

# Modellgrundlagen von Mopos 3.0

Prof. Dr. Yvan Lengwiler\*

Version vom März 2012

Dieser Text erläutert die mathematischen und ökonomischen Modellgrundlagen von Mopos 3.0, dem Simulationsspiel von [www.iconomix.ch](http://www.iconomix.ch). Der Text richtet sich an ein Fachpublikum. Zum Hintergrund von Mopos vgl. auch den «Kommentar für die Lehrperson» zum iconomix-Modul «Geldpolitik».

## 1. Lernziele und Struktur des Modells

Die browsergestützte Simulation Mopos (für «Monetary policy simulation) versucht, Ihnen zu zeigen, wie eine Notenbank einerseits für die Stabilität der Preise sorgt und andererseits auf die konjunkturelle Entwicklung Einfluss nehmen kann. Sie werden lernen, dass der geldpolitische Prozess mit einer Beurteilung der aktuellen Lage und einer Prognose künftiger Entwicklungen beginnt. Danach folgt die Implementation der daraus folgenden Zinspolitik. Die Beurteilung der aktuellen Situation ist eine anspruchsvolle Angelegenheit, weil viele, sehr relevante Informationen dem Geldpolitiker oder der Geldpolitikerin zum Zeitpunkt der Entscheidungsfindung nicht zur Verfügung stehen. Das ist auch in Mopos so. Die virtuelle Wirtschaft, die Sie hier steuern, ist einer Vielzahl von Einflüssen und Störungen ausgesetzt, die Sie nicht in jedem Fall eindeutig identifizieren können. Ihre Aufgabe wird es sein, trotz dieser unvollständigen Informationsgrundlage wichtige Entscheidungen zu fällen, die Inflation und Arbeitslosigkeit und damit den Wohlstand der Volkswirtschaft stark beeinflussen.

Mopos ist eine stochastische Simulation eines makroökonomischen Modells üblicher Bauart, mit der Sie «in Echtzeit» interagieren können. Ein derartiges Modell besteht im Kern aus fünf Gleichungen. Die erste Gleichung beschreibt die Entwicklung des Trend- oder *Potenzialoutputs*. Die zweite Gleichung stellt einen Zusammenhang her zwischen dem für die Konjunkturentwicklung wichtigen realen Zinssatz und dem durch die Notenbank kontrollierbaren nominellen Zinssatz. Diese Gleichung heisst *Fisher-Gleichung*. Die dritte Gleichung beschreibt die *gesamtwirtschaftliche Nachfrage* als Funktion des realen Zinssatzes und der vergangenen Konjunktur (man nennt diese Gleichung auch IS-Gleichung). Die vierte Gleichung schliesslich beschreibt die *Inflationsdynamik* als Funktion der Konjunktur und der vergangenen sowie erwarteten Inflation (die sogenannte Phillips-Gleichung). Die fünfte Gleichung beschreibt die Entwicklung der erwarteten Inflation. In der empirischen Literatur hat sich gezeigt, dass eine Mischung aus rückwärtsgewandten und vorausschauenden Erwartungen die Daten am besten beschreibt. Dieses System aus fünf Gleichungen wird gesteuert durch den exogen von der Notenbank kontrollierten nominellen Zinssatz und durch eine Reihe unbeobachtbarer Schocks. Das System kann mit einer *geldpolitischen Feedbackregel* geschlossen werden. Eine solche Feedbackregel simuliert eine mögliche geldpolitische Strategie. Wird diese sechste Gleichung in das Modell

---

\* Wirtschaftswissenschaftliches Zentrum, Universität Basel, E-Mail [yvan.lengwiler@unibas.ch](mailto:yvan.lengwiler@unibas.ch). Der Autor dankt Dr. Manuel Wälti (SNB) und Dr. Michael Manz (SIF) für hilfreiche Kommentare.

integriert, hängt die Entwicklung nur noch von den Schocks ab, und dem Spieler bleibt nichts mehr zu tun.

