

MoPoS – Ein Geldpolitik-Simulations-Spiel

von Yvan Lengwiler, Ressort Volkswirtschaftliche Studien,
Schweizerische Nationalbank, Zürich

MoPoS ist ein Computerspiel, das den Benutzer in die Situation einer Zentralbank versetzt und ihm erlaubt, die Geldpolitik in einer einfachen virtuellen Volkswirtschaft zu simulieren. Der Zweck des Spiels besteht darin, dem Spieler ein Gefühl für die makroökonomischen Zusammenhänge und vor allem die Möglichkeiten und Grenzen der Geldpolitik zu vermitteln. Die Software kann von der Website der SNB (www.snb.ch) heruntergeladen werden und setzt nur die Installation von Excel 97 voraus. Vom Benutzer verlangt es keine speziellen Vorkenntnisse, bietet aber eine grosse Zahl von Anwendungs- und Erweiterungsmöglichkeiten, sodass es insbesondere auch für den Wirtschaftsunterricht geeignet sein dürfte.

Die Modellwirtschaft, die dem Spiel zugrunde liegt, orientiert sich nicht an einem bestimmten Land, also auch nicht an der Schweiz. Damit ist bereits gesagt, dass das Modell weder der Schweizerischen Nationalbank zur Vorbereitung geldpolitischer Entscheide dient noch für die Erstellung der Inflationsprognose verwendet wird.

Eine Zentralbank sieht sich im Wesentlichen zwei Schwierigkeiten gegenüber. Zum einen wirken sich ihre geldpolitischen Massnahmen nicht unmittelbar, sondern mit zeitlicher Verzögerung auf die Volkswirtschaft aus. Zum anderen sieht sie sich bei der Lageanalyse mit verschiedenen Formen der Unsicherheit konfrontiert. Viele wichtige makroökonomische Variablen sind zufälligen Schwankungen ausgesetzt. Ausserdem können sie oft nicht genau gemessen werden (z. B. das Bruttosozialprodukt) und werden später revidiert. Zudem bleiben die genauen Zusammenhänge zwischen den volkswirtschaftlichen Variablen letztlich umstritten, sodass die Reaktion der Zentralbank bestenfalls optimal und kaum je ideal sein wird.

Ein Modell einer Volkswirtschaft, das die Entscheidungssituation der Notenbank realitätsnah darlegt, muss zunächst die Zusammenhänge zwischen den wichtigsten makroökonomischen Grössen – Produktion und Preise – abbilden und zeigen, wie die Zentralbank auf die Wirtschaft einwirken kann. Darüber hinaus soll es auch zum Ausdruck bringen, dass die Volkswirtschaft in jeder Periode von unvorhergesehenen Ereignissen (sogenannten Schocks) getroffen wird und sich die Situation fortlaufend verändert. MoPoS arbeitet deshalb mit einer stochastischen Simulation eines dynamischen Modells. Eine stochastische Simulation wird erzeugt, indem man die Variablen des Modells ständig einer grossen Anzahl Schocks aussetzt. In jeder Periode werden aus vorgegebenen statistischen Verteilungen Schocks gezogen

und deren Auswirkungen mit Hilfe des Modells simuliert. Die Spätwirkungen der früheren Schocks werden damit fortlaufend von den Wirkungen der jeweils neuen Schocks überlagert.¹

Ihre Aufgabe besteht darin, die Modellwirtschaft zu stabilisieren, d.h. die Inflation tief zu halten und die Produktion zu stabilisieren. Als Instrument zur Beeinflussung der wirtschaftlichen Entwicklung steht Ihnen der Zinssatz zur Verfügung, den Sie steuern können. Versuchen Sie, den Zinssatz so zu setzen, dass Sie Ihre Stabilisierungsaufgabe möglichst gut erfüllen. Sie werden nach und nach erkennen, wie auf bestimmte Konstellationen von Preis- und Outputbewegungen am besten zu reagieren ist, und Sie werden auch rasch merken, dass allzu heftige Zinsschritte in der Regel ebenso wenig zum Ziel führen wie eine zu schüchterne Politik, die den Zinssatz über lange Zeiträume unverändert lässt.

Sie können die Steuerung der Geldpolitik auch einem *Autopiloten* übertragen. Der Autopilot ist ein kleiner Geldpolitik-Experte, der den Zinssatz in Abhängigkeit von der aktuellen wirtschaftlichen Situation setzt. Mit diesem automatischen Mechanismus können Sie die Entwicklung der wichtigsten makroökonomischen Grössen verfolgen, ohne weitere Entscheidungen treffen zu müssen.

Das Spiel kann in zwei Modi gespielt werden: einfache Betriebsart und fortgeschrittene Betriebsart. Wenn das Programm gestartet wird, befinden Sie sich automatisch in der einfachen Betriebsart. Benutzern, die MoPoS noch nicht kennen, wird empfohlen, das Spiel zunächst in dieser Form kennen zu lernen. Die fortgeschrittene Betriebsart unterscheidet sich von der einfachen in zweierlei Hinsicht. Erstens erhalten Sie detailliertere Angaben über die makroökonomische Situation. Zweitens erlaubt die fortgeschrittene Betriebsart, Einfluss auf die Formulierung des Simulationsmodells zu nehmen. Sie können die Spezifikation der geldpolitischen Reaktionsfunktion verändern, Parameterwerte anpassen und die Eigenschaften der Schocks festlegen.

1 Diese Software bietet damit eine Alternative zur üblichen Darstellung im Unterricht, wo Veränderungen der Geld- und Fiskalpolitik mit Hilfe von Verschiebungen von Kurven analysiert werden. In diesem Spiel nehmen die Studenten die Wirkungen der Geld-

politik im Verlauf der Zeit wahr und können somit ein Gefühl für die Dynamik der Vorgänge entwickeln.

1. Installation und technische Voraussetzungen

Das Programm benötigt Microsoft Windows 95 oder besser und Microsoft Excel 97. Eine MacIntosh-Version steht nicht zur Verfügung. Es wurden keine Tests mit Excel 2000 durchgeführt. Es ist empfehlenswert, einen Bildschirm mit einer Auflösung von mindestens 800×600 zu verwenden, damit alle Bedienelemente problemlos entziffert werden können.

Das Programm kann von der Website der Schweizerischen Nationalbank (www.snb.ch) heruntergeladen oder auf Diskette bestellt werden.² Um das Programm über das Internet zu beziehen, öffnen Sie die Website www.snb.ch in Ihrem Browser, wählen Sie die Rubrik «Publikationen», dann die Rubrik «MoPoS-Simulationsspiel». Sie gelangen zu der Seite, von der Sie die Datei MoPoS.exe herunterladen können. Führen Sie diese Datei anschliessend aus, indem Sie sie im Windows Explorer doppelklicken. Es erscheint ein Dialogfenster (Abbildung 1). Wählen Sie Unzip, damit alle Dateien auf Ihre Festplatte kopiert werden. Nach diesem Kopiervorgang ist die Installation abgeschlossen.³

Sie starten das Spiel, indem Sie die Datei MoPoS.xls (im Verzeichnis C:\MoPoS) in Excel öffnen. Je nach Einstellung von Excel erscheint unter Umständen eine Warnung, die Sie darauf hinweist, dass Excel-Dateien mit Makros möglicherweise Viren enthalten. Um die Datei zu laden und das Spiel zu spielen, müssen Sie in diesem Fall auf Enable Macros (in der engl. Version) bzw. Makros aktivieren (in der dt. Version) klicken.

2 Das Spiel in der einfachen Betriebsart

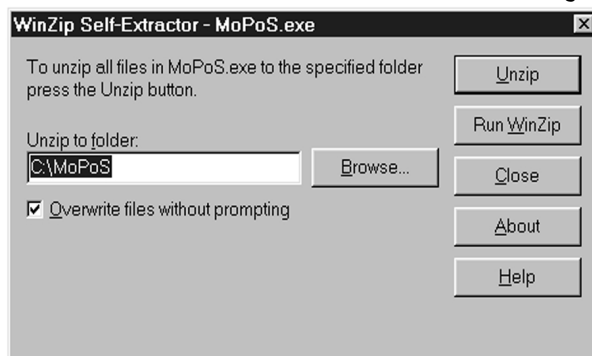
2.1 Die wichtigsten Bedienelemente

Beim Öffnen des Programms erscheint das Arbeitsblatt control. Es enthält die Steuerelemente sowie alle Informationen (in grafischer Form) über den aktuellen Zustand der simulierten Volkswirtschaft. Das Arbeitsblatt hat fünf Bereiche (siehe Abbildung 2).

