Seminararbeit: Geldtheorie und Geldpolitik

Transmissionsprozess: Die Rolle von Erwartungen und imperfekter Information

Bern, den 23.12.2004

Daniel Niedermayer
Breitenrainstr. 37
3013 Bern
dniedermayer@student.unibe.ch
Matr. Nr.: 99-118-127

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Die Untersuchung möglicher Auswirkungen der Geldpolitik auf die Konjunktur ist bei Weitem nicht nur aus theoretischer Sicht interessant. Wären die 'richtigen' geldpolitischen Aufgaben wahrgenommen worden, so hätte die wirtschaftliche Krise während der grossen Depression vermieden oder zumindest geschwächt werden können. Von grosser praktischer Relevanz erweisen sich auch die Fragen, ob Beschäftigungsziele durch eine inflationäre Politik verfolgt bzw. gewisse geldpolitische Strategien vor anderen bevorzugt werden sollen. Ziel dieser Arbeit ist es, auf solche Fragestellungen aus der Sicht der 'Neuen Klassischen' Makroökonomie einzugehen.

Milton Friedman (1968) verdeutlichte das zentrale Defizit der damals vorherrschenden makroökonomischen Theorie: Ändernde Erwartungen als Folge von geldpolitischen Massnahmen wurden entweder vernachlässigt oder nicht zufriedenstellend modelliert. Um dieser Kritik Rechnung zu tragen, wurde am Anfang der 1970er Jahre ein neuer Ansatz entwickelt, der Marktklärung unter so genannten rationalen Erwartungen und imperfekter Information untersuchte. Diese Arbeit stellt ein zentrales Modell dieses neuen klassischen Ansatzes, den Inselansatz von Lucas (1972), in vereinfachter Form vor und diskutiert seine geldpolitischen Implikationen im Hinblick auf die obigen Fragestellungen.

Um die damalige Notwendigkeit einer neuartigen makroökonomischen Modellierung zu verdeutlichen, wird im 2. Abschnitt die Rolle der Geldpolitik aus einer geschichtlichen Perspektive diskutiert. Mittelpunkt dieser Arbeit bildet der 3. Abschnitt, in dem der Inselansatz von Lucas (1972) sowie seine Implikationen erläutert werden. Im 4. Abschnitt werden weiterführende Ansätze geschildert.

2 Geschichtliche Entwicklung

Anschauungen über die Rolle der Geldpolitik änderten sich mehrfach im Verlaufe des 20. Jahrhunderts. Ein berühmter Beitrag von Milton Friedman (1968) zeigt, welche unterschiedlichen Positionen mit teilweise entgegengesetzten Anforderungen an die Geldpolitik propagiert wurden. In den 1920ern wurde die wirtschaftliche Stabilität dem damals jungen Federal Reserve System zugesprochen und die Ansicht vertreten, Konjunkturzyklen können durch monetäre Steuerung ausgeglättet werden. Diese Meinung änderte sich schlagartig zur Zeit der grossen Depression. Untermauert von Keynes neuer Theorie fand der Glaube an eine unwirksame Geldpolitik allgemein grosse Akzeptanz. Nach der Ansicht von Keynes war die Unwirksamkeit der Geldpolitik – in schlechten wirtschaftlichen Zeiten mit hoher Arbeitslosigkeit – auf die 'liquidity trap' zurückzuführen; eine Ausweitung der Geldmenge könne demnach das Zinsniveau nicht senken und keinen positiven Effekt auf die Investitionen und die Konjunktur haben. Ferner wurde argumentiert, dass selbst dann, wenn tiefere Zinssätze erreicht werden könnten, dies kaum realwirtschaftliche Folgen hätte, da die Investitionsfunktion zu wenig zinselastisch sei. Es musste eine Alternative zur Geldpolitik gesucht werden. Diese wurde in der Fiskalpolitik gefunden. Als Folge dieser Sichtweise wurde die Aufgabe der monetären Behörde auf die Tiefhaltung des Zinsniveaus beschränkt. Tiefe Zinsen sollten dabei die Höhe der Investitionen aufrecht erhalten und die Tilgung der Staatsschulden eindämmen. Diese Entwicklung führte zu stets expansiver werdenden Geldpolitik, bis schliesslich in den 1950ern monetäre Behörden zum unvermeidbaren Schluss kommen mussten, das Zinsniveau könne nicht für immer tief gehalten werden. Auch die inzwischen gewonnene Erkenntnis, dass die grosse Depression nicht *trotz* expansiver monetärer Massnahmen sondern in Wahrheit geradezu *wegen restriktiver* Massnahmen entstand, führte dazu, die Rolle der Geldpolitik neu zu überdenken. So kam es, dass die Erreichung von Beschäftigungszielen und die Preisstabilität zur neuen geldpolitischen Agenda wurde. Auf diesem geschichtlichen Hintergrund basierend zeigt Friedman (1968) die Möglichkeiten und Grenzen der Geldpolitik auf. Da für die vorliegende Arbeit insbesondere die Grenzen von Interesse sind, werden sie nachfolgend diskutiert. Auf die Vorschläge zur Führung der Geldpolitik wird in den Schlussbemerkungen dieser Arbeit eingegangen.

Friedmans (1968) intuitive Argumentation kommt zum Schluss, dass Geldpolitik weder das reale Zinsniveau noch den Output *langfristig* beeinflussen kann. Diese beiden Ergebnisse seien an dieser Stelle diskutiert.
Die Ausweitung der Geldmenge führt zu tieferen Nominalzinsen und bei unveränderten Preiserwartungen zu tieferen Realzinsen. Dadurch werden Investitionen stimuliert und die aggregierte Nachfrage sowie das Outputniveau erhöht. Das damit verbundene höhere Realeinkommen hat jedoch nach Friedman (1968) mindestens drei Effekte, die der ursprünglichen Senkung der Realzinsen entgegenwirken: eine erhöhte Liquiditätspräferenz[1], gestiegene Kreditnachfrage und eine Erhöhung des Preisniveaus, wobei letzteres zu tieferer Realkassa und zur Rückverschiebung der LM Kurve führt. Gemäss Friedman (1968) können gestiegene (und nur langsam verschwindende) Inflationserwartungen schliesslich zu einem höheren (Nominal-) Zinsniveau führen als im ursprünglichen Zustand vorherrschte.

Die Ausweitung der Geldmenge hat eine ähnliche Wirkung auf die Beschäftigung wie auf den Zinssatz. Eine expansive Geldpolitik wirkt sich positiv auf die aggregierte Nachfrage aus. Da (Verkaufs-)Preise schneller und stärker ansteigen als Nominallöhne, sind Unternehmen ex post tieferen und Arbeitnehmer ex ante höheren Reallöhnen gegenübergestellt.[2] Dadurch weitet sich die Beschäftigung aus. Bei einer ex post Betrachtung der Arbeitnehmer, das heisst, sobald sie sich über das tiefere Realeinkommen bewusst werden, werden höhere Nominallöhne verlangt. Der steigende Reallohn begründet schliesslich den rückläufigen Effekt auf die Beschäftigung.