## 2. Schocks

Ökonomische Grössen sind einer Vielzahl zufälliger Einflüsse ausgesetzt: Ungünstige klimatische Bedingungen verkürzen die Skisaison, eine Firma erfindet ein wirksames Medikament gegen einfache Erkältungen und verringert dadurch die Absenzzzeiten vieler Angestellter, eine Gewerkschaft organisiert einen Streik, eine grosse Firma geht Konkurs und löst damit Zahlungsschwierigkeiten bei einigen Zulieferern sowie bei einigen ihrer ehemaligen Mitarbeitenden aus etc.

Wir erfassen derartige *Schocks* in unserem Modell durch die Verwendung einfacher stochastischer Prozesse. Wir verwenden sogenannte autoregressive Prozesse erster Ordnung (sogenannte AR[1]-Prozesse). Das bedeutet, dass ein Schock nicht nur in einer Periode wirkt, sondern eine gewisse Zeit anhält und erst mit der Zeit verschwindet. Diese mathematischen Details sind aber nicht weiter von Bedeutung.

## 3. Potenzialoutput

Unsere Wirtschaft ist durch Wachstum gekennzeichnet. Seit der industriellen Revolution ist der materielle Wohlstand der Menschen im Durchschnitt jedes Jahr gewachsen. Dieses Wachstum ist auf laufende Verbesserungen der Produktionsabläufe und Erfindungen verschiedenster Art zurückzuführen. Der *Potenzialoutput* bezeichnet die potenzielle, dauerhaft erzielbare Produktionsmenge, die eine Volkswirtschaft bei normaler Auslastung ihrer Produktionsfaktoren (also Arbeit und Kapital) herstellen kann. Es ist gewissermassen ein Mass der wirtschaftlichen Aktivität, das von kurz- und mittelfristigen konjunkturellen Schwankungen bereinigt ist.

Bei einer sehr langfristigen Betrachtung weisen entwickelte Volkswirtschaften eine fast konstante Wachstumsrate auf. Mathematisch können wir das so ausdrücken:

$$y^*(t) = g \cdot t + \varepsilon_y(t). \quad (1)$$

$t$  ist ein Zähler, der mit jedem Quartal um eins zunimmt.  $g$  ist die langfristige Trendwachstumsrate pro Quartal. Eine gute Schätzung für dieses Trendwachstum ist  $g = 0,4\%$ . Das bedeutet, dass der Potenzialoutput im Durchschnitt um 0,4% pro Quartal grösser wird.

$\varepsilon_y(t)$  ist ein AR(1)-Prozess, der Abweichungen vom langfristigen Trend anzeigt. Derartige Abweichungen können beispielsweise entstehen, wenn in einem Quartal plötzlich mehr oder weniger produktive Erfindungen implementiert werden oder die arbeitende Bevölkerung im Durchschnitt etwas früher oder etwas später in Rente geht.  $y^*$  nennen wir den *Potenzialoutput*.

#### 4. Realer und nomineller Zinssatz (Fisher-Gleichung)

Der *reale Zinssatz* ist der relative Preis von Gütern, die zu verschiedenen Zeitpunkten zur Verfügung stehen. Weil die meisten Güter nicht bereits heute zu einem künftigen Termin gehandelt werden können, ist der reale Zinssatz ein Preis, der nicht direkt beobachtbar ist.<sup>1</sup>

Der reale Zinssatz (wir bezeichnen ihn mit  $r$ ) beeinflusst, auch wenn er ein theoretisches Konstrukt ist, viele wirtschaftliche Entscheidungen. Dieser Zinssatz misst, um wie viel teurer eine Anschaffung ist, wenn sie heute anstatt zu einem späteren Zeitpunkt getätigt wird. Ein hoher realer Zinssatz führt dazu, dass wir die Anschaffung von Waschmaschinen, Autos, Häusern oder generell Investitionen aller Art tendenziell verschieben und auf einen günstigeren Zeitpunkt warten. Ein tiefer realer Zinssatz hingegen lässt Investitionen und langlebige Konsumgüter vergleichsweise billig erscheinen, sodass man diese eher tätigt bzw. anschafft.