Die vier Grafiken im Bereich ❶ fassen die makroökonomische Situation zusammen. Jede Grafik zeigt die Entwicklung einer wichtigen Variablen über vierzig Quartale (bzw. zehn Jahre). Die vertikalen Linien unterteilen die zehnjährige Zeitperiode in Abschnitte von zwei Jahren. Gezeigt wird oben links das reale Wirtschaftswachstum (**real output growth**), oben rechts die Inflationsrate (**inflation**), unten rechts der nominelle Zinssatz (**nominal interest rate**) und unten links der reale Zinssatz, der in dieser Grafik als Differenz zwischen dem nominellen Zinssatz und der aktuellen Inflationsrate berechnet ist (**real interest rate**). Die dicken Linien in den Inflations- und Produktionsgrafiken bilden die Veränderungen gegenüber dem entsprechenden Vorjahresquartal in Prozent ab; die dünnen Linien sind auf ein Jahr hochgerechnete prozentuale Veränderungen gegenüber dem Vorquartal.

Installation

Abbildung 1



2 Schweizerische Nationalbank, Volkswirtschaftliche Studien, Postfach, 8022 Zürich.

3 Die Dateien, die sich im Zielverzeichnis (Vorgabe C:\MoPoS) befinden sollten, sind MoPoS.xls, doc_D.pdf,

doc_F.pdf, doc_E.pdf, default.par, stronger link.par, longer lags.par, variable lag.par, stability.sim, recession.sim, inflation.sim, stagflation.sim, boom.sim, new economy.sim, stagnation.sim.

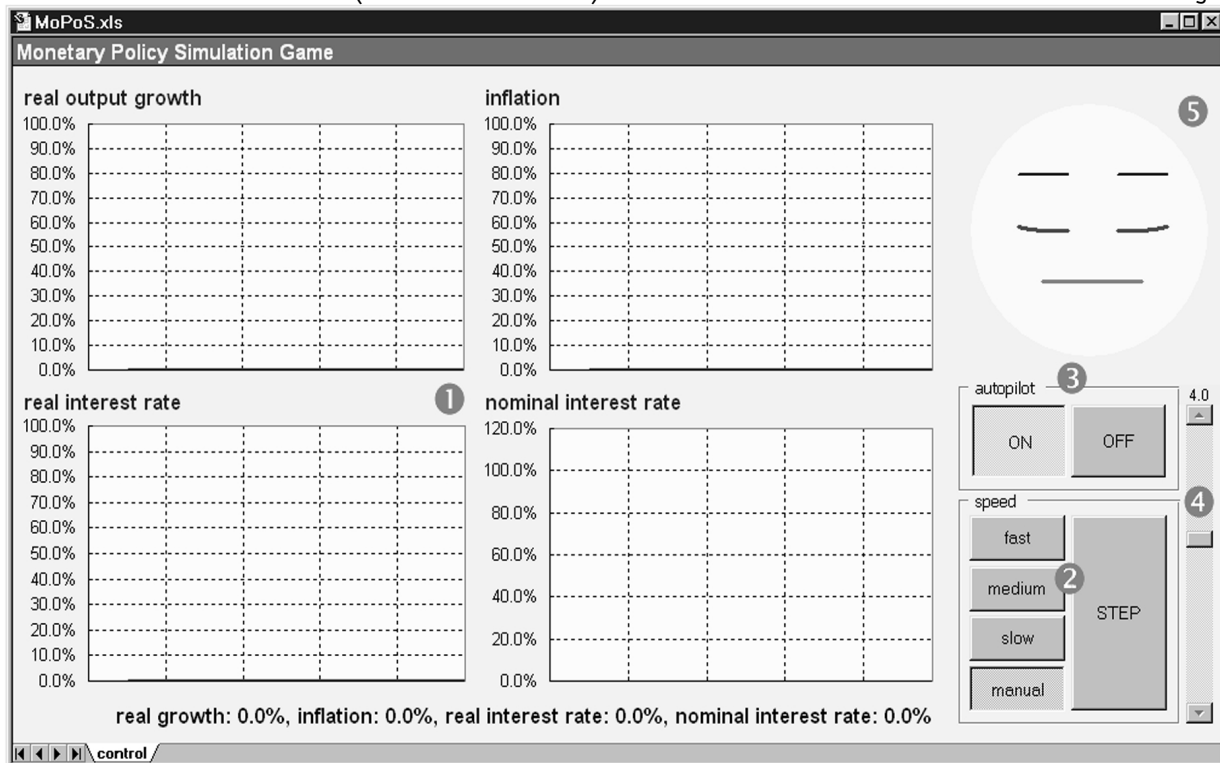
Mit den Bedienungselementen im Bereich ② kann gewählt werden, wie schnell die Simulationen voranschreiten sollen. Wenn Sie **fast** wählen, werden alle zwei Sekunden neue Schocks generiert und das Modell simuliert, bei **medium** geschieht dies alle fünf Sekunden und bei **slow** alle zehn Sekunden. Durch Klicken auf **PAUSE** kann die automatische Fortführung der Simulation unterbrochen werden, durch nochmaliges Klicken kann sie wieder in Gang gesetzt werden. Wenn Sie **manual** wählen, wird **PAUSE** durch **STEP** ersetzt. Die Simulation für das folgende Quartal wird in diesem Falle durch Klicken auf **STEP** ausgelöst.

Im Bereich ③ können Sie bestimmen, ob Sie die Geldpolitik selber steuern oder dem Autopiloten überlassen wollen. Wenn Sie auf **ON** klicken, ist der Autopilot eingeschaltet; Sie können einfach der Entwicklung der Volkswirtschaft zusehen und müssen nichts weiter tun. Durch klicken auf **OFF** wird der Autopilot ausgeschaltet und Sie können die Geldpolitik mit Hilfe des Schiebereglers ④ selber bestimmen. Der Schieberegler funktioniert wie ein Gaspedal. Schieben Sie den Regler mit Hilfe der Maus nach oben, so versorgen Sie die Wirtschaft mit zusätzlicher Liquidität und der nominelle Zinssatz sinkt. Der nominelle Zinssatz wird als Zahl oberhalb des Gaspedals angezeigt.

Das Gesicht ⑤ zeigt die Zufriedenheit und Unzufriedenheit der Öffentlichkeit mit der wirtschaftlichen Situation an. Es lächelt, wenn das Wirtschaftswachstum über dem langfristigen Durchschnitt liegt und sich die Inflation nahe bei Null bewegt. Die Miene verfinstert sich zusehends, je stärker die Situation vom Idealzustand abweicht.

Grafiken und Kontrollelemente (einfache Betriebsart)

Abbildung 2



2.2 Die Grundzüge des Modells

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten makroökonomischen Variablen und die grundlegenden Zusammenhänge zwischen diesen Variablen erläutert.⁴

Das *Produktionspotenzial* bezeichnet den Output, den die Volkswirtschaft bei einer normalen Auslastung der Kapazitäten erzielen kann. Das Produktionspotenzial steigt, wenn die Volkswirtschaft mit mehr oder qualitativ besseren Maschinen ausgestattet wird. Es steigt auch, wenn die Zahl der Arbeitskräfte oder das Ausbildungsniveau zunimmt. Im Modell nehmen wir an, dass das Produktionspotenzial im Durchschnitt mit einer konstanten Rate wächst, wobei das Wachstum vorübergehend und auf zufällige Art und Weise von diesem Durchschnitt abweichen kann. Diese Abweichungen werden beispielsweise durch technische Innovationen, durch eine Veränderung des Rentenalters oder durch Migration verursacht.

Die Entwicklung des Produktionspotenzials bestimmt die langfristige Entwicklung des aggregierten Einkommens und ist deshalb von grosser Bedeutung. Über kürzere Zeiträume hingegen kann die effektive Produktion vom Potenzial abweichen. Diese Abweichungen werden als (positive oder negative) *Output-Gap* bezeichnet. In der Hochkonjunktur leisten die Arbeitskräfte Überstunden, die Maschinen laufen bei voller Kapazität und die effektive Produktion liegt über dem Produktionspotenzial. In der Rezession nimmt die Arbeitslosigkeit zu und die Maschinen sind nicht voll ausgelastet, sodass die effektive Produktion das Produktionspotenzial nicht ausschöpft. Solche konjunkturellen Schwankungen sind recht träge, d. h. der Gap im nächsten Quartal liegt meist recht nahe beim heutigen Gap. Neben dieser historischen Komponente wird der Gap aber auch durch andere Faktoren beeinflusst. Einer dieser Faktoren ist der reale Zinssatz, also der nominale Zinssatz, der beispielsweise für einen Kredit bezahlt werden muss, minus der erwarteten Inflationsrate. Der reale Zinssatz misst, wie teuer die Nutzung von Kapital ist. Ist er tief, dann sind Kredite billig zu haben. Entsprechend werden Unternehmen mehr Investitionen tätigen und die Haushalte mehr dauerhafte Konsumgüter (beispielsweise Autos) anschaffen. Die gesamtwirtschaftliche Nachfrage nimmt zu. Wenn der reale Zinssatz hoch ist, dann ist die Nutzung von Kapital teuer und die Produktion wird, über kurz oder lang, unter das Potenzial fallen. Die Produktion wird darüber hinaus von vielen anderen Faktoren beein-

flusst, wie beispielsweise den Staatsausgaben, dem realen Wechselkurs, dem Konjunkturverlauf im Ausland usw. Veränderungen dieser Faktoren nennen wir Nachfrageschocks, weil sie die gesamtwirtschaftliche Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen beeinflussen.