Obwohl die obige Ausführung viele der heute relevanten Ansichten verkörpert, fehlte es zu dieser Zeit an konsistenten Modellen, die solche Phänomene zu erklären vermochten. Erst in den 1970er Jahren kamen Ansätze auf – insbesondere von 'neuen klassischen' und 'neuen keynesianischen' Ökonomen – die kurzfristige Zusammenhänge zwischen Geldpolitik und realen Grössen sowie langfristige Geldneutralität zufriedenstellender modellierten als die damals populären Modelle der neoklassischen Synthese.[3] Eines davon ist das Modell von Lucas (1972), das den Grundstein für die 'neue klassische' Theorie legte. Dieses wird im folgenden Abschnitt diskutiert.

[1] Eine erhöhte Liquiditätspräferenz wirkt sich bei unveränderten Inflationserwartungen auf den realen Zinssatz aus.

[2] Es wird davon ausgegangen, die Arbeitsnachfrage hinge vom aktuellen und das Arbeitsangebot vom erwarteten Preisniveau ab. Dies wird begründet, indem (profitmaximierende) Unternehmen den Preis ihres Produktes beobachten können. Arbeitnehmer hingegen können die Veränderung der 'durchschnittlichen' Preise ihrer Konsumgüter nicht so einfach ermitteln und müssen sich deshalb auf ihre Preiserwartungen stützen.

[3] vgl. dazu Heijdra und van der Ploeg (2002), S.21

3 Modelle der Neuen Klassischen Theorie

Obwohl Keynesianische Modelle mit Hilfe von Annahmen über Nominalrigiditäten reale Effekte der Geldpolitik erklärten, bestand keine konsistente mikroökonomische Fundierung des Preisanpassungsprozesses. Bei der Modellierung von nicht-neutralen monetären Effekten spielt jedoch der Preisanpassungsprozess eine zentrale Rolle: wird die Geldmenge erhöht, erhöht sich bei nominalen Rigiditäten der reale Kassabestand. So lange sich der Preis nicht auf ihr neues Niveau anpasst hat diese Politik einen expansiven Effekt.
Um präziser zu sein, ist der expansive Effekt auf die rigide Preis*erwartungs*-Anpassung zurückzuführen. Wirtschaftssubjekte beobachten Nominallöhne und fällen ihre Entscheidungen über ihr Arbeitsangebot abhängig von den Erwartungen über das zukünftige Preisniveau. Werden steigende Preise erwartet, verringert sich das Arbeitsangebot und somit der Output. Dieser rückläufige Effekt besteht bis das ursprüngliche Outputniveau wieder erreicht ist und begründet die (langfristige) Neutralität des Geldes. Eine Preiserwartungs-Anpassung unter solchen so genannten *adaptiven Erwartungen* hat jedoch ein zentrales Defizit. Die Erwartungen über das Preisniveau 'hinkt' dem aktuellen Preisniveau hinterher.[4] Eine solche Modellierung impliziert demnach, dass (trotz fehlender Unsicherheit) Wirtschaftssubjekte systematische Fehler in ihren Preiserwartungen machen.
Die obigen Überlegungen liefern Gründe dazu, mögliche reale Effekte einer Geldpolitik mit Hilfe eines anderen Erwartungsbildungskonzepts zu erklären. Im Folgenden wird der Inselansatz von Lucas wie in Romer(2001) vorgestellt. Dieser Ansatz liefert eine mikroökonomisch konsistente Erklärung von nicht-neutralen Effekte der Geldpolitik bei so genannten *rationalen Erwartungen.*

3.1 Der Inselansatz von Lucas

Kern dieses Modells ist die Annahme, Wirtschaftsteilnehmer verfügten nicht über alle relevanten Informationen. Sie produzieren ein Gut, dessen Marktpreis sie beobachten. Dagegen haben sie imperfekte Informationen über das allgemeine Preisniveau. Im ursprünglichen Modell von Lucas (1972) werden imperfekte Informationen dadurch erklärt, dass überlappende Generationen angenommen werden, wobei die jüngere Generation produziert und die ältere Generation konsumiert. In dieser Situation wird ausgeschlossen, dass Individuen von den einzelnen Preisen der Konsumgüter Rückschlüsse auf das allgemeine Preisniveau machen können. Romer (2001) erklärt die Existenz imperfekter Informationen indem er annimmt, ein Haushalt bestünde aus zwei Individuen, wobei eines einkauft und das andere produziert. Unvollkommene Information wird dahingehend begründet, indem von fehlender Kommunikation zwischen den beiden Individuen ausgegangen wird.
Die obigen Annahmen über Informationsunvollkommenheiten erklären, warum das Modell von Lucas (1972) den Übernamen *Inselansatz* erhielt. Es sei angenommen[5], die Wirtschaft

[4]Bei adaptiven Erwartungen wird der Preiserwartungs-Anpassungsprozess wie folgt modelliert:

$$P_t^e = \lambda P_{t-1} + (1-\lambda) P_{t-1}^e \quad \text{mit } 0 \leq \lambda \leq 1\,.$$

Steigende Preise P_{t-1} werden nur teilweise in den Erwartungen der nächsten Periode (P_t^e) reflektiert. Stattdessen wird die Preiserwartung der Vorperiode P_{t-1}^e um einen Teil des Prognosefehlers $\lambda(P_{t-1} - P_{t-1}^e)$ korrigiert. Falls höhere Preiserwartungen – von der Arbeitsangebotsfunktion über die aggregierte Angebotsfunktion– wiederum zu höheren Preisen führen, werden Preiserwartungen immer unter dem aktuellen Preisniveau liegen. (vgl. dazu Heijdra und van der Ploeg (2002), S.62)

[5]vgl. Chari (1999)

bestünde aus zwei Inseln und es gäbe zwei Generationen: eine 'junge', die ein Gut produziert und eine 'alte', die ausschliesslich konsumiert und zwar von allen Gütern, die in der Wirtschaft hergestellt werden. Die totale Anzahl von jungen und die totale Anzahl von alten Menschen wird über alle Inseln hinweg konstant gehalten, wobei alte Menschen gleichmässig (zur Hälfte), junge hingegen zufällig auf die verschiedenen Inseln aufgeteilt werden. Weil Junge weder das Verhältnis zwischen jung und alt auf ihrer Insel noch das durchschnittliche Preisniveau auf allen Inseln kennen, entsteht durch diese unvollkommene Information Unsicherheit über die nutzenmaximierende Arbeitsmenge: Obwohl Junge den Preis ihres Gutes beobachten können, sind sie im Unklaren über den realen Wert (bzw. über den relativen Preis) ihres Gutes. Ein hoher beobachteter Preis kann entweder daher rühren, dass wenig Junge auf der Insel leben oder dass das allgemeine Preisniveau durch eine monetäre Expansion erhöht wurde. Gegenstand des Modells von Lucas (1972) ist den gleichgewichtigen Arbeitsaufwand resp. das gleichgewichtige Realeinkommen in einer solchen Volkswirtschaft zu bestimmen.
Im ersten Unterabschnitt wird das Modell von Lucas bei vollkommener Information erläutert.[6] Der zweite Teil befasst sich mit dem Kern des Modells, der Variante mit unvollkommenen Informationen. Diese Variante des Modells ermöglicht es, zwei geldpolitisch relevante Themen im letzten Unterabschnitt zu diskutieren: die *Politikineffektivität* und die *Lucas-Kritik*.