Weil der reale Zinssatz nicht direkt beobachtet werden kann, müssen wir einen Umweg machen und den realen Zinssatz abschätzen. Zu diesem Zweck müssen wir zwei weitere Grössen miteinander in Beziehung bringen, die wir besser beobachten können. Es sind dies der nominelle Zinssatz und die Inflationsrate.

Der *nominelle Zinssatz* ist der relative Preis von Geld, das zu verschiedenen Zeitpunkten zur Verfügung steht. Es geht hier also nicht wie beim realen Zinssatz um den relativen Preis realer Güter zu verschiedenen Zeitpunkten, sondern es geht um den relativen Preis von Geldeinheiten heute im Vergleich zu morgen. Wenn Sie heute 100 Franken anlegen, dann haben Sie ein Jahr später 100 Franken plus die Rendite (den Zinssatz) Ihrer Investition. Wenn Sie heute 100 Franken Kredit aufnehmen, müssen Sie ein Jahr später die 100 Franken plus den Kreditzins darauf bezahlen. Wenn  $i$  den Zinssatz bezeichnet, dann kann man sagen, dass das Austauschverhältnis zwischen heutigem Geld und Geld in einem Jahr gleich  $1 + i$  ist.

Im Gegensatz zum realen Zinssatz ist der nominelle Zinssatz einfach zu beobachten, weil ein liquider Markt für Kredite existiert. Um weitere Einflussfaktoren, wie beispielsweise die Kreditwürdigkeit eines Debtors, auszuschalten, beschränken wir uns auf den besten Schuldner, nämlich den Staat.<sup>2</sup> Der Staat nimmt normalerweise nicht Kredite bei einer Bank auf, sondern gibt Obligationen aus. Obligationen sind nichts anderes als standardisierte Schuldscheine, die frei gehandelt werden können. Der Preis derartiger Staatsobligationen dient dazu, den sogenannten risikolosen Zinssatz zu berechnen.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Diese Aussage ist nur bedingt richtig. Der reale Zinssatz kann tatsächlich beobachtet werden, wenn ein Markt für Kontrakte existiert, die eine bestimmte Kaufkraft zu einem festgelegten Zeitpunkt auszahlen. Mit Kaufkraft ist eine Menge an Geld gemeint, die der Entwicklung des allgemeinen Preisniveaus angepasst wird. Derartige Kontrakte existieren tatsächlich in Grossbritannien und in den USA (sogenannte *Treasury Inflation Protected Securities*, oder TIPS). In der Schweiz kennen wir derartige Instrumente allerdings nicht.

<sup>2</sup> Staatskonkurse sind in der Vergangenheit zwar vorgekommen, wir beziehen uns hier aber auf relativ stabile, gut geführte Volkswirtschaften, in denen eine Zahlungsunfähigkeit des Staates äusserst unwahrscheinlich ist.

<sup>3</sup> Dieser Zinssatz ist (annähernd) frei von Konkursrisiko. Er ist aber nicht frei von Schwankungen. In diesem Sinn sind Staatsobligationen für einen Investor durchaus nicht risikolos.

Die *Inflation* ist die Geschwindigkeit (oder Rate), mit der Geld an Kaufkraft verliert. Eine Inflationsrate von 10% bedeutet, dass Sie mit der gleichen Menge an Geld 10% weniger reale Güter erhalten können. Der Grund ist, dass die Preise im Durchschnitt (das Preisniveau) um 10% angewachsen sind, d. h. die Güter im Allgemeinen teurer geworden sind. Wir bezeichnen die Inflationsrate mit  $\pi$ .

Die *Fisher-Gleichung* stellt nun eine Beziehung zwischen dem realen und dem nominellen Zinssatz und der Inflationsrate her:

$$r(t) = i(t) - \pi^e(t). \quad (2)$$

Dieser Zusammenhang ist intuitiv klar: Weil  $i$  der intertemporale Preis des Geldes und  $\pi^e(t)$  die erwartete Veränderung des relativen Preises von Gütern gegen Geld ist, ist die Differenz dieser beiden Komponenten gleich dem intertemporalen Preis der Güter, also  $r$ .