Die Produktion kann das Potenzial nicht sehr lange übertreffen, ohne dass es zu Inflation kommt. Die starke Nachfrage, welche die Hochkonjunktur kennzeichnet, ermöglicht es nämlich den Unternehmen, die Preise ihrer Produkte anzuheben – die Inflation zieht an. Umgekehrt zwingt eine Rezession die Unternehmen zu Preisnachlässen – die Inflation fällt. Während einer Rezession sollte deshalb die Inflationsrate sinken. Dieser Zusammenhang zwischen dem Auslastungsgrad einer Volkswirtschaft und der Inflation heisst Phillips-Kurve (nach dem neuseeländischen Ökonomen A. W. Phillips, der diesen Zusammenhang als Erster postulierte). Die Inflation wird darüber hinaus von den Inflationserwartungen sowie durch Preisschocks beeinflusst. Beispiele derartiger Preisschocks sind Veränderungen des Mehrwertsteuersatzes oder der Weltmarktpreise wichtiger Güter (Erdöl). Die Inflationserwartungen werden im Modell durch eine separate Prognosegleichung modelliert, in die das Geldmengenwachstum, das Produktionswachstum und die Inflationsraten der Vorperioden eingehen.⁵

Das Modell wird durch eine geldpolitische Regel geschlossen, die den nominellen Zinssatz bestimmt. Die bekannteste Regel wurde von John Taylor (1997) vorgeschlagen. Die Taylor-Regel bestimmt den nominellen Zinssatz in Abhängigkeit der Inflationsrate und einer Schätzung des Gap. Wenn das Programm mit dem Autopiloten arbeitet, folgt die Geldpolitik dieser Zinsregel.⁶

4 Eine detailliertere und technischere Behandlung des Modells kann Kapitel 3.2 entnommen werden.

5 Eine elegantere Modellierung würde darin bestehen, die erwartete Inflation aus der tatsächlichen Modelllösung für die zukünftigen Inflationsraten abzuleiten. Die Berechnung solcher modellkonsistenter Erwartungen erfordert jedoch einen grossen rechnerischen Aufwand, der die Möglichkeiten von Excel übersteigt.

6 Eine derartige Feedback-Regel beschreibt nicht unbedingt die tatsächliche Geldpolitik einer Zentralbank. Mit Sicherheit beschreibt sie nicht die Geldpolitik, welche die Schweizerische Nationalbank in der Vergangenheit geführt hat.

Die Geldpolitik wird in der Praxis durch die Tatsache erschwert, dass die Wirtschaftsstatistiken, welche der Notenbank und dem Publikum zur Verfügung stehen, häufig revidiert werden. Im Spiel wird dieser Tatsache dadurch Rechnung getragen, dass die letzten Beobachtungen (der Produktion und der Inflation) zunächst mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet sind und diese Ungenauigkeit erst einige Perioden später verschwindet.

Die Mechanik des Modells lässt sich damit wie folgt beschreiben. Schocks führen zu Veränderungen des Wirtschaftswachstums und der Inflation. Betrachten wir einen Schock in Form einer Höherbewertung der einheimischen Währung. Dies reduziert die Nachfrage nach inländischen Exportgütern und die

gesamtwirtschaftliche Nachfrage. Damit nimmt der Output-Gap (definiert als Differenz zwischen der tatsächlichen Produktion und dem Produktionspotential) ab und verringert gemäss Philipps-Kurve die Inflationsrate. Bei unverändertem nominellem Zinssatz würde der Rückgang der Teuerung die Realzinsen erhöhen und damit den Druck auf die Produktion und die Inflation immer weiter verstärken. Die Zentralbank wird deshalb früher oder später die nominellen Zinssätze senken, um eine Rezession und eine Deflation zu vermeiden. Die Senkung des nominellen Zinssatzes reduziert bei unveränderten Preiserwartungen den realen Zinssatz und wirkt damit der Abschwächung der Konjunktur und der Deflationsgefahr entgegen.

Die Liquiditätsfalle

Es kann vorkommen, dass ein Zusammenspiel von Geldpolitik und Schocks eine Deflation hervorruft, d. h. zu sinkenden Preisen führt. Diese negative Inflationsrate impliziert (falls sie erwartet wird), dass der reale Zinssatz (nomineller Zinssatz minus erwartete Inflationsrate) grösser ist als der nominelle. Dies ist deshalb problematisch, weil der nominelle Zinssatz nicht unter Null sinken kann. Die Anleger haben immer die Möglichkeit, der Belastung durch einen negativen nominellen Zinssatz auszuweichen, indem sie ihr Geld in Form von Banknoten halten.

Bei einer starken erwarteten Deflation können die Realzinsen damit sehr hoch werden und die Zentralbank hat keine Möglichkeit, durch Senkung der Nominalzinsen Druck auf die Realzinsen auszuüben. Zusätzliche Liquidität, welche die Zentralbank in die Wirtschaft pumpt, wird gehortet und vermag keinen Impuls zur Wiederankurbelung der Wirtschaft zu liefern. Die Wirtschaft steckt in der *Liquiditätsfalle*.

Es ist umstritten, ob das Phänomen der Liquiditätsfalle mehr ist als eine theoretische Möglichkeit mit geringer praktischer Bedeutung. Das Konzept wurde von verschiedenen Ökonomen zur Erklärung der Weltwirtschaftskrise der 1930er Jahren verwendet. Die Liquiditätsfalle geriet aber zunehmend in Misskredit, da sich kein vergleichbares Beispiel mehr fand. Krugman (1998, 1999) griff allerdings kürzlich

auf diese Idee zurück, um die Wirtschaftsentwicklung in Japan in den 1990er Jahren zu erklären.

Das MoPoS-Modell hat aus verschiedenen Gründen viel eher die Tendenz, in die Liquiditätsfalle zu geraten als eine reale Volkswirtschaft. Die Liquiditätsfalle erfordert im Prinzip, dass die Renditen aller liquiden Anlagen Null sind (Brunner und Meltzer, 1968). Das Modell, das in MoPoS für die Simulationen verwendet wird, verfügt aber nur über einen Zinssatz. Es ist deshalb sehr viel wahrscheinlicher, im MoPoS-Modell in die Liquiditätsfalle zu geraten als in einem reichhaltigeren Modell mit einer Vielzahl von Finanzmärkten. Keynes (1936) schlug eine expansive Fiskalpolitik als Massnahme gegen die Liquiditätsfalle vor. Eine Erhöhung der Staatsausgaben, so das Argument, kann die aggregierte Nachfrage stimulieren und damit einer «Re-Inflationierung» des Systems Vorschub leisten. Ein anderer Ausweg, der über eine Abwertung der Währung funktioniert, wurde kürzlich von Svensson (2000) vorgeschlagen. Beide Massnahmen stehen in unserem Modell – geschlossene Volkswirtschaft ohne Staatssektor – nicht zur Verfügung.

Das Simulationsmodell ist somit für die Abbildung einer realen Wirtschaft in einer Liquiditätsfalle ungeeignet. Sobald die Modellwirtschaft tief genug in der Liquiditätsfalle sitzt und kein Schock gross genug ist, sie daraus zu befreien, gibt es daher auch keinen Ausweg. Es bleibt Ihnen nur, die Simulation abzubrechen und ein neues Spiel zu beginnen.

2.3 Typische Problemstellungen für den Einstieg

Im Folgenden werden vier charakteristische Problemstellungen beschrieben. Das Ziel besteht darin, den Zinssatz so zu steuern, dass eine gute Situation beibehalten werden kann, ein drohendes Problem frühzeitig abgewendet wird oder ein bestehendes Problem möglichst reibungslos korrigiert wird.

Für jedes Übungsbeispiel wurde ein Datensatz vorbereitet, der mit Simulator ► Load Simulation... geladen werden kann. Schalten Sie den Autopiloten aus (drücken Sie auf **OFF**), damit Sie den Zinssatz selber festlegen können. Am besten beginnen Sie mit **fast**, um ein Gespür für die Dynamik der Simulation zu entwickeln. Später können Sie die Aufgabe erneut laden und dann mit **manual** spielen, so dass Sie sich jede Entscheidung genauer überlegen können.