3.1.1 Das Modell mit vollkommenen Informationen

Es wird angenommen, ein Individuum i produziere ein Gut i. Dabei entspricht die produzierte Menge Q_i der aufgewendeten Arbeit L_i.

$$Q_i = L_i \tag{1}$$

Da das Gut i zum Preis P_i verkauft wird, bestimmt sich das nominale Einkommen des Individuums i aus P_iQ_i. Dieses Einkommen wird ausschliesslich für Konsumzwecke (der gleichen Periode) verwendet, wobei der reale Konsum dem realen Einkommen gleichen muss. Obwohl ein Individuum nur ein Produkt herstellt konsumiert es von allen. Folglich ist der reale Konsum C_i gegeben durch

$$C_i = \frac{P_i}{P} Q_i\,, \tag{2}$$

wobei P das allgemeine Preisniveau bezeichnet. Ferner hat die individuelle Nutzenfunktion die Form

$$U_i = C_i - \frac{1}{\gamma} L_i^{\gamma}\,, \quad \gamma > 1\,. \tag{3}$$

(3) impliziert konstanten Grenznutzen des Konsums und fallenden, negativen Grenznutzen für Arbeit. Ein nutzenmaximierendes Individuum wählt L_i so, dass (3) maximiert wird. Die resultierende optimale Menge an Arbeit ergibt sich, wenn (1) und (2) in (3) eingesetzt und nach L_i abgeleitet wird.

[6] Die Herleitung basiert auf Romer (2001), S.265-273.

$$\frac{\partial U_i}{\partial L_i} = \frac{\partial}{\partial L_i}\left(\frac{P_i}{P}L_i - \frac{1}{\gamma}L_i^{\gamma}\right) = 0$$
$$\Longrightarrow \quad L_i = \left(\frac{P_i}{P}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$$

Im Folgenden wird die logarithmische Schreibweise verwendet, wobei Kleinbuchstaben die logarithmierten Werte der Grossbuchstaben bezeichnen.

$$l_i = \frac{1}{\gamma - 1}(p_i - p) \tag{4}$$

(4) besagt, dass die optimale Menge an Arbeit bei steigendem relativem Preis von Gut i steigt. (4) widerspiegelt die grundlegende volkswirtschaftliche Vorstellung einer steigenden Arbeitsangebotsfunktion.[7]

Um ein Gleichgewicht zu finden, muss eine Nachfragefunktion spezifiziert werden. Diese wird wie folgt angenommen:

$$q_i = y + z_i - \eta(p_i - p)\,, \quad \eta > 0\,. \tag{5}$$

Dabei ist q_i die pro-Kopf Nachfrage nach Gut i, y das logarithmierte Realeinkommen pro Kopf, z_i eine Zufallsvariable mit Erwartungswert 0 und η die Preiselastizität der Nachfrage bezüglich Gut i.[8] z_i repräsentiert die Präferenz bezüglich Gut i. Diese beeinflusst die Nachfrage positiv und hat über alle Güter hinweg betrachtet einen Erwartungswert von 0. Ferner entspricht y der durchschnittlichen pro-Kopf Nachfrage nach Gütern und p dem durchschnittlichen Preisniveau.

$$y = \bar{q}_i\,, \tag{6}$$
$$p = \bar{p}_i\,. \tag{7}$$

(5) kann intuitiv erklärt werden: steigt das durchschnittliche pro-Kopf Einkommen y oder die Präferenz für Gut i (z_i) so steigt die Nachfrage nach Gut i. Bei steigenden relativen Preisen des Gutes i fällt seine Nachfrage.

Als letzte Komponente wird eine vereinfachte Form der aggregierten Nachfrage eingeführt

$$y = m - p\,. \tag{8}$$

m kann als eine Variable interpretiert werden, die einen direkten Einfluss auf die aggregierte Nachfrage hat. Um mit der obigen Definition (siehe (5)) konsistent zu sein, muss es sich bei (8) auch um pro-Kopf Grössen handeln.[9] Romer (2001) verwendet bewusst diese vereinfachte Version der aggregierten Nachfrage, da sie genügt, um die Hauptaussage des Modells

[7] Dabei kann $p_i - p$ als Reallohn interpretiert werden.

[8] Die Elastizität bestimmt sich aus $\frac{\partial Q_i}{\partial P_i} \cdot \frac{P_i}{Q_i}$. Weil $\frac{\partial \ln Q_i}{\partial Q_i} = \frac{1}{Q}$ kann die Elastizität in der logarithmierten Form als $\frac{\partial q_i}{\partial p_i}$ $(= \eta)$ geschrieben werden.

[9] Bei logarithmierten Grössen ist die Umwandlung in pro-Kopf Grössen einfach. Falls $\tilde{m}$ die gesamte Wirtschaft beschreibt ergibt sich m aus $\tilde{m} - \ln N$, wobei N der Anzahl Individuen entspricht.

zu erklären. Im Weiteren wird m als eine Variable betrachtet, die beispielsweise von der Geldpolitik beeinflusst wird.
Ein Gleichgewicht für Gut i besteht, wenn sich Angebot und Nachfrage des entsprechenden Gutes gleichen. Werden (4) und (5) gleichgesetzt, kann der Gleichgewichtspreis p_i für Gut i ermittelt werden.

$$p_i = \frac{\gamma - 1}{1 + \eta\gamma - \eta}(y + z_i) + p \tag{9}$$

Zusammen mit (7) und $E[z_i] = 0$ gilt

$$\begin{aligned} p &= \frac{\gamma - 1}{1 + \eta\gamma - \eta} y + p \quad \text{und} \\ y &= 0\,. \end{aligned} \tag{10}$$