## 5. Gesamtwirtschaftliche Nachfrage (die sogenannte IS-Gleichung)

Der tatsächlich erreichte Output ( $y$ ) kann vom Potenzialoutput ( $y^*$ ) aufgrund von Störungen oder Schocks abweichen. Diese Abweichungen nennen wir *Konjunktur* oder *Output-Gap*.

Wir haben weiter oben argumentiert, dass ein hoher realer Zinssatz die Nachfrage nach Investitionsgütern und langlebigen Konsumgütern dämpft. Deshalb fügen wir in unsere Gleichung einen Ausdruck ein, der bewirkt, dass der realisierte Output kleiner wird als der Potenzialoutput, wenn der reale Zinssatz grösser ist als ein bestimmter Schwellenwert, den wir *neutralen realen Zinssatz* ( $r^*$ ) nennen.<sup>4</sup> Eine solche Situation, in der  $y$  kleiner ist als  $y^*$ , nennen wir eine *Rezession*. Wenn  $y$  grösser ist als  $y^*$ , sprechen wir von einem *Boom*:

$$y(t) = y^*(t) - \beta \cdot (r(t) - r^*) + \varepsilon_d(t).$$

$\beta$  ist ein positiver Koeffizient, d. h. eine feste positive Zahl, die angibt, wie stark der reale Zinssatz auf die Konjunktur wirkt.  $\varepsilon_d(t)$  ist wiederum ein AR(1)-Prozess, der in diesem Fall einen Nachfrageschock darstellt, also zufällige Veränderungen der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage, die nicht auf den realen Zinssatz zurückzuführen sind. Das könnten beispielsweise Veränderungen der Staatsausgaben sein oder ein Stimmungsumschwung unter den Konsumenten.

Um das Modell realistischer zu machen, nehmen wir an, dass der reale Zinssatz nicht nur gleichzeitig auf die Konjunktur wirkt, sondern zusätzlich auch mit einer gewissen Verzögerung von maximal vier Quartalen:

$$y(t) = y^*(t) - \sum_{s=0}^4 \beta_s (r(t-s) - r^*) + \varepsilon_d(t).$$

---

<sup>4</sup> Wir gehen weiter unten etwas genauer auf das Konzept des neutralen realen Zinssatzes ein.

Neben dem Zinssatz existiert ein weiterer Faktor, der einen starken Einfluss auf die Konjunktur ausübt, nämlich der Wechselkurs ( $e$ ). Wenn die Binnenwährung stark wird, dann werden unsere exportierten Güter im Ausland teurer, und entsprechend nimmt die Nachfrage des Auslandes nach unseren Produkten ab. Dies dämpft die Nachfrage und damit die Konjunktur. Die Koeffizienten  $\omega_s$  geben an, wie stark dieser Einfluss ist:

$$y(t) = y^*(t) - \sum_{s=0}^4 \beta_s (r(t-s) - r^*) - \sum_{s=0}^4 \omega_s e(t-s) + \varepsilon_d(t).$$

Es ist ein empirisches Faktum, dass die Konjunktur ein träger Prozess ist. Das bedeutet, dass, wenn in einem Quartal eine Rezession herrscht, die Wahrscheinlichkeit, dass im kommenden Quartal noch immer Rezession herrscht, mehr als fünfzig Prozent beträgt. Wir tragen diesem Umstand Rechnung, indem wir eine gewisse Glättung in die Gleichung einbauen:

$$y(t) = y^*(t) - \sum_{s=0}^4 \beta_s (r(t-s) - r^*) - \sum_{s=0}^4 \omega_s e(t-s) + \sum_{s=1}^4 \phi_s (y(t-s) - y^*(t-s)) + \varepsilon_d(t). \quad (3)$$

Diese Gleichung beschreibt die Dynamik der Konjunktur in Abhängigkeit des realen Zinssatzes, des Wechselkurses, der vergangenen Konjunktur und des Nachfrageschocks.