Szenario 1: Ausgeglichenes Wirtschaftswachstum. Laden Sie *stability.sim*. Die Wirtschaft hat sich in den letzten zehn Jahren recht erfreulich entwickelt. Die Inflation schwankte zwischen etwa 2% und 3% und liegt jetzt bei 1,7%. Das reale Wirtschaftswachstum schwankte zwischen 0% und 3% und befindet sich zur Zeit mit 1,7% nahe beim durchschnittlichen Potenzialwachstum (1,5%). Versuchen Sie, die Wirtschaft auf diesem stetigen Pfad zu halten.

Szenario 2: Inflation beenden. Laden Sie *inflation.sim*. Die Inflationsrate ist auf 7,1% gestiegen. Führen Sie die Inflation innerhalb von sechs Jahren auf ein erträgliches Niveau zurück. Die Rezession soll möglichst gering sein. Achten Sie darauf, nach erfolgreicher Inflationsbekämpfung nicht in eine Deflation zu geraten.

Szenario 3: Rezession beenden. Laden Sie *recession.sim*. Wir befinden uns in einer Rezession. Versuchen Sie, den Erholungsprozess zu beschleunigen, indem Sie die Geldpolitik lockern. Vermeiden Sie aber, wieder in eine Inflation zu geraten.

Szenario 4: «Soft landing.» Laden Sie *boom.sim*. Die Wirtschaft wächst schnell. Die Inflation ist nicht ausser Kontrolle geraten. Im Gegenteil, sie ist kürzlich sogar etwas gesunken (von über 3,5% auf 2,1%). Aber das Ausmass der Booms könnte eine gewisse Inflationsgefahr in sich bergen. Versuchen Sie, die Wirtschaftsentwicklung etwas abzubremsen, bevor die Inflation anzieht. Vermeiden Sie aber, in eine Rezession oder in eine Deflation abzugleiten.⁷

Sie können beliebig weitere, zufällige Szenarien generieren (mit Simulator ► Generate Random Scenario). Sie können diese abspeichern und ihnen einen Namen geben (mit Simulator ► Save Simulation...).

⁷ Im MoPoS-Verzeichnis finden sich drei weitere Szenarien: *stagflation.sim*, *new economy.sim*, *stagnation.sim*.

3 Das Spiel in der fortgeschrittenen Betriebsart

3.1 Umschalten und erweiterte Informations- und Bedienungselemente

Das Programm bietet eine Reihe weiterer Funktionen und Möglichkeiten an. Um diese nutzen zu können, müssen Sie in die «fortgeschrittene Betriebsart» umschalten. Wählen Sie dazu in der Menüleiste Simulator ► Advanced Mode. Auf Ihrem Bildschirm erscheint damit das Arbeitsblatt advanced control.

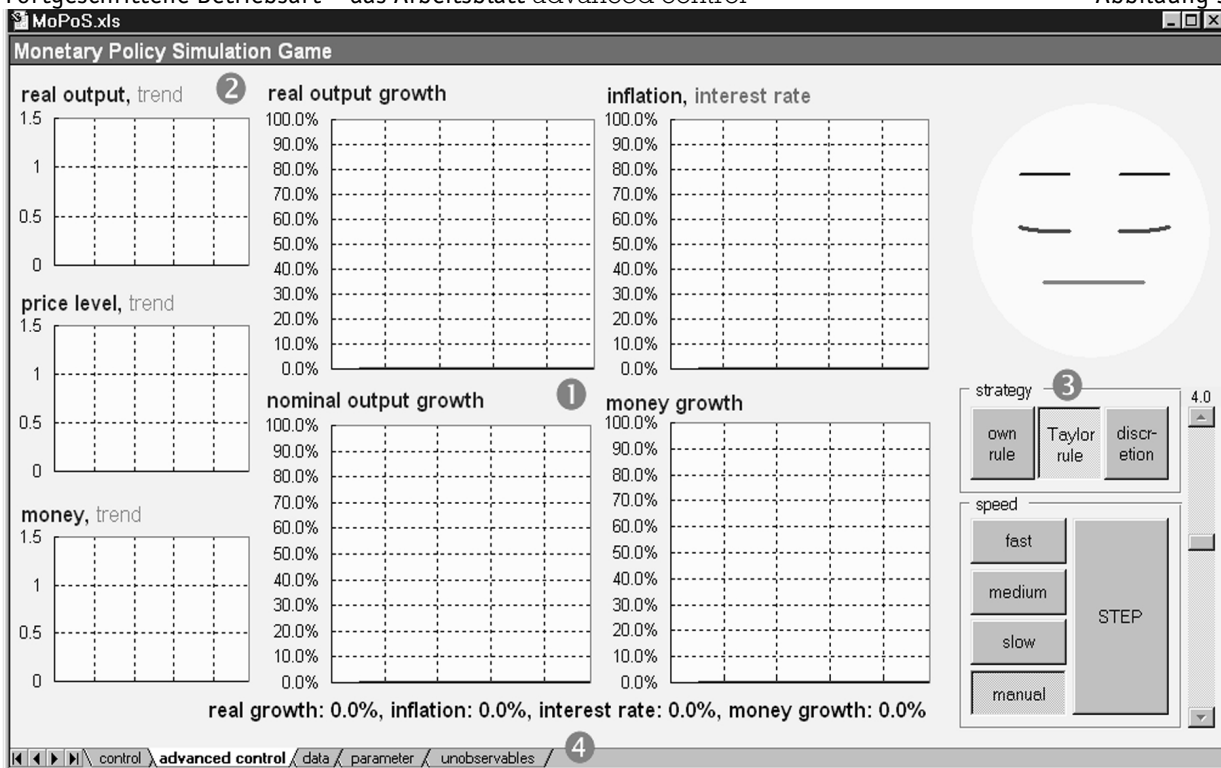
Das Arbeitsblatt advanced control enthält im Unterschied zum einfacheren Arbeitsblatt control sieben statt vier Grafiken. Es zeigt neu die Entwicklung des nominellen Produktionswachstums (**nominal output growth**) und des Geldmengenwachstums

(**money growth**), ❶. Ebenfalls neu sind die Darstellungen des Produktionsniveaus (**real output**), des Preisniveaus (**price level**) und der Geldmenge (**money**) zusammen mit dem Trend dieser drei Variablen, ❷.⁸ Im Unterschied zu control weist das Arbeitsblatt advanced control zwar keine separate Grafik für den realen Zinssatz mehr auf, doch kann dieser als Differenz zwischen dem nominellen Zinssatz (grüne Linie) und der Inflationsrate (blaue Linie) aus der Abbildung rechts oben abgelesen werden.

Die Einführung des Geldmengenwachstums und des nominellen Produktionswachstums als zusätzliche Variablen erklärt sich hauptsächlich daraus, dass diese Variablen von Zentralbanken wie auch von privaten Beobachtern als wichtige Konjunkturindikatoren herangezogen werden. Verschiedene Ökonomen haben darüber hinaus vorgeschlagen, dass sich eine regelgebundene Geldpolitik am nominellen Produktionswachstum bzw. am Geldmengenwachstum orientieren sollte (siehe auch Kapitel 3.3).⁹

Fortgeschrittene Betriebsart – das Arbeitsblatt advanced control

Abbildung 3



8 Die Niveaus sind logarithmiert.

9 Siehe Friedman (1959) für den Vorschlag eines Geldmengenziels.

Der zweite Unterschied zwischen der einfachen und der fortgeschrittenen Betriebsart betrifft die Bedienungselemente zur Wahl der Strategie, ③. Die Tasten **ON** und **OFF** heissen neu **Taylor rule** und **discretion**. Der Grund für diese neue Namensgebung ist, dass eine dritte Möglichkeit angeboten wird, nämlich **own rule**. Sie können damit einen eigenen Autopiloten (eine eigene geldpolitische Reaktionsfunktion) programmieren und für die Simulation benutzen (siehe Kapitel 3.3).

Der dritte Unterschied zur einfachen Betriebsart betrifft die Zahl der einsehbaren Arbeitsblätter, ④. Die fortgeschrittene Betriebsart stellt neben den Blättern *advanced control* und *control* drei weitere Arbeitsblätter zur Verfügung. Das Arbeitsblatt *data* zeigt die simulierten Werte der wichtigsten Modellvariablen in numerischer Form. Sie können auf dem Blatt eigene Berechnungen durchführen oder Grafiken herstellen. Eine Grafik, welche den Output-Gap gegen die Inflationsrate abträgt (die Phillips-Kurve), ist bereits beigefügt.¹⁰ Sie können auch Regressionen mit diesen Daten durchführen (mit Excels Analysis ToolPak Add-In). Das Arbeitsblatt *parameter* zeigt die Modellgleichungen und die Parameterwerte. Hier können Sie die Parameter des Modells und die statistischen Eigenschaften der Schocks verändern. Das Arbeitsblatt *unobservables* schliesslich informiert über die Daten, die weder die Notenbank noch das Publikum in der wirklichen Welt beobachten können. Darunter fallen insbesondere die Schocks, die Beobachtungsfehler und die Inflationserwartungen.