(10) sagt aus, dass der logarithmierte Gleichgewichtsoutput unabhängig von nominalen Grössen konstant bleibt. Der Wert 0 für den Output ist dabei nebensächlich, da er durch den Term $1/\gamma$ in (3) zustande kommt.[10]
Aus (10) und (8) folgt

$$m = p\,. \tag{11}$$

(11) besagt, dass eine Erhöhung der Geldmenge, d.h. indirekt eine Erhöhung der aggregierten Nachfrage-Variablen m, mit einer proportionalen Erhöhung des Preisniveaus p einhergeht. Dass ein höheres Preisniveau p keine realwirtschaftlichen Effekte hat, ist auch aus (9) und (7) ersichtlich. Ändern sich nämlich realwirtschaftliche Variablen (η, γ, y, z_i) nicht, so bleibt der relative Preis ($p_i - p$) des Gutes i gleich. p_i wird lediglich um einen höheren Wert p schwanken. Gleich bleibende relative Preise lassen die reale Güternachfrage q_i in (5) und somit das Realeinkommen y nach (6) unverändert.
Das Resultat, wonach Geld unter den obigen Modellspezifikationen neutral ist, ist nicht weiter erstaunlich: (1) bis (7) beschreiben ein realwirtschaftliches Modell mit Gleichgewichtswerten für die reale Güternachfrage q_i und den relativen Preis ($p_i - p$) für jedes Gut i. Dadurch wird das durchschnittliche reale pro-Kopf Einkommen y ($= \bar{q}_i$) bestimmt. Mit (8) wird ein monetärer Sektor angefügt, der die Gleichgewichtslösungen von (1) bis (7), das heisst im besonderen den Wert von y, nicht verändern kann. Folglich muss eine Geldmengenexpansion mit einem gleich hohen Anstieg des (log-) Preisniveaus p einhergehen.
Daher ist die Hauptaussage bis anhin, dass bei vollkommenen Informationen Geldpolitik keine realwirtschaftliche Wirkung hat.

[10] Wäre (3) allgemeiner definiert als

$$U_i = \frac{P_i}{P} L_i - A L_i^{\gamma}$$

sähe (9) wie folgt aus:

$$p_i = \frac{\gamma - 1}{1 + \eta\gamma - \eta}\left(y + z_i + \frac{\ln(A\gamma)}{\gamma - 1}\right) + p$$

und y wäre ungleich 0. $y = 0$ gilt nur bei $A = 1/\gamma$.

3.1.2 Das Modell mit unvollkommenen Informationen

Im Folgenden wird angenommen, Individuen könnten nur den Preis ihres eigenen Gutes beobachten nicht jedoch das allgemeine Preisniveau p. Die Überlegung hinter dieser Annahme wurde am Anfang dieses Abschnittes diskutiert.
Sei r_i der (logarithmierte) relative Preis von Gut i. Dann gilt

$$p_i = p + r_i\,, \quad \text{mit } r_i = p_i - p\,. \tag{12}$$

(12) stellt offensichtlich eine Identität dar. Die linke Seite (p_i) kann beobachtet werden. Die Summanden der rechten Seite (p,r_i) sind jedoch unbekannt. Da Individuen bei der Entscheidung über ihr nutzenmaximierendes Arbeitsangebot den relativen Preis (r_i) ihres Gutes benötigen, müssen sie diesen schätzen. Lucas (1972) nimmt naheliegenderweise an, diese Schätzung erfolge in Abhängigkeit von der Beobachtung von p_i. Individuen basieren demnach ihre Entscheidung über das Arbeitsangebot auf den Erwartungswert von r_i bei gegebenem p_i und arbeiten so viel als kannten sie den relativen Preis ihres Gutes mit Sicherheit. Folglich kann (4) neu geschrieben werden als[11]

$$l_i = \frac{1}{\gamma - 1} E[r_i \mid p_i]\,. \tag{13}$$

An dieser Stelle wird der zentrale Punkt des Modells eingeführt: die Annahme über rationale Erwartungen. Das bedeutet $E(r_i|p_i)$ in (13) sei der wahre Erwartungswert von r_i bei gegebenem p_i.[12] Die Annahme rationaler Erwartungen impliziert keinesfalls, dass Individuen den relativen Preis ihres Gutes richtig schätzen können, sondern dass keine systematischen Fehler in der Schätzung von r_i auftreten. Mit anderen Worten bedeutet das, dass Individuen den relativen Preis ihres Gutes nicht systematisch über- oder unterschätzen. Diese Annahme bedingt jedoch, dass die Verteilung von r_i und p bekannt sein muss oder zumindest aus den Verteilungen von beobachteten Grössen hergeleitet wird. Dieser Punkt sorgte für anfängliche Skepsis gegenüber der rationalen Erwartungshypothese (REH), weil die Vorstellung schwer fiel, Individuen bräuchten komplexe ökonomische Modelle bei ihrer Erwartungsbildung. Trotzdem ist die REH intuitiv einfacher verständlich als die adaptive Erwartungshypothese, die ständige systematische Fehler in der Erwartungsbildung unterstellt.
Um die Implikationen des Modells aufzuzeigen, werden folgende Annahmen über m und z_i getroffen:

- für m gilt $m \sim \mathcal{N}\left(E(m), \sigma_m^2\right)$ und
- für z_i gilt $z_i \sim \mathcal{N}\left(0, \sigma_z^2\right)$ und
- $E(mz_i) = 0$.

Im Abschnitt C wird gezeigt, dass diese Annahmen konsistent sind mit der Behauptung p und r_i seien unabhängig und normalverteilt. Folglich muss auch p_i $(= p + r_i)$ normalverteilt sein.
Wenn r und p unabhängig und normalverteilt sind ergibt sich der Erwartungswert von r_i bei gegebenem p_i aus

$$E[r_i|p_i] = \alpha + \beta p_i\,. \tag{14}$$

[11] Eine präzisere Abhandlung dazu befindet sich im Abschnitt A des Anhangs.

[12] Obwohl in der Regel davon ausgegangen wird, dass Erwartungen in der Vorperiode gebildet werden, wird hier dieser Umstand wie bei Romer (2001) ignoriert und kein Zeitindex eingeführt.

Die intuitive Erklärung dazu ist, dass bei einem hohen beobachteten Güterpreis p_i ein grösserer Teil auf eine relative Preisänderung zurückzuführen ist als bei einem tiefen p_i. Abschnitt B im Anhang zeigt die analytische Herleitung dieses Zusammenhangs. Im konkreten Fall dieses Modells entspricht (14)

$$E[r_i|p_i] = \frac{\sigma_r^2}{\sigma_r^2 + \sigma_p^2}(p_i - E[p])\,. \tag{15}$$

Da (15) im Anhang aus einer formalen Perspektive diskutiert wird, wird die Gleichung hier verbal erläutert. Folgende Aussagen können zu (15) gemacht werden:

1. Wenn die Beobachtung von p_i seinem Erwartungswert entspricht (siehe (7)) wird ein relativer (log-) Preis von 0 erwartet.

2. Bei steigendem p_i wird ein grösserer relativer Preis erwartet. Das bedeutet, dass eine höhere Beobachtung von p_i zum Teil durch einen angestiegenen relativen Preis r_i erklärt wird.