## 6. Inflationsdynamik (Phillips-Gleichung)

Die Inflationsrate ist die Veränderungsrate des allgemeinen Preisniveaus. Die Inflationsrate wird durch allerlei Faktoren beeinflusst. Manche davon sind zufälliger Natur. Wir nennen derartige zufällige Einflüsse Inflationsschocks ( $\varepsilon_\pi$ ). Ein Beispiel wäre etwa eine plötzliche Veränderung des Ölpreises. Ein anderes Beispiel könnte eine Anpassung von wichtigen, vom Staat administrierten Preisen (also Gebühren) sein.

Aber auch die Erwartungen, welche die Wirtschaftsteilnehmerinnen und -teilnehmer über die künftige Inflation haben ( $\pi^e$ ) haben, beeinflussen bereits die Inflation, die wir heute beobachten. Wenn die Menschen erwarten, dass die Inflation in naher Zukunft ansteigen wird, dann werden sie das beim Abschluss längerfristiger Verträge (beispielsweise Arbeits- oder Mietverträge) bereits heute in Rechnung stellen.

Diese Überlegungen führen uns zu einer ersten Gleichung zur Beschreibung der Inflationsdynamik:

$$\pi(t) = \pi^e(t) + \varepsilon_\pi(t)$$

In einem Boom – wenn also der Output grösser als das Potenzial ist – haben Firmen Mühe, die Aufträge zu erfüllen. Sie tendieren dann dazu, die Preise anzuheben, was inflationär

wirkt. Umgekehrt führt eine Rezession tendenziell zu Preisabschlägen. Der Output-Gap beeinflusst also die Inflationsrate:

$$\pi(t) = \pi^e(t) + \alpha \cdot (y(t) - y^*(t)) + \varepsilon_\pi(t).$$

Es hat sich bewährt, anzunehmen, dass der Output-Gap nicht nur sofort, sondern auch mit einer gewissen Verzögerung beeinflusst wird. Wir nehmen hier maximal vier Quartale Verzögerung an:

$$\pi(t) = \pi^e(t) + \sum_{s=0}^4 \alpha_s (y(t-s) - y^*(t-s)) + \varepsilon_\pi(t).$$

Ein weiterer Faktor, der die laufende Inflationsrate beeinflusst, ist der Wechselkurs ( $e$ ). Wenn die heimische Währung beispielsweise schwächer wird, dann werden importierte Güter teurer, was das Preisniveau bei uns anhebt. Auch hier nehmen wir eine sowohl synchrone als auch verzögerte Wirkung an:

$$\pi(t) = \pi^e(t) + \sum_{s=0}^4 \alpha_s (y(t-s) - y^*(t-s)) - \sum_{s=0}^4 \gamma_s \Delta e(t-s) + \varepsilon_\pi(t). \quad (4)$$

Neu hinzugekommen ist die Veränderung des Wechselkurses. Wenn die Binnenwährung teurer wird, der Wechselkurs also zunimmt ( $\Delta e > 0$ ), dann werden importierte Güter, gemessen in der Binnenwährung, billiger. Dies hat eine dämpfende Wirkung auf das Preisniveau und damit auf die Inflationsrate. Die umgekehrte Wirkung hat eine Abwertung ( $\Delta e < 0$ ) der Binnenwährung.

Gleichung (4) beschreibt nun die Entwicklung der Inflationsrate in Abhängigkeit der erwarteten Inflation, der vergangenen Inflation, des Output-Gaps, der Veränderung des Wechselkurses sowie eines Inflationsschocks. Man nennt eine Gleichung dieser Art auch *Phillips-Kurve* oder *aggregierte Angebotsfunktion*.

## 7. Erwartete Inflationsrate

Die Inflationserwartung ist eine zentrale Variable des Modells. Sie geht sowohl in die Phillips-Gleichung als auch in die Fisher-Gleichung ein. Inflationserwartungen sind, wie alle Erwartungen, etwas, das in die Zukunft gerichtet ist. Ein rationaler Mensch wird versuchen, die bestmögliche Prognose der Inflation zu verwenden. Wir bilden diese Idee in Mopos so ab, dass in jeder Periode eine Regression durchgeführt wird, welche die Inflationsrate für die nächsten Perioden abschätzen soll. Als erklärende Variablen kommen jeweils die vier letzten Beobachtungen der Inflationsrate, der Wachstumsrate des Outputs sowie des Wechselkurses zum Einsatz. Die resultierende Inflationsprognose bezeichnen wir mit  $\pi^{reg}(t+1)$  (regr steht für Regression).