Der letzte Unterschied zur einfachen Betriebsart betrifft das Simulator-Menü in der Menüleiste von Excel. Zusätzlich zu den Funktionen, die auch in der einfachen Betriebsart angeboten werden, können in der fortgeschrittenen Betriebsart auch Parameterkombinationen abgespeichert werden (mit *Simulator* ► *Save Parameter*) oder eine Simulation mit einem festen Zeithorizont von 10 Jahren ausgelöst werden (mit *Run Simulation for 10 Years*). Weiter kann eine Saatnummer eingegeben werden, sodass die vom Zufallszahlengenerator generierte Folge von Schocks beliebig wiederverwendet werden kann (*Generate Random Scenario* ► *Choose Seed...*). Das ist besonders dann wichtig, wenn die

Leistungsfähigkeit verschiedener Modellvarianten miteinander verglichen werden soll. Ausserdem kann ein neues Szenario auf zwei Arten generiert werden.¹¹ Mit *Generate Random Scenario* ► *...with Static Expectations* wird die erwartete Inflation gleich der aktuellen Inflation gesetzt. Dies entspricht $\lambda = 0$ in der Erwartungsgleichung (4), siehe Kapitel 3.2. Mit *Generate Random Scenario* ► *...with Least Squares Expectations* entspricht λ dem im Arbeitsblatt *parameters* ausgewiesenen Wert. Die Berechnung mit statistischen Erwartungen benötigt weniger Rechenzeit, was vor allem bei langsamen Computern von Vorteil sein kann.¹² Die Einbusse an Genauigkeit der Simulation ist in den meisten Fällen minim.

10 Aufgrund der Schocks und der Inflationserwartungen resultieren Muster, die eher an Schleifen als an Kurven erinnern. Viele makroökonomische Lehrbücher zeigen solche Schleifen basierend auf Daten für die USA: Dornbusch, Fischer und Startz (1998, S. 116),

Hall und Taylor (1997, S. 465) und Mankiw (1992, S. 306). Dornbusch et al. und Mankiw verwenden für ihre Grafik das Wirtschaftswachstum bzw. die Arbeitslosenquote an Stelle des Output-Gap.

11 Wir unterscheiden das Szenario von der eigentlichen Simulation. Das Programm führt zunächst im Hintergrund eine Simulation über vierzig Jahre aus, die das Szenario liefert. Die letzten zehn Jahre dieses Szenarios erscheinen zu Beginn der eigentlichen Simulationsübung auf den Arbeitsblättern *control* und *advanced control*. Das Szenario zeigt mit anderen Worten die Vergangenheit, d. h. die Entwicklung der Volkswirtschaft vor Beginn der eigentlichen Simulation. Die letzten Werte des Szenarios dienen der Simulation als Startwerte.

12 In der einfachen Betriebsart wird das Szenario, das den Ausgangspunkt für die Simulationen abgibt, immer mit statischen Erwartungen berechnet.

3.2 Das Modell im Detail

Um die fortgeschrittene Betriebsart voll nutzen zu können, bedarf es genauerer Kenntnisse des Modells. Im folgenden wird deshalb das in Kapitel 2.2 in den Grundzügen vorgestellte Modell detaillierter diskutiert.

Modellgleichungen

Das Modell ist ein einfaches, orthodoxes Modell einer geschlossenen Volkswirtschaft. Die meisten Gleichungen sind mit einem Störterm versehen. Eine Periode entspricht einem Quartal. Alle Variablen mit Ausnahme der Zinssätze und der Inflationsrate sind logarithmiert.

Der Kern des Modells besteht aus einer Phillips-Kurven-Gleichung zur Bestimmung der Inflation, einer Gap-Gleichung zur Bestimmung der Produktion, einem stochastischen Trend für das Produktionspotenzial sowie einer Gleichung zur Bestimmung der Inflationserwartungen. Romer (2000) hat kürzlich die Meinung vertreten, ein derartiges Modell beinhalte die Essenz der heutigen makroökonomischen Theorie.¹³

$$(1) \Delta y^* = g + \text{Schock},$$

$$(2) \pi = E\{\pi\} + \left[\sum_{i=0}^4 \alpha_i \cdot (y_{-i} - y_{-i}^*) \right] \cdot 4 + \text{Schock},$$

$$(3) y - y^* = \phi \cdot (y_{-1} - y_{-1}^*) - \sum_{i=0}^4 \beta_i \cdot (i_{-i} - E\{\pi_{-i}\} - r_{-i}^*) + \text{Schock},$$

$$(4) E\{\pi\} = \lambda \cdot \pi^{ols} + (1 - \lambda) \cdot \pi_{-1}.$$

Gleichung (1) besagt, dass die potenzielle Produktion, y^* , jedes Quartal um g plus einen zufälligen Störterm (Potenzialschock) wächst. g ist in der Standardeinstellung der Parameter gleich 0,375%, sodass das Produktionspotenzial im Durchschnitt um 1,5% pro Jahr zunimmt.

Gleichung (2) ist die Phillips-Kurve zur Bestimmung der Inflationsrate. Inflationsüberraschungen, d. h. Abweichungen der Inflationsrate von der erwarteten Inflation, $\pi - E\{\pi\}$, sind eine Funktion des aktuellen Gap und der Gaps der letzten vier Quartale. Die Wirkung der Gaps auf die Inflationsrate wird mit vier multipliziert, da π und $E\{\pi\}$ auf ein Jahr hochgerechnete Quartalsveränderungsraten sind. Alle anderen Einflüsse gehen in den additiven zufälligen Störterm ein (Preisschocks).

Gleichung (3) beschreibt die aggregierte Nachfrage. Sie besagt, dass der Output-Gap $y - y^*$ zunächst eine autoregressive Komponente aufweist (der Gap gestern bestimmt teilweise den Gap heute). Zudem wird der Gap durch eine gewichtete Summe von kontemporären und verzögerten Abweichungen des realen Zinssatzes $i - E\{\pi\}$ von einem neutralen realen Zinssatz r^* beeinflusst. Der Störterm fasst alle Nachfrageschocks zusammen.

Gleichung (4) beschreibt die Erwartungsbildung. Die erwartete Inflation, $E\{\pi\}$, ist eine konvexe Kombination der Inflation der Vorperiode, π_{-1} , und einer Inflations-Prognose, π^{ols} , die auf einer einfachen Regressionsgleichung mit der Inflation, dem realen Wirtschafts- und dem Geldmengenwachstum der letzten vier Quartale als erklärenden Variablen basiert.¹⁴

Das Modell enthält ferner einen *Kontrollblock*, der das Verhalten der Zentralbank modelliert. Der Kontrollblock des Modells besteht aus drei Gleichungen:

$$(5) r^* = r^{**} + \text{Schock},$$

$$(6) i = \text{Zielzinssatz} + \text{Schock},$$

$$(7) \text{Zielzinssatz} = r^{**} + (p - p_{-4}) + \tau_\pi \cdot (p - p_{-4} - \pi^*) + \tau_y \cdot E\{\text{gap}\}.$$

r^* ist der neutrale reale Zinssatz aus Gleichung (3). Wir nehmen an, (5), dass dieser Zinssatz stochastisch um r^{**} herum schwankt. In der Standard-Einstellung von MoPoS ist r^{**} gleich 2%.

Gleichung (6) widerspiegelt die Tatsache, dass die Zentralbank den angestrebten Zinssatz in der Regel nicht genau erreichen kann. Der effektive Zinssatz, i , ist also gleich dem Zielzinssatz plus einem Kontrollfehler.

Gleichung (7) ist Taylors (1997) monetäre Feedback-Regel. Die Geldpolitik reagiert somit systematisch auf den geschätzten Output-Gap, $E\{\text{gap}\}$, und die Abweichung der Jahresinflation vom Inflationsziel, $p - p_{-4} - \pi^*$. Da der Gap nicht beobachtet werden kann,¹⁵ wird sie als Abweichung der logarithmierten Produktion von ihrem linearen Trend geschätzt. r^{**} ist der durchschnittliche neutrale reale Zinssatz, $p - p_{-4}$ ist die Jahresinflation, und π^* ist die Ziel-Inflationsrate. Die von Taylor vorgeschlagenen Parameter der Regel sind $\tau_\pi = \tau_y = 1/2$ und $\pi^* = 2\%$.

13 Sein Modell kommt allerdings ohne Trendwachstum des Produktionspotenzials aus. Unser Simulationsmodell ist also etwas komplizierter als sein Vorschlag.

14 Die Prognosegleichung zur Berechnung von π^{ols} wird in jeder Periode neu geschätzt. Im Prinzip kann es vorkommen, dass diese Regression aufgrund von Kollinearität versagt. In diesem Fall wird λ vorübergehend auf Null gesetzt.

