dynamik sowie des Investitions- und Konsumverhaltens vorausschauende, aber nicht notwendigerweise streng modellkonsistente Konzepte der Erwartungsbildung empirisch bewähren. Möglicherweise könnten auch in diesem Zusammenhang Umfragedaten hilfreiche Informationen liefern, die in die Modellierung einzu beziehen wären.

Weiter ist zu erwähnen, dass das Modell in seiner gegenwärtigen Version «stock-flow»-Beziehungen nur hinsichtlich der Kapitalbildung im Produktionsprozess sowie ansatzweise im Bereich der Lagerbildung berücksichtigt. Auch Vermögenseffekte kommen im Modell nur in einer sehr indirekten Weise zur Darstellung. Der Zusammenhang zwischen staatlicher Budgetrestriktion und ausstehender Staatsschuld ist beispielsweise genauso ausgeklammert wie die entsprechenden «stock-flow»-Beziehungen bei den privaten Haushalten (Sparen und Vermögensbestand) und den Aussenbeziehungen (Ertragsbilanz und Auslandguthaben). Damit sind Erweiterungs-

und Verbesserungsmöglichkeiten des Modells angesprochen, die in zukünftigen Arbeiten angegangen werden sollen. Darüber hinaus ist zu betonen, dass ein Modell auch hinsichtlich der bereits abgebildeten Zusammenhänge nie ein fertiges Produkt darstellt, sondern stets im Lichte neuer Erfahrungen kritisch zu evaluieren ist.

6 Literaturverzeichnis

Bank of England. 1999. *Econometric Models at the Bank of England*. London.

Drèze, J. H. und Ch. Bean. 1990. *Europe's Unemployment Problem*. Cambridge: MIT Press.

Fagan G., J. Henry und R. Mestre. 2001. *An Area-Wide Model (AWM) for the Euro Area*. European Central Bank – Working Paper No. 42.

Gordon, R.J. 2000. *Does the «New Economy» Measure Up to the Great Inventions of the Past?* National Bureau of Economic Research: Working Paper No. 7833.

Hollinger, P. 1996. *The Stacked-Time Simulator in TROLL: A Robust Algorithm for Solving Forward-Looking Models*. Paper presented at the *Second International Conference on Computing in Economics and Finance*, Geneva (Intex Solutions Inc., Needham MA).

Lambert, J.P. 1988. *Disequilibrium Macro Models – Theory and Estimation of Rationing Models Using Business Survey Data*. Cambridge University Press.

Laxton, D., P. Isard, H. Faruqee, E. Prasad und B. Turtelboom. 1998. *MULTIMOD Mark III – The Core Dynamic and Steady-State Models*. International Monetary Fund: Occasional Paper 164.

Layard, R., S. Nickel und R. Jackman. 1991. *Unemployment*. Oxford University Press.

Lucas, R.E. 1976. *Econometric Policy Evaluation: A Critique*, in: K. Brunner und E. Meltzer (Herausgeber). *The Phillips Curve and Labor Markets*. Carnegie-Rochester Series on Public Policy, Supplement to the *Journal of Monetary Economics*, Vol. 1, 19–46.

McCallum, B.T. 2001. *Monetary Policy Analysis in Models without Money*. National Bureau of Economic Research: Working Paper No. 8174.

Meltzer, A.H. 1999. *The Transmission Process*. Carnegie Mellon University: Working Paper.

Nelson, E. 2000. *Direct Effects of Base Money on Aggregate Demand: Theory and Evidence*. Bank of England: Working Paper.

Rich, G. 1998. *Inflation and Money Stock Targets: Is There Really a Difference?* Paper presented at the *International Conference on the Conduct of Monetary Policy* organized by The Central Bank of China and the Institute of Economics, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, June 12–13, 1998.

Sims, C.A. 1980. *Macroeconomics and Reality*. *Econometrica* 48, 1–48.

Sneessens, H.R. 1987. *Investment and the Inflation-Unemployment Tradeoff in a Macroeconomic Rationing Model with Monopolistic Competition*. *European Economic Review* 31, 781–815.

Stalder, P. 1989. *A Disequilibrium Model with Smooth Regime Transitions and a Keynesian Spillover for Switzerland's Labor Market*. *European Economic Review* 33, 863–893.

Stalder, P. 1991. *Regime Transitions, Spillovers and Buffer Stocks – Analysing the Swiss Economy by Means of a Disequilibrium Model*. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*. Berlin: Springer-Verlag.

Stalder, P. 1994a. *Ungleichgewichte auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt – Eine ökonometrische Modellschätzung*, *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik* 130 (3), 445–463.

Stalder, P. 1994b. *Excess Demand, Capacity Adjustment and Price Setting – An Econometric Model for Swiss Manufacturing Based on Survey Data*. *Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich: Arbeitspapier Nr. 46*.