Empirisch ist es allerdings so, dass ein Modell mit derartigen Erwartungen die Dynamik der Konjunktur selten gut abbilden kann. Aus diesem Grund ist die Inflationserwartung in Mopos folgendermassen spezifiziert,

$$\pi^e(t) = \lambda \pi^{reg}(t+1) + (1-\lambda)\pi(t-1). \quad (5)$$

Diese Gleichung besagt, dass die erwartete Inflation eine Mischung aus der mit der Regression ermittelten Prognose und der letzten, beobachteten Inflationsrate ist. Das Publikum verwendet also teilweise vorwärts- und teilweise rückwärtsblickende Erwartungen. Der Parameter  $\lambda$  steuert dabei das Gewicht der beiden Komponenten. Wenn  $\lambda = 1$  ist, dann verwendet das Publikum einfach die Inflationsprognose als ihre Inflationserwartung. Diese Spezifikation kommt der Idee von rationalen Erwartungen recht nahe. Wenn hingegen  $\lambda = 0$  ist, dann erwarten die Leute in der nächsten Periode einfach dieselbe Inflationsrate, die sie heute beobachten. Sie gehen also davon aus, dass die heutige Beobachtung die beste Prognose für die Zukunft darstellt. Derartige adaptive Erwartungen wurden in der Literatur beispielsweise so begründet, dass das Sammeln von relevanten Informationen für viele Menschen zu teuer ist, und es deshalb durchaus vernünftig sein kann, als Faustregel einfach die laufende Inflation als Signal für die künftige Inflation zu verwenden.<sup>5</sup> Der Standardwert von Mopos für den wichtigen Parameter  $\lambda$  ist 0.5. Die Erwartungen sind also zu gleichen teilen quasi-rational und adaptiv.

## 8. Geldpolitik und Feedbackregel (Taylor-Regel)

Die Notenbank tritt am Geldmarkt als potenter Anbieter und Nachfrager von kurzfristigen Krediten auf. Sie beeinflusst damit den kurzfristigen, nominellen Zinssatz. Etwas populärer ausgedrückt kann man auch sagen, dass die Notenbank bestimmt, «wie teuer das Geld ist» (= wie teuer die Kredite sind). Weil sie das Notenmonopol besitzt, könnte sie letztlich unbeschränkt Kredite ausgeben und damit die im Umlauf befindliche Geldmenge beliebig ausdehnen. Das wird sie aber nicht tun, weil ein derartiges Verhalten zu einem Ungleichgewicht zwischen den Waren, die die Wirtschaft produziert, und der im Umlauf befindlichen Geldmenge führen würde. Dies würde unweigerlich zu einem Preisschub führen.

Das oberste Ziel der Notenbank ist, die Preise langfristig zu stabilisieren. Was das genau heisst, wird nicht von jeder Notenbank gleich interpretiert. Für die schweizerische Notenbank bedeutet Preisstabilität, dass das Preisniveau pro Jahr um weniger als 2% ansteigt.

Neben diesem langfristigen Ziel kann die Notenbank aber auch die kurzfristige, realwirtschaftliche Entwicklung beeinflussen. Sie kann dies erreichen, indem sie den nominellen Zinssatz senkt, wenn eine Rezession droht, und anhebt, wenn eine Überhitzung droht. Dabei kommt es im Grunde nicht auf den nominellen, sondern auf den realen Zinssatz an. Denn es ist der reale Zinssatz, der einen Einfluss auf die gesamtwirtschaftliche

---

<sup>5</sup> J. Gali und M. Gertler, "Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis" Journal of Monetary Economics 44(2), 1999.