15 Der Gap kann nicht genau beobachtet werden, weil die Abschätzung des Produktionspotenzials in der Praxis sehr schwierig ist.

Beobachtungsfehler. Sowohl das Publikum als auch die Zentralbank verfügen nicht über vollkommen verlässliche volkswirtschaftliche Daten. Die Daten über die gesamtwirtschaftliche Aktivität und über das Preisniveau (Bruttosozialprodukt-Deflator) unterliegen mehreren Revisionen. Selbst die endgültigen Daten sind nicht genaue Messungen, sondern nur Schätzungen.¹⁶ Um diesen Mängeln Rechnung zu tragen, nehmen wir an, dass die Beobachtung der aktuellen realen Produktion, y , und des aktuellen Preisniveaus, p , zunächst ungenau ist und die wahren Werte erst mit einer gewissen Verzögerung (in der Standardeinstellung sind es vier Quartale) verfügbar werden.

$$(8) \quad \begin{aligned} \text{beobachtetes } p &= \begin{cases} p + \text{Schock vor der Revision,} \\ p & \text{nach der Revision} \end{cases} \\ \text{beobachtetes } y &= \begin{cases} y + \text{Schock vor der Revision,} \\ y & \text{nach der Revision} \end{cases} \end{aligned}$$

Das Modell wird durch einen *monetären Block* ergänzt,

$$(9) \quad m - p = \gamma \cdot y - \delta \cdot i + v,$$

$$(10) \quad \Delta v = w + \text{Schock},$$

$$(11) \quad p = p_{-1} + \pi/4.$$

Gleichung (9) beschreibt das Gleichgewicht auf dem Geldmarkt (LM-Kurve). Die reale Geldnachfrage steigt mit dem realen Einkommen und fällt mit dem nominellen Zinssatz. Gemäss Gleichung (10) wächst der Lageparameter der LM-Kurve, v , mit einer stochastischen Rate von durchschnittlich w . Dies impliziert, dass die Umlaufgeschwindigkeit des Geldes einen Trend aufweist. Gleichung (11) definiert das Preisniveau.

Beachten Sie, dass der Output und das Preisniveau auch ohne die Gleichungen (9) und (10) bestimmt werden können. Die Geldmenge spielt eine weitgehend passive Rolle. Sie wirkt auf die anderen Variablen einzig über die Prognosegleichung für die Inflationserwartung, in die sie als erklärende Variable eingeht. Der Grund für die passive Rolle der Geldmenge ist, dass wir angenommen haben, die Notenbank kontrolliere den Zinssatz, sodass die Geldmenge endogen wird.¹⁷ Dennoch kann die Geldmenge für die Geldpolitik ein nützlicher Indikator sein. Da wir angenommen haben, dass die Geldnachfrage eine Funktion der wahren, nicht durch Beobachtungsfehler verzerrten Werte von p und y ist, enthält die Geld-

menge Informationen, die sonst nicht erhältlich sind. Will man der Geldmenge auch im Spiel mit dem Autopiloten eine bestimmende Rolle bei der Formulierung der Geldpolitik geben, muss die geldpolitische Reaktionsfunktion geändert werden (siehe Kapitel 3.3).

Der abschliessende Baustein des Modells ist eine *soziale Wohlfahrtsfunktion*. Sie bestimmt die Stimmung des Gesichtes auf den Arbeitsblättern *control* und *advanced control*,

$$(12) \quad \text{Stimmung} = (1 - w) \cdot (y - y_{-4} - 4 \cdot g) - w \cdot |p - p_{-4}|.$$

Das Gesicht lächelt, wenn das jährliche reale Wirtschaftswachstum, $y - y_{-4}$, den langfristigen Durchschnitt übersteigt und das Preisniveau annähernd konstant ist. Die Miene verdüstert sich, wenn die Wachstumsrate tief oder gar negativ ist und die Inflationsrate deutlich von Null abweicht (nach oben oder nach unten).

Autoregressive Schocks

Alle Schocks in den Modellgleichungen sind als AR(1)-Prozesse modelliert. Dies bedeutet, dass ein Teil des Schocks der Vorperiode, *Schock*₋₁, in den Schock der aktuellen Periode übergeführt wird,

$$(13) \quad \text{Schock} = \rho \cdot \text{Schock}_{-1} + \text{Innovation}.$$

ρ bezeichnet den Autokorrelationskoeffizienten. Falls $\rho > 0$ ist, folgt auf einen positiven Schock in der nächsten Periode wahrscheinlich nochmals ein positiver Schock; falls $\rho < 0$ ist, dann ist nach einem positiven Schock eher mit einem negativen Schock zu rechnen. Bei $\rho = 0$ ist der heutige Schock unabhängig vom Schock der Vorperiode; bei $\rho = 1$ verbleiben die Innovationen der Vergangenheit für immer im Schock, der Prozess hat also ein vollkommenes Gedächtnis (*random walk*). Falls $\rho > +1$ oder $\rho < -1$ ist, werden die Schocks immer grösser und das System explodiert.

Abbildung 4 illustriert autoregressive Prozesse mit unterschiedlichen ρ . Die Schocks können weder von der Zentralbank noch vom Publikum direkt beobachtet werden. Dennoch kann es für den Spieler instruktiv sein, die Folge der Schocks, die unsere virtuelle Volkswirtschaft im Laufe einer Simulation erlebt, näher zu betrachten. Diese Informationen können dem Arbeitsblatt *unobservables* entnommen werden. Sie können diese Daten studieren, um die Mechanik des Modells im Detail zu verstehen. Beispielsweise können Sie auf diesem Blatt den wahren Output-Gap mit dem geschätzten Gap vergleichen,

16 Siehe Orphanides (2000) und die dort zitierten Arbeiten für eine Analyse der Implikationen solcher Messfehler für die Geldpolitik.

17 Eine Alternative wäre anzunehmen, die Notenbank kontrolliere die Geldmenge, dann würde der Zinssatz endogen. Der Zinssatz und die Geldmenge sind tatsächlich zwei Seiten ein und derselben Münze.

der für die Taylor-Regel verwendet wird. Dieser wird als Abweichung des beobachteten Outputs von einem geschätzten linearen Trend berechnet. Die dritte Grafik auf dem Blatt `unobservables` stellt diese beiden Größen grafisch dar. Es ist interessant zu sehen, wie wenig zuverlässig diese Gap-Schätzung häufig ist (Orphanides und van Norden, 1999).

Die Innovationen der autoregressiven Schock-Prozesse sind in der Regel normalverteilt. Ausnahmen sind die Potenzial-, Nachfrage- und Preisschocks, die eine allgemeinere Verteilung der Innovationen zulassen. Solche allgemeineren Verteilungen können mit der `XSHOCK`-Funktion, welche die Festlegung des Kurtosis-Parameters gestattet, erzeugt werden (siehe die Erklärungen zur `XSHOCK`-Funktion im Anhang).

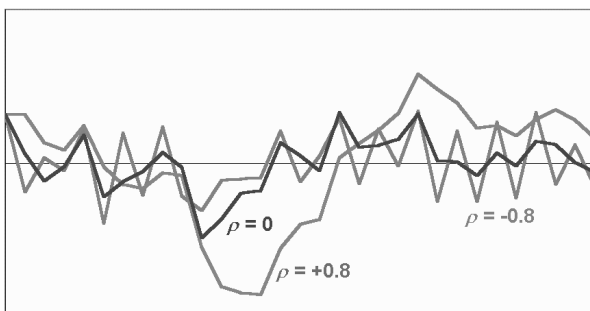
In der Standard-Einstellung von MoPoS sind die Kurtosis-Parameter der Potenzial- und Nachfrageschocks, k_y und k_d , gleich Null gesetzt, sodass die Innovationen in der Potenzial- und der Gap-Gleichung normalverteilt sind. Die Innovationen in der Inflationsgleichung (Phillips-Kurve) haben hingegen eine leicht erhöhte Kurtosis (Parameter $k_\pi = 0,3$). Dies impliziert, dass häufiger grosse Inflationsinnovationen realisiert werden als bei einer normalverteilten Innovation gleicher Varianz.