3. Bei grossem σ_r^2 (das heisst $\sigma_r^2/(\sigma_r^2+\sigma_p^2) \to 1$) wird ein Anstieg des beobachteten Preises eindeutig auf einen relativen Preisanstieg zurückgeführt. Bei $\sigma_r^2 = 0$ wird hingegen $E[r_i|p_i] = 0$ (unabhängig von der Beobachtung von p_i), weil alle Schwankungen von p_i auf eine Veränderung des allgemeinen Preisniveaus zurückgeführt werden.

(15) in (13) ergibt den nutzenmaximierenden Arbeitsaufwand l_i:

$$\begin{aligned} l_i &= \frac{1}{\gamma - 1}\frac{\sigma_r^2}{\sigma_r^2 + \sigma_p^2}(p_i - E[p]) \\ &\equiv b(p_i - E[p])\,. \end{aligned} \tag{16}$$

Die oben gemachten Aussagen über (15) gelten gleich für (16) da nach (13) l_i und $E[r_i|p_i]$ als proportional betrachtet werden.
(6) und (7) verwendend gilt

$$y = b(p - E[p])\,. \tag{17}$$

(17) wird häufig als *Lucas-Angebotsfunktion* bezeichnet. Bei einer positiven Abweichung von p zu $E[p]$ werden Individuen irregeführt: Sie erwarten ein tieferes Preisniveau und haben bei der Beobachtung ihres Güterpreises p_i höhere relative Preise angenommen als dies tatsächlich der Fall war. Dementsprechend wird die Produktion ausgeweitet.
Zur Ermittlung des Gleichgewichtspreises und -outputs wird die Lucas-Angebotsfunktion (17) mit der aggregierten Nachfragefunktion (8) gleichgesetzt.

$$p = \frac{1}{1+b}m + \frac{b}{1+b}E(p)\,, \tag{18}$$

$$y = \frac{b}{1+b}m - \frac{b}{1+b}E(p)\,. \tag{19}$$

Die Gleichgewichtswerte für p und y sollten aber mit Hilfe von exogenen Variablen – das sind m, z_i, γ, η, σ_z, σ_m – ausgedrückt werden.

(18) drückt aus, dass sich nach der Realisation von m der Gleichgewichtspreis p einstellt. (18) liegt folglich eine *ex post* Betrachtung zugrunde. Vor der Realisation von m (*ex ante*) muss bei rationalen Erwartungen folgender Zusammenhang gelten.

$$E[p] = \frac{1}{1+b}E[m] + \frac{b}{1+b}E[p] \quad \text{bzw.} \tag{20}$$

$$E[p] = E[m] \tag{21}$$

Obwohl der Schritt von (18) zu (20) mathematisch problemlos erscheint, ist er aus ökonomischer Sicht kritischer zu beurteilen. Es wird impliziert, dass Individuen ihre Erwartungen im Hinblick auf die ökonomisch relevante Theorie bilden.[13]
(18) und (19) können mit Hilfe von (21) und der Identität $m = E[m]+(m-E[m])$ geschrieben werden als

$$p = E[m] + \frac{1}{1+b}(m - E[m]) \quad \text{und} \tag{22}$$

$$y = \frac{b}{1+b}(m - E[m])\,. \tag{23}$$

(22) und (23) beinhalten zwei für das Modell zentrale Komponenten: einen beobachtbaren Wert $E[m]$ und einen nicht beobachtbaren $(m - E[m])$.
Eine höhere (und ex ante nicht beobachtbare) Realisation von m erhöht bei gleich bleibendem $E[m]$ den durchschnittlichen pro-Kopf Output y und das Preisniveau p. Bei konstantem $E[m]$ bleibt das erwartete Preisniveau unverändert (siehe (21)). Die unbeobachtete Vergrösserung von m wirkt sich nach (18) auf das 'wirkliche' Preisniveau p aus. Nach (17) muss das Outputniveau steigen, weil Individuen das allgemeine Preisniveau unterschätzt resp. den relativen Preis ihres Gutes überschätzt hatten.
Bei einer beobachteten Erhöhung von $E[m]$ um Δ und konstant gehaltener monetärer 'Überraschung', $m-E[m]$, verändert sich nur das Preisniveau und nicht der Output. Die Konstanz von $m - E[m]$ bedeutet, dass jede Realisation von m um Δ steigen muss. Zusammen mit (21) kann (18) neu geschrieben werden als $p = 1/(1+b)(m+\Delta) + b/(1+b)(E[p]+\Delta) = \Delta + 1/(1+b)m + b/(1+b)E[p]$. Das heisst, nicht nur $E[p]$ sondern auch jede Realisation von p wird um Δ höher. Offensichtlich fällt aber Δ aus der Lucas-Angebotsfunktion (17) heraus: obwohl p neu um einen höheren Wert von $E[p]$ herum schwankt, führt dies nicht zu einer systematischen Über- oder Unterschätzung des Preisniveaus bzw. der relativen Preise und der Output verändert sich nicht.
Die Hauptaussage des Modells ist folglich, dass nur die unerwartete Komponente von m resp. der Geldpolitik einen realen Einfluss auf die Wirtschaft hat. Ob Geld neutral ist oder nicht hängt von der Natur der monetären Expansion ab: nur eine unantizipierte Geldmengenerhöhung hat demnach konjunkturelle Effekte. Um die Wirkung der monetären Politik anhand eines konkreten Beispiels zu erläutern, wird im folgenden Abschnitt auf die *Politikineffektivität* bei rationalen Erwartungen und auf die *Lucas-Kritik* eingegangen.
Zuvor sei jedoch bemerkt, dass das Modell mit (22) und (23) noch nicht vollständig gelöst wurde, da b die endogenen Variablen σ_r^2 und σ_p^2 enthält. Die Annahme rationaler Erwartungen impliziert jedoch, dass Individuen die Verteilung von p und r_i anhand der Verteilung

[13] Muth(1961) begründet diese Haltung wie folgt: "expectations, since they are informed predictions of future events, are essentially the same as predictions of the relevant economic theory"(Muth (1961), S.316 in Heijdra und van der Ploeg (2002)).

exogener Variablen berechnen können. Ausserdem muss gezeigt werden, dass die Annahme der Normalverteilung und Unabhängigkeit von r_i und p konsistent ist mit der Annahme, m und z_i seien normalverteilt und unabhängig. Diese Punkte werden im Abschnitt C des Anhangs diskutiert.