Nachfrage hat. Weil die Inflationsrate (und damit auch die erwartete Inflation) aber ein etwas träger Prozess ist, bewegt die Veränderung des nominellen Zinssatzes auch den realen Zinssatz (über die Fisher-Gleichung) und entfaltet so eine Wirkung auf die gesamtwirtschaftliche Nachfrage und somit auf den Konjunkturverlauf.

Die Herausforderung der Geldpolitik besteht nun darin, einerseits die Konjunktur so gut wie möglich zu glätten, aber gleichzeitig das Primärziel der Preisstabilität zu erfüllen. Es ist Ihre Aufgabe, im Verlauf des Spiels den Zinssatz so zu bewegen, dass dies erreicht wird.

Wie genau soll das gemacht werden? Wir haben vorher argumentiert, dass ein hoher realer Zinssatz die Nachfrage nach Gütern – vor allem nach Investitionsgütern und langlebigen Konsumgütern – hemmt. Ein hoher realer Zinssatz ist also geeignet, eine überhitzende Wirtschaft, d. h. eine Situation, bei der das Angebot der Entwicklung der Nachfrage nicht folgen kann, näher an den Normalzustand heranzuführen. Umgekehrt wirkt ein tiefer realer Zinssatz anregend auf die Nachfrage. Ein tiefer realer Zinssatz ist also geeignet, eine zu schwache Nachfrage anzuregen, sodass sie sich der Produktionskapazität der Wirtschaft annähert. Dazwischen liegt ein *neutraler realer Zinssatz*, der weder expansiv noch restriktiv wirkt. Nennen wir ihn  $r^*$ . Eine gute Schätzung für  $r^*$  ist 2%.

Die Notenbank kann nun den realen Zinssatz leider nicht direkt festsetzen. Sie kann durch ihre Operationen aber den nominellen Zinssatz festsetzen. Weil der reale und der nominelle Zinssatz über die Fisher-Gleichung miteinander zusammenhängen und zudem die Inflationsrate ein recht träger Prozess ist, hat die Notenbank kurzfristig durchaus einen Einfluss auf den realen Zinssatz und damit auf die Grösse, auf die es ankommt.

Machen wir ein Beispiel: Wenn wir einen realen Zinssatz von 3% erreichen wollen und die Inflationserwartung 2% beträgt, dann müssten wir, entsprechend der Fisher-Gleichung, einen nominellen Zinssatz von 5% ansteuern. Das praktische Problem dabei ist, dass wir die Inflationserwartung, die im Publikum vorherrscht, nicht gut kennen. Eine pragmatische Lösung ist, anstatt der erwarteten die aktuelle Inflationsrate zu verwenden, beispielsweise so:

$$\begin{aligned} \text{anvisierter realer Zinssatz} + \frac{1}{4}(\pi(t-1) + \pi(t-2) + \pi(t-3) + \pi(t-4)) \\ = \text{notwendiger nomineller Zinssatz.} \end{aligned}$$

In Mopos bezeichnet eine Periode ein Quartal.  $\pi(t)$  bezeichnet die auf ein Jahr hochgerechnete Quartalsinflationsrate. Deshalb ist  $\frac{1}{4}(\pi(t-1) + \pi(t-2) + \pi(t-3) + \pi(t-4))$  gleich der Jahresinflationsrate.

Welchen realen Zinssatz sollten Sie nun anvisieren? Wenn Sie die Konjunktur weder bremsen noch beschleunigen möchten, sollten Sie den neutralen Zinssatz  $r^*$  (also 2%) ansteuern. Wenn die Inflationsrate aber höher ist, als Sie tolerieren möchten, oder die reale Entwicklung zu rasant verläuft, sodass in naher Zukunft Probleme mit der Preisstabilität zu erwarten sind, dann sollten Sie einen realen Zinssatz ansteuern, der grösser ist als  $r^*$ . Wenn allerdings eine Rezession droht oder das Preisniveau gar zu fallen beginnt (Deflation), dann sollten Sie einen tieferen realen Zinssatz anvisieren.