Kalibrierung

Kalibrierung nennt man die Anpassung der Parameter des Modells und der stochastischen Eigenschaften der Schock-Prozesse, sodass das Modell Simulationen erzeugt, die in einem statistischen Sinn mit einer realen Volkswirtschaft vergleichbar sind. Ich habe zunächst mit plausiblen Parametern begonnen und danach einige wichtige Parameter schrittweise so verändert, dass plausible Simulationen resultierten.¹⁸

Autokorrelierte Zufallszahlen

Abbildung 4



¹⁸ Kalibrierungen können in einer Parameter-Datei (mittels Simulator ► File ► Save Parameters...) gespeichert werden. Ich habe die statistischen Eigenschaften der Simulationen nicht systematisch mit den statistischen Eigenschaften der schweizerischen (oder einer anderen) Volkswirtschaft verglichen. Viele

andere Kalibrierungen sind deshalb wahrscheinlich ebenso plausibel und es ist sicher möglich, eine bessere Kalibrierung zu finden. Falls Sie eine Kalibrierung finden, die besonders gut funktioniert (in dem Sinne, als sie realistische Simulationen erzeugt oder eine konkrete reale Volkswirtschaft gut beschreibt), bin

Simulationen in MoPoS können bei gewissen Parameter-Kombinationen bereits nach kurzer Zeit in einer Liquiditätsfalle enden. Die Geldpolitik ist in diesem Falle machtlos. Es gelingt ihr nicht mehr, die Modellwirtschaft aus der Depression herauszuführen (siehe Box). Ich habe versucht, die Parameter so zu wählen, dass dieses Problem nicht zu stark in den Vordergrund tritt. Dennoch ist die Liquiditätsfalle in MoPoS ein häufigeres Phänomen als in der realen Welt.

3.3 Anwendungen und Erweiterungen

Dieses Kapitel illustriert, wie die Möglichkeiten der fortgeschrittenen Betriebsart genutzt werden können. Die Beispiele umfassen u.a. die Implementierung eigener geldpolitischer Regeln, die Durchführung eines Modellvergleichs mit stochastischen Simulationen und die Einführung von Modellunsicherheit (stochastische Parameter).

Experimentieren mit den Parametern

Auf dem Arbeitsblatt `parameters` können Sie alle Parameter festlegen, die das Verhalten des Simulationsmodells bestimmen. Sie können eine Parameter-Kombination mit Simulator ► File ► Save Parameter... abspeichern und mit Simulator ► File ► Load Parameter... laden. Die Datei `default.par` enthält die Standard-Parameter.

Durch Experimente mit Parametern können Sie etwas über die Wirkung einzelner Parameter lernen. Ein mögliches Experiment ist, die Verzögerungen, mit denen der reale Zinssatz auf den Output-Gap und der Gap wiederum auf die Inflationsrate wirken, zu verlängern. Tabelle 1 zeigt als Beispiel die Standard-Parameter zusammen mit den Parametern aus der Datei `longer lags.par`.

ich Ihnen dankbar, wenn Sie mir die Parameter-Datei zusenden würden (email: yvan.lengwiler@snb.ch).

Grössere Verzögerung

Tabelle 1

STANDARD	VARIANTE
$\alpha_0 = 0$	$\alpha_0 = 0$
$\alpha_1 = 0.02$	$\alpha_1 = 0$
$\alpha_2 = 0.03$	$\alpha_2 = 0.01$
$\alpha_3 = 0.01$	$\alpha_3 = 0.03$
$\alpha_4 = 0$	$\alpha_4 = 0.02$
$\beta_0 = 0.02$	$\beta_0 = 0$
$\beta_1 = 0.06$	$\beta_1 = 0.01$
$\beta_2 = 0.03$	$\beta_2 = 0.05$
$\beta_3 = 0.01$	$\beta_3 = 0.04$
$\beta_4 = 0$	$\beta_4 = 0.02$

Ein anderes Experiment ist, die Interdependenz zwischen den Gleichungen zur Bestimmung des Output-Gap und der Inflation zu verstärken. Dies führt dazu, dass sich ein Schock in einer Gleichung stärker auf die andere Gleichung überträgt. Tabelle 2 zeigt wiederum als Beispiel die Standard-Parameter zusammen mit den Parametern der Datei `stronger link.par`.

Stärkere Interdependenz

Tabelle 2

STANDARD	VARIANTE
$\alpha_0 = 0$	$\alpha_0 = 0$
$\alpha_1 = 0.02$	$\alpha_1 = 0.03$
$\alpha_2 = 0.03$	$\alpha_2 = 0.04$
$\alpha_3 = 0.01$	$\alpha_3 = 0.02$
$\alpha_4 = 0$	$\alpha_4 = 0$
$\beta_0 = 0.02$	$\beta_0 = 0.03$
$\beta_1 = 0.06$	$\beta_1 = 0.07$
$\beta_2 = 0.03$	$\beta_2 = 0.04$
$\beta_3 = 0.01$	$\beta_3 = 0.02$
$\beta_4 = 0$	$\beta_4 = 0$

Beide Varianten erschweren die Stabilisierung der Volkswirtschaft. Die Geldpolitik wird auch dann schwieriger, wenn Sie die Persistenz der Schocks (die verschiedenen ϱ) oder die autoregressive Komponente des Gap (Parameter ϕ) erhöhen. In diesen Fällen steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass die Modellwirtschaft in eine Liquiditätsfalle gerät. In die gleiche Richtung wirken grosse Varianzen der Innovationen, ein ambitioniertes Inflationsziel oder eine aggressive Feedback-Regel (grosse τ -Koeffizienten in der Taylor-Regel).

Eigene geldpolitische Regeln

Auf dem Arbeitsblatt `data` können Sie Ihre eigene geldpolitische Reaktionsfunktion definieren, indem Sie in der Zelle F4 eine Formel für den Zielzinssatz eingeben. Dieser Zinssatz wird als Ziel vorgegeben, wenn Sie auf dem Arbeitsblatt `advanced control` auf **own rule** klicken. Sie können eine beliebige Formel spezifizieren und dabei beliebige Daten verwenden, die Sie auf den Arbeitsblättern `data`, `parameters` oder `unobservables` finden. Sie sollten aber bedenken, dass eine geldpolitische Regel, die Daten vom Arbeitsblatt `unobservables` verwendet, nicht operational ist, da jene Daten weder der Zentralbank noch dem Publikum bekannt sind.

Die Formel, die in Zelle F4 als Beispiel vorgegeben ist, ist eine um ein Zinsglättungs-Argument erweiterte Taylor-Regel. Der Zinssatz wird jeweils nur halb so stark verändert wie in der ursprünglichen Taylor-Regel. Damit werden erratische Zinsbewegungen vermieden. Aber es macht die Regel auch träger, wenn deutliche geldpolitische Entscheidungen erforderlich wären.

Versuchen Sie zum Beispiel, eine Regel zu entwickeln, welche das nominelle Outputwachstum oder das Geldmengenwachstum stabilisiert.

Modellvergleich mit stochastischen Simulationen

Mit MoPoS können Sie auf einfache Weise stochastische Simulationen durchführen. Durch Klicken auf `Run Simulation for Ten Years` im Simulator-Menü wird eine Simulation des Modells über zehn Jahre (vierzig Quartale) ausgelöst. Wenn Sie dies mehrmals wiederholen und die auf den Arbeitsblättern `data` oder `unobservables` ausgewiesenen Resultate jeweils speichern (beispielsweise mit `Copy` und `Paste` in ein leeres Excel-Arbeitsblatt überführen), erhalten Sie beliebig lange künstlich erzeugte Zeitreihen aller Variablen.

Jeder Folge der vom Zufallszahlengenerator generierten Zufallszahlen (die Innovationen in unserem Modell) ist eine Zahl, die sog. Saatzahl, zugeordnet. Durch Eingabe derselben Saatzahl (mit Simulator ► Generate Random Scenario ► Choose Seed...) kann eine Schocksequenz beliebig oft wiederholt werden. Das ist hilfreich, wenn verschiedene Modellvarianten miteinander verglichen werden sollen. Die Verwendung derselben Saatzahlen in einem Modellvergleich stellt sicher, dass die Sequenz der Schocks bei allen Modellen dieselbe ist. Damit ist ausgeschlossen, dass eine Modellvariante nur deshalb besser abschneidet als eine andere, weil sie mit anderen Schocks simuliert wurde.

Vergleichen Sie beispielsweise die Leistungsfähigkeit von zwei verschiedenen geldpolitischen Regeln. Simulieren Sie beide Modellvarianten mit der gleichen Schockfolge über zehn Jahre. Wiederholen Sie dies fünf Mal (mit jeweils einer neuen Schockfolge). Berechnen Sie die Varianz der Inflationsrate und des Wirtschaftswachstums.

Stochastische Koeffizienten

Die Parameter des Modells aus Kapitel 3.2 sind deterministisch. Es ist jedoch möglich, sie stochastisch zu machen. Zu diesem Zweck müssen die Parameter mit den Funktionen SHOCK oder XSHOCK (oder mit einer anderen Funktion, die von Excel zur Generierung von Zufallszahlen bereitgestellt wird) definiert werden.¹⁹ Sie können beispielsweise den autoregressiven Koeffizienten der Gap-Gleichung stochastisch machen, indem Sie =SHOCK(0.5;0.1) in das Feld C18 des Arbeitsblattes parameters schreiben. Damit wird ϕ in jedem Simulationsschritt neu als die Realisation einer normalverteilten Zufallsvariable mit Mittelwert 0,5 und Standardabweichung 0,1 ermittelt.