3.2 Politikineffektivität und Lucas Kritik

Die Behauptung der Politikineffektivität (engl. *policy ineffectiveness proposition* oder PIP) sei an dieser Stelle bereits vorweggenommen: Geldpolitik – unabhängig davon ob expansiv oder restriktiv – ist nicht im Stande, das Outputniveau zu beeinflussen. Wie im Modell von Lucas gezeigt wurde, hat nur eine unantizipierte Störung der aggregierten Nachfrage eine realwirtschaftliche Wirkung. Ändert die monetäre Behörde ihre Geldpolitik, bewirkt dies eine antizipierte Änderung der Geldmenge und hat bei rationalen Erwartungen keine Ausweitung des Outputs zur Folge.
Gestützt auf Sargent und Wallace (1975) kann dieser Ansatz mit Hilfe eines Modells wie in Heijdra et al. (2002) gezeigt werden.
Die aggregierte Angebotsfunktion in logarithmischer Form wird analog zu (17) definiert[14] als

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1(p_t - E_{t-1}p_t) + u_t\,, \quad \alpha_1 > 0\,, \tag{24}$$

wobei y_t das logarithmierte Outputniveau und p_t das logarithmierte Preisniveau bezeichnen. Wird das Preisniveau p_t unterschätzt, werden zu hohe relative Preise vermutet und die Beschäftigung wird ausgeweitet. Falls das Preisniveau seinen Erwartungen entspricht wird sich (bei $u_t = 0$) das Outputniveau dem Outputpotenzial α_0 gleichen. u_t ist ein stochastischer Störterm mit dem Erwartungswert von 0.
Die aggregierte Nachfragefunktion wird spezifiziert als

$$y_t = \beta_0 + \beta_1(m_t - p_t) + \beta_2 E_{t-1}[p_{t+1} - p_t] + v_t\,, \quad \beta_1, \beta_2 > 0\,. \tag{25}$$

m_t entspricht dabei dem Logarithmus des Geldangebots und v_t einem stochastischen Störterm mit $E[v_t] = 0$.
Wird die Realkassa $m_t - p_t$ erhöht steigt analog zum IS-LM Modell die aggregierte Nachfrage. Bei höherer Inflationserwartung $E_{t-1}[p_{t+1} - p_t]$ wird ceteris paribus (im besonderen bei Annahme gleich bleibender Nominalzinsen) ein tieferer Realzins erwartet. Dadurch werden Investitionen ausgedehnt und die aggregierte Nachfrage angehoben.
Als letztes Element des Modells ist die Politikregel der Notenbank in der Form von

$$m_t = \mu_0 + \mu_1 m_{t-1} + \mu_2 y_{t-1} + e_t\,, \tag{26}$$

gegeben. e_t ist wiederum ein stochastischer Störterm mit $E[e_t] = 0$. Wie in Heijdra et al. (2002) gezeigt, sind die Werte von μ_0, μ_1 und μ_2 abhängig von der geldpolitischen Anschauung der Notenbank. Bei einer monetaristischen Position wäre eine passive Geldpolitik[15] (d.h. mit $\mu_1 = \mu_2 = 0$) propagiert. Verfechter der Keynesianischer Geldpolitik würden hingegen

[14] Im Folgenden wird ein Zeitindex eingeführt und angenommen, Preiserwartungen in einer Periode wurden in der Vorperiode gebildet.

[15] Dies entspricht der Friedmanschen Geldmengenregel wonach die Ausweitung der Geldmenge dem langfristigen Wachstum entsprechen sollte (und da kein Wachstum angenommen wird muss demnach $\mu_1 = \mu_2 = 0$ sein). Kurzfristige Geldmengensteuerung sei wegen langen und variablen Verzögerungseffekten ('long and variable lags') unzuverlässig.

eine antizyklische Geldpolitik mit $\mu_2 < 0$ führen. Ist das Outputniveau in der Vorperiode y_{t-1} kleiner als das Outputpotenzial y^* (und sei das Modell so kalibriert, dass $e^{y^*} = Y^* = 1$ resp. $y^* = \alpha_0 = 0$), so wird die Geldmenge auf die laufende Periode hin ausgeweitet.
Im Weiteren sei zusätzlich angenommen, alle Störterme u_t, v_t und e_t seien nicht autokorreliert und voneinander unabhängig.
Das Gleichgewichtspreisniveau befindet sich an der Stelle, wo aggregierte Nachfrage und aggregiertes Angebot übereinstimmen. (24) und (25) gleichgesetzt und nach p_t aufgelöst ergibt

$$p_t = \frac{\beta_0 - \alpha_0 + \beta_1 m_t + \alpha_1 E_{t-1}[p_t] + \beta_2 E_{t-1}[p_{t+1} - p_t] + v_t + u_t}{\alpha_1 + \beta_1} \, . \tag{27}$$

Da das Modell ex post diesen Gleichgewichtswert von p_t vorhersagt, muss bei rationalen Erwartungen ex ante der Erwartungswert der rechten Seite von (27) erwartet werden. Ausnützend, dass $E_{t-1}[E_{t-1}[\cdot]] = E_{t-1}[\cdot]$ und $E_{t-1}u_t = E_{t-1}v_t = 0$ gilt

$$E_{t-1}p_t = \frac{\beta_0 - \alpha_0 + \beta_1 E_{t-1}m_t + \alpha_1 E_{t-1}p_t + \beta_2 E_{t-1}[p_{t+1} - p_t]}{\alpha_1 + \beta_1} \, . \tag{28}$$

Um die Gleichgewichtslösung für y_t zu erhalten muss gemäss der Lucas Angebotsfunktion (vgl. dazu (17) und (24)) die 'Preisüberraschung' $p_t - E_{t-1}p_t$ erhalten werden. (27)-(28) führt zu

$$p_t - E_{t-1}p_t = \frac{\beta_1}{\alpha_1 + \beta_1}[m_t - E_{t-1}m_t] + \frac{1}{\alpha_1 + \beta_1}(v_t - u_t) \, . \tag{29}$$

$m_t - E_{t-1}m_t$ entspricht der unantizipierten Änderung der Geldmenge zwischen Periode $t-1$ und t, nämlich e_t. (29) in (24) mit $m_t - E_{t-1}m_t = e_t$ führt zum – die Terminologie von Heijdra et al. (2002) verwendend – stochastischen steady-state Gleichgewichtswert von y_t.

$$y_t = \alpha_0 + \frac{\alpha_1 \beta_1 e_t + \alpha_1 v_t + \beta_1 u_t}{\alpha_1 + \beta_1} \tag{30}$$

Das Resultat ist in gewisser Weise verblüffend: weder eine passive, monetaristische noch eine aktive, Keynesianische Geldpolitik mit ihren charakteristischen μ_0, μ_1 und μ_2, vermag das Gleichgewichts-Outputniveau zu verändern.
Die Abweichung vom Outputpotenzial $y_t - \alpha_0$ wird nur von den stochastischen Störtermen e_t, u_t und v_t bestimmt. Die Aussage von (30) ist so zu erklären, dass nur eine unantizipierte Preisänderung verursacht durch eine unantizipierte Geldmengenänderung zur Erhöhung des Outputs führt. μ_0, μ_1 und μ_2 wirken sich auf den Erwartungswert von m_t aus, das heisst, sie verschieben lediglich die Verteilung von m_t. Obwohl dadurch (siehe (21)) das Preisniveau verändert wird, verändert sich auch jede Realisation von p um so viel, dass die unantizipierte Komponente $p_t - E_{t-1}p_t$ gleich bleibt. Deshalb können alle beobachteten Variablen des Modells wie μ_0, μ_1 und μ_2 keine realwirtschaftlichen Effekte haben. Diese Aussage liegt der Behauptung der Politikineffektivität zu Grunde.

Eine berühmte Anwendung der PIP findet man im Kontext der Phillips Kurve. Obwohl nachfolgend die Details des Modells nicht erläutert werden, seien hier doch die Grundzüge erklärt. Die Phillips Kurve zeigt einen positiven statistischen Zusammenhang zwischen Outputniveau und Inflation. Dies suggeriert, dass die Geldmenge erhöht werden könnte, um den Output zu erhöhen bzw. um die Arbeitslosigkeit zu senken. Dies widerspricht jedoch der PIP.

Tatsächlich bricht der statistische Zusammenhang zwischen Output und Inflation zusammen, wenn die Notenbank diese Beziehung ausnützen will. Dies wird darauf zurückgeführt, dass rationale Individuen die Änderung der geldpolitischen Strategie in ihren Erwartungen berücksichtigen und sich nicht täuschen lassen. Diese Sicht wird in der Theorie des 'expectation-augmented Phillips Curve' vertreten. Die Korrelation zwischen Beschäftigung und Inflation ist einerseits auf unerwartete Geldmengenänderungen und andererseits auf die Grenzen der Anwendbarkeit der PIP zurückzuführen. Das Letztere wird im nächsten Abschnitt diskutiert.

Ein weiteres überraschendes Ergebnis zeigt sich in der so genannten *Lucas-Kritik*. Lucas (1976) argumentiert, die damals populären ökonometrischen Modelle über die Wirkung verschiedener geldpolitischer Strategien seien nutzlos. Obwohl bei einer ökonometrischen Schätzung von geldpolitisch relevanten Variablen gewisse Resultate erhalten werden, verändern sich diese im Verlaufe der Zeit und zwar dann, wenn neue geldpolitische Strategien die Erwartungen verändern. In wie fern dieser Ansatz von Relevanz ist und welche weitere Modellansätze zur Erklärung von nicht-neutralen Effekten der Geldpolitik existieren, ist Bestandteil des nächsten Abschnitts.

4 Beurteilung und weitere Ansätze

Wie im vorangehenden Abschnitt erläutert wurde, ist die PIP eine Implikation des Inselansatzes, wonach systematische Änderungen der Geldpolitik keinen Einfluss auf die reale Wirtschaft haben. Da jedoch aus empirischer Sicht expansive Geldpolitik mit Outputwachstum (zumindest in der kurzen Frist) korreliert, stellt sich die Frage, ob dieser Zusammenhang durch die unantizipierte Komponente der Geldpolitik entsteht oder als Folge einer systematischen Kausalität zu interpretieren ist. Fischer (1977) zeigt[16], dass die Annahme von rationalen Erwartungen nicht zwingend zur PIP führen muss. Fischer (1977) modelliert eine Volkswirtschaft mit zwei überlappenden Generationen, wobei jede Generation Lohnkontrakte über zwei Perioden abschliesst. Es entstehen dadurch Nominalrigiditäten, da am Anfang jeder Periode eine Generation (die 'alte') an den Lohnvertrag gebunden ist. Fischer (1977) verdeutlicht, dass in einer solchen Modellspezifikation trotz rationaler Erwartungen nicht-neutrale Effekte der Geldpolitik auftreten können. Solche so genannte 'Neue Keynesianische' Modelle basieren demnach auf Preisstarrheiten anstatt auf unvollkommener Information und beschreiben im Gegensatz zu Modellen der Neuen Klassiker keine stochastischen Gleichgewichte sondern Zustände ohne Marktklärung.
Eine Möglichkeit nicht-neutrale Effekt mit Hilfe von Neuen Klassischen Ansätzen zu erklären, besteht in der Einführung von Lernprozessen. Demnach sollen Individuen ihre Erwartungen nach einer systematischen Änderung der Geldpolitik nicht sofort anpassen sonder eine gewisse Zeit benötigen, um auf diese Information zu reagieren. Anstatt Preisstarrheiten werden Starrheiten in der Erwartungsbildung unterstellt und realwirtschaftliche Effekte der Geldpolitik auf diese zurückgeführt. Heijdra et al. (2002) weisen jedoch auf das Fehlen von glaubhaften Modellen dieser Art hin.
Ein Defizit des Modells von Lucas (1972) besteht in Bezug auf Persistenzeffekte. Chari (1999) deutet darauf hin, dass obwohl die Verunsicherung von Wirtschaftssubjekten bezüglich einer geldpolitischen Strategieänderung Persistenzeffekte von zwei bis drei Monaten verursachen könnte, es schwer sei, Persistenzeffekte über zwei bis drei Jahre zu er-

[16] vgl. dazu Heijdra et al. (2002)

klären. Der Gedanke, Individuen seien über diese Zeitspanne hinweg fehlinformiert, sei nicht überzeugend.

Woodford (2003) verfolgt einen Ansatz mit unvollständig verbreiteten Informationen[17] (engl. *imperfect common knowledge*). Im Gegensatz zum Inselansatz, in dem Informationen über monetäre Schocks über alle Inseln hinweg verbreitet sind, werden ex ante private Informationen eingeführt. Im Kontext des Inselansatzes bedeutet dies unterschiedliche Informationen und unterschiedliche Preiserwartungen auf den Inseln. Ui (2003) zeigt, dass in einem solchen Fall die Aggregation von (16) nicht zu (17) führt, weil die durchschnittliche Preiserwartung auf allen Inseln nicht der Preiserwartung auf einer Insel entsprechen muss. Dies führt schliesslich dazu, dass das stochastische Gleichgewicht von (23) nicht nur von unantizipierten Schocks sondern auch vom Grad der imperfekt verbreiteten Informationen abhängt und dass Nichtneutralitäten der Geldpolitik auftreten können.

5 Schlussbemerkungen

In dieser Arbeit wurde der Inselansatz von Lucas (1972) vorgestellt. Das Modell zeigt, dass bei vollständiger Preisflexibilität, imperfekter Information über relative Preise sowie bei rationalen Erwartungen, systematische Änderungen der Geldpolitik keine realwirtschaftlichen Folgen haben. Dieses Ergebnis wird empirisch durch die Phillips Kurve unterstützt: obwohl Beschäftigung und Inflation korrelieren, bricht der statistische Zusammenhang zusammen, sobald die monetäre Behörde ihn auszunützen versucht. Dies wird beim Inselansatz darauf zurückgeführt, dass geldpolitische Änderungen dieser Art antizipiert werden und dadurch keine Ausweitung der Beschäftigung zur Folge haben. Aus diesem Grund sei es nicht sinnvoll, ein langfristiges Beschäftigungsziel zu verfolgen.
Das Argument von Sargent und Wallace (1975) geht dabei einen Schritt weiter: da jede geldpolitische Strategie sich durch eine systematische Komponente unterscheidet, wird keine davon 'besser' oder 'schlechter' sein. Fischer (1977) widerlegt jedoch diese Behauptung mit der Begründung, dass bei der Einführung von Nominalrigiditäten trotz rationaler Erwartungen unterschiedliche geldpolitische Strategien unterschiedliche Wirkungen haben können.
Um auf die bedeutsame Rede von Friedman (1968) zurückzukommen, sei vermerkt, dass aus dem Gesichtspunkt der Neuen Klassischen Theorie die Vorschläge von Friedman (1968) – selbst wenn nicht ganz aus den gleichen Gründen – unterstützt werden können. Friedman schlägt eine passive Geldpolitik mit einer konstanten Wachstumsrate von 3-5% vor. Grosse Umschwünge, das heisst plötzliche Expansion oder Restriktion der Geldmenge, sollten vermieden werden, weil dadurch Unsicherheit über die zukünftige Preisentwicklung entsteht, wobei die Konjunktur geschwächt wird. Diese Aussage steht grundsätzlich im Einklang mit der Implikation des Inselansatzes, wonach die Geldpolitik für konjunkturelles 'fine tuning' ungeeignet sei.
Lucas neuartiger Ansatz, gekennzeichnet durch die Modellierung einer Volkswirtschaft mit flexiblen Preisen, imperfekter Information und Individuen mit rationalen Erwartungen, ebnete den Weg für die Entstehung weiterer Modelle. Lucas wurde 1995 für seine Beiträge an die Makroökonomie mit dem Nobelpreis ausgezeichnet. Sein Inselansatz gilt bis heute als eines der zentralsten Modelle der neuen Makroökonomie.

[17] vgl. dazu Ui (2003).

Anhang

A Nutzenmaximierung unter unvollkommener Information

Um den maximalen Erwartungsnutzen bei gegebenem (beobachtetem) Güterpreis p_i zu bestimmen wird der Erwartungswert von (3) nach L_i abgeleitet und 0 gesetzt.

$$\frac{\partial E(U_i \mid p_i)}{\partial L_i} = 0$$

$$L_i = E\left[\left(\frac{P_i}{P} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \middle| p_i \right] \tag{A-1}$$

Das Problem stellt sich beim Logarithmieren der rechten Seite von (A-1). $\exp(r_i) = P_i/P$ in (A-1) eingesetzt und beide Seiten logarithmiert ergibt

$$l_i = \ln E\left[e^{\frac{1}{\gamma-1} r_i} \middle| p_i \right]$$

Sei $r_i = E[r_i \mid p_i] + u_i$, wobei u_i eine von p_i unabhängige stochastische Grösse mit Erwartungswert 0 darstellt.

$$\begin{aligned} l_i &= \ln E\left[e^{\frac{1}{\gamma-1}E[r_i|p_i] + \frac{1}{\gamma-1}u_i} \middle| p_i \right] \\ &= \ln E\left[e^{\frac{1}{\gamma-1}E[r_i|p_i]} e^{\frac{1}{\gamma-1}u_i} \middle| p_i \right] \\ &= \frac{1}{\gamma-1} E\left[r_i \middle| p_i \right] + \underbrace{\ln E\left[e^{\frac{1}{\gamma-1}u_i} \middle| p_i \right]}_{\equiv C} \end{aligned}$$

$$l_i = \frac{1}{\gamma-1} E\left[r_i \mid p_i \right] + C \tag{A-2}$$

(A-2) zeigt, dass das optimale Arbeitsangebot (bei dem der Erwartungsnutzen maximiert wird) nicht wie in (13) bestimmt ist. Nach Romer (2001) hat jedoch die Vernachlässigung der Konstanten C keine Wirkung auf die Aussagen des Modells.

B Herleitung der konditionellen relativen Preiserwartung $E[r_i|p_i]$

Seien p und r unabhängige und normalverteilte Zufallsvariablen. Die Wahrscheinlichkeit der Realisation von p und r ist in diesem Fall gegeben durch

$$\begin{aligned} P(p,r)drdp = P(p)dp \cdot P(r)dr &= \frac{dr}{\sqrt{2\pi}\sigma_r} e^{-\frac{(r-r_0)^2}{2\sigma_r^2}} \cdot \frac{dp}{\sqrt{2\pi}\sigma_p} e^{-\frac{(p-p_0)^2}{2\sigma_p^2}} \\ &= adrdp \underbrace{e^{-\frac{(r-r_0)^2}{2\sigma_r^2} - \frac{(p-p_0)^2}{2\sigma_p^2}}}_{\exp(-f(r,p))}, \quad \text{mit } a = \frac{1}{2\pi\sigma_p\sigma_r}. \end{aligned} \tag{B-1}$$

Die Funktion (B-1) beschreibt, wie in Abbildung 1 gezeigt, eine räumliche Normalverteilung. Dabei gilt $E(r) = r_0$ und $E(p) = p_0$.[18]

Die Funktion $f(r,p)$ entspricht dabei den (elliptischen) 'Höhenkurven' der räumlichen Gauss-Glocke. Die bedingte Wahrscheinlichkeit von r bei gegebenem Wert von q ist

$$P(r|q)dr = A\exp\left(-\frac{(r-r_0)^2}{2\sigma_r^2} - \frac{(q-p_0-r)^2}{2\sigma_p^2}\right)dr\,, \tag{B-2}$$

wobei A eine Normierungskonstante ist (so, dass $\int P(r|q)dr = 1$). Da der Exponent eine quadratische Funktion von r darstellt, handelt es sich ebenfalls um eine Normalverteilung. Um den Erwartungswert dieser Normalverteilung herauszufinden, wird $f(r,q)$ minimiert, da dabei $\exp(-f(r,q))$ maximiert wird. Es wird ausgenutzt, dass eine Normalverteilung an der Stelle $E(r)$ maximal ist.

$$\frac{\partial f(r,q)}{\partial r} = 0$$

$$E(r|q) = \frac{r_0\sigma_p^2 + (q-p_0)\sigma_r^2}{\sigma_p^2+\sigma_r^2} = \frac{r_0\sigma_p^2 - p_0\sigma_r^2}{\sigma_p^2+\sigma_r^2} + q\frac{\sigma_r^2}{\sigma_p^2+\sigma_r^2} \tag{B-3}$$

$$= \alpha + \beta q \tag{B-4}$$

Abbildung 2 liefert dazu eine grafische Erklärung. $f(r,q)$ aus (B-1) impliziert, dass die Höhenkurven einer räumlichen Normalverteilung Ellipsen darstellen. 'Kleinere' Ellipsen haben dabei kleiner Werte von $f(r,p) = (r-r_0)^2/2\sigma_r^2 + (p-p_0)^2/2\sigma_p^2 = \text{const}$. Dabei wird der Ausdruck $\exp(-f(r,p))$ grösser was eine höhere Dichte bedeutet.

Abbildung 