John Taylor, ein bekannter Ökonom, hat diese Überlegungen in eine Formel gepackt:

$$i_{\text{Taylor}}(t) = r^* + \frac{1}{4}(\pi(t-1) + \pi(t-2) + \pi(t-3) + \pi(t-4)) \\ + \tau_{\pi}(\pi(t-1) - \pi^*) + \tau_y(y(t-1) - E[y^*(t-1)])$$

Die erste Zeile ist uns bereits bekannt: Es ist der nominelle Zinssatz, der dem neutralen realen Zinssatz  $r^*$  entspricht. Die untere Zeile passt diesen Zinssatz an, sodass er höher wird, wenn die Inflation zu hoch ist (über dem Zielwert  $\pi^*$ ) oder der aktuelle Output über dem (geschätzten) Potenzialoutput liegt. Taylor hat vorgeschlagen, die beiden  $\tau$ -Parameter auf 0,5 zu fixieren, und wir halten uns daran. Diese sogenannte *Taylor-Regel* führt zu einem recht volatilen Zinssatz. Es ist deshalb üblich, den Zinssatz etwas zu glätten. Wir erreichen das, indem wir jeweils nur einen Teil der Zinssatzanpassung, welche die Taylor-Regel vorschreibt, tatsächlich durchführen:

$$i_{\text{Taylor}}(t) = \rho i(t-1) + (1-\rho) \left[ r^* + \frac{1}{4}(\pi(t-1) + \pi(t-2) + \pi(t-3) + \pi(t-4)) \right. \\ \left. + \tau_{\pi}(\pi(t-1) - \pi^*) + \tau_y(y(t-1) - E[y^*(t-1)]) \right] \quad (6)$$

$\rho$  ist ein Glättungskoeffizient, der im Programm auf 0,2 festgelegt ist. Das bedeutet, dass wir in jeder Periode nur 80% des Zinsschrittes durchführen, den die Taylor-Regel vorschreibt. Gleichung (6) beschreibt den Autopiloten, den Sie im Programm einschalten können.

## 9. Fazit

Die fünf beschriebenen Gleichungen stellen eine einfache Version des bis vor kurzem üblichen Standardmodells der makroökonomischen Forschung dar. Es ist ein «stilisiertes Modell», weil es viele Einzelheiten nicht enthält: Es befasst sich nicht mit der Interaktion verschiedener Branchen, macht keinen Unterschied zwischen Hypothekenzinsen und Zinsen auf Bundesobligationen, enthält nicht einmal einen Aktien- oder Liegenschaftsmarkt, ja nicht einmal der Arbeitsmarkt ist explizit Bestandteil des Modells. Alle diese «Details» werden weggelassen. Dafür erkennen wir die grundlegende Dynamik der Konjunktur besser: Ein Produktivitätsschock beeinflusst den Potenzialoutput, verändert damit auch den realisierten Output und die Inflationsdynamik, was wiederum eine Anpassung des Zinssatzes bewirkt usw. Ein Schock des Wechselkurses hat ganz andere Wirkungen, die wir aber ebenfalls mit Konjunkturschwankungen in Verbindung bringen.

Mopos erlaubt Ihnen, dieses Modell sozusagen in Aktion zu sehen und zu erfahren, welche Dynamik es entwickelt. Sie übernehmen dabei die Rolle von Gleichung (6), der geldpolitischen Feedbackregel. Es steht Ihnen allerdings frei, sich anders zu verhalten, als es John Taylors Zinsregel nahelegt.

Ein Ziel von Mopos ist es, die Ungewissheit des Geldpolitikers oder der Geldpolitikerin zu veranschaulichen. Er oder sie muss sich ständig die Frage stellen, welche Schocks gerade am Werk sind. Es spielt eine grosse Rolle, ob eine Verlangsamung des Wachstums auf

eine Veränderung des Potenzials zurückzuführen ist (in diesem Fall sollten Sie den Zinssatz unverändert lassen) oder die Ursache in einem kurzfristigen Nachfrageschock zu suchen ist (in diesem Fall sollten Sie den Zinssatz senken). Diese Ungewissheit macht Geldpolitik zu einer aussergewöhnlich anspruchsvollen Angelegenheit.