Systeme mit stochastischen Parametern sind besonders schwierig zu handhaben. Die Erforschung solcher Systeme läuft unter dem Titel der *Robusten Kontrolltheorie* und ist relativ neu. Hansen und Sargent (2000) bieten eine Übersicht über die Anwendung dieser Idee auf die Makroökonomie.

Das MoPoS-Programm ist nicht in der Lage, die optimale robuste Feedback-Regel zu berechnen, genauso wenig wie es die optimale konventionelle Feedback-Regel errechnen kann. Es kann aber dazu benutzt werden, ein Modell mit stochastischen Parametern zu simulieren und somit eine vorgeschlagene robuste Regel zu testen.²⁰

19 SHOCK und XSHOCK sind neue Funktionen für Excel, die das MoPoS-Programm zur Verfügung stellt. Eine genaue Beschreibung findet sich im Anhang.

20 Bei einem Vergleich verschiedener Modellvarianten ist darauf zu achten, dass alle Modellvarianten die gleiche Anzahl Zufallsvariablen aufweisen. Wenn in einer Modellvariante ein deterministischer Koeffizient und im anderen ein stochastischer eingesetzt wird, ist diese Bedingung verletzt, sodass selbst bei Verwen-

Ein Beispiel für eine Anwendung stochastischer Parameter bietet Milton Friedmans Beobachtung, die Geldpolitik wirke mit langen und variablen Verzögerungen auf die Produktion und die Preise (Friedman, 1968). Diese Variabilität kann als stochastische Koeffizienten des realen Zinssatzes in der Gap-Gleichung modelliert werden. Tabelle 3 zeigt eine mögliche derartige Spezifikation (siehe die Parameter der Datei variable lag.par). Das Total der stochastischen β -Koeffizienten ist so festgelegt, dass es dem Total der deterministischen Koeffizienten (=0.12) entspricht. Die durchschnittliche Verzögerung der Wirkung ist aber variabel.

Stochastische Verzögerung Tabelle 3

STANDARD	VARIANTE
$\beta_0 = 0.02$	$\beta_0 = \text{SHOCK}(0.02;0.005)$
$\beta_1 = 0.06$	$\beta_1 = \text{SHOCK}(0.06;0.005)$
$\beta_2 = 0.03$	$\beta_2 = \text{SHOCK}(0.03;0.005)$
$\beta_3 = 0.01$	$\beta_3 = \text{SHOCK}(0.01;0.005)$
$\beta_4 = 0$	$\beta_4 = 0.12 - \text{SUM}(C19:C22)$

dung der gleichen Saatzahl die Schockfolge für einen bestimmten Parameter, der in beiden Modellvarianten figuriert, nicht mehr identisch ist. In diesem Falle muss der deterministische Koeffizient durch einen stochastischen ersetzt werden, dessen Varianz allerdings auf Null gesetzt wird (beispielsweise =SHOCK(0;0)).

Anhang

Excel stellt eine recht grosse Auswahl an Funktionen bereit, mit denen unterschiedlich verteilte Zufallszahlen generiert werden können. Beispielsweise können mit der Funktion TINV Student- t -verteilte Zahlen erzeugt werden. Diese Verteilung hat eine höhere Kurtosis, d.h. mehr Masse in den Enden als die Normalverteilung (*fat tails*) – eine Eigenschaft vieler ökonomischer Zeitreihen.

Die Kurtosis der t -verteilten Variablen wird durch die Anzahl Freiheitsgrade bestimmt, die aber eine positive ganze Zahl sein muss, sodass die Kurtosis bei Verwendung der t -Verteilung nur in diskreten Abständen festgelegt werden kann. Um diesem Problem zu begegnen, habe ich in MoPoS eine neue Funktion, XSHOCK, implementiert.

XSHOCK verwendet zwei unabhängige Zufallszahlen: eine Standard-normalverteilte (NSHOCK, generiert mit Excels NORMSINV-Funktion) und eine t -verteilte mit drei Freiheitsgraden (TSHOCK, generiert mit Excels TINV-Funktion).²¹ Die Funktion XSHOCK liefert eine lineare Kombination dieser zwei Zufallszahlen,

$$\text{XSHOCK} = \mu + \sigma \cdot \frac{(1-k) \cdot \text{NSHOCK} + k \cdot \frac{\text{TSHOCK}}{\sqrt{3}}}{\sqrt{(1-k)^2 + k^2}}.$$

Die Zufallszahl TSHOCK wird durch $\sqrt{3}$ dividiert, da eine t -verteilte Variable mit f Freiheitsgraden eine Varianz von $f/(f-2)$ aufweist. In unserem Fall, mit drei Freiheitsgraden, ergibt dies 3. Division durch $\sqrt{3}$ macht die Standardabweichung Eins. k ist das Gewicht, das der t -verteilten Variablen in der Linearkombination mit der Standard-normalverteilten Zufallsvariablen NSHOCK zukommt. k kontrolliert also das Mischungsverhältnis zwischen Normal- und t -Verteilung. Diese Linearkombination wird anschliessend durch $\sqrt{(1-k)^2 + k^2}$ dividiert. Dies ist notwendig, um die Verringerung der Varianz, die durch den Diversifikationseffekt der Mischung zweier unabhängiger Zufallsvariablen herbeigeführt wird, zu kompensieren. Es resultiert eine Zufallsvariable mit Mittelwert Null und Standardabweichung Eins.

Die Funktion XSHOCK (μ, σ, k) hat drei Argumente: Die ersten zwei sind der Mittelwert und die Standardabweichung, das dritte spezifiziert das Gewicht, das der t -verteilten Variable zukommt und bestimmt damit die Kurtosis. Die Formel XSHOCK(0;1;0) beispielsweise legt kein Gewicht auf die t -verteilte Komponente, erzeugt also eine normalverteilte Variable (gleich wie SHOCK(0;1)). Mit XSHOCK(0;1;1) resultiert eine t -verteilte Variable. XSHOCK(0;1;0.5) wiederum ist eine Variable, die mehr Masse in den Enden hat als die Normalverteilung, aber weniger als die t -Verteilung.

21 Drei Freiheitsgrade wurden gewählt, weil dies die kleinste Anzahl von Freiheitsgraden einer t -verteilten Variable ist, für welche der Mittelwert und die Varianz definiert sind.

Literatur

Brunner, Karl und Alan H. Meltzer. 1968. Liquidity Traps for Money, Bank Credit and Interest Rates. *Journal of Political Economy* 76: 1–37.

Dornbusch, Rüdiger, Stanley Fischer und Richard Startz. 1998. *Macroeconomics*, 7th edition. Boston: McGraw Hill.

Friedman, Milton. 1959. *A Program for Monetary Stability*. Fordham University Press.

Friedman, Milton. 1968. The Role of Monetary Policy. *American Economic Review* 58: 1–17.

Hall, Robert E. und John B. Taylor, 1997. *Macroeconomics*, 5th edition. New York: Norton.

Hansen, Lars Peter und Thomas J. Sargent. 2000. Wanting Robustness in Macroeconomics, mimeo. University of Chicago and Hoover Institution. <http://www.stanford.edu/sargent/research.html>.

Keynes, John Maynard. 1936. *The General Theory of Employment, Interest, and Money*. London: Harcourt Brace.

Krugman, Paul. 1998. It's Baaack! Japan's Slump and the Return of the Liquidity Trap. *Brookings Papers on Economic Activity* 0(2): 137–187.

Krugman, Paul. 1999. Thinking about the Liquidity Trap. Paper for the NBER/CEPR/TCER conference in Tokyo, <http://web.mit.edu/krugman/www/trioshrt.html>.

Mankiw, N. Gregory. 1992. *Macroeconomics*. New York: Worth.

Orphanides, Athanasios. 2000. Activist Stabilization Policy and Inflation: The Taylor Rule in the 1970s. Board of Governors of the Federal Reserve System, Finance and Economics Discussion Series Working Paper 2000–13. <http://www.federalreserve.gov/pubs/feds/2000/200013/200013abs.html>.

Orphanides, Athanasios und Simon van Norden. 1999. The Reliability of Output-Gap Estimates in Real Time. Finance and Economics Discussion Series Working Paper 1999–38, Board of Governors of the Federal Reserve System. <http://www.federalreserve.gov/pubs/feds/1999/199938/199938abs.html>.

Romer, David. 2000. Keynesian Macroeconomics without the LM Curve. Working Paper 7461, National Bureau of Economic Research.

Svensson, Lars E. O. 2000. The Zero Bound in an Open Economy: A Foolproof Way of Escaping from a Liquidity Trap. Bank of Japan, IMES (Ninth International Conference), Discussion Paper No. 2000–E–23. <http://www.imes.boj.or.jp/english/publication/edps/2000/00–E–23.pdf>.

Taylor, John B. 1993. Discretion versus Policy Rules in Practice. *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy* 39, 195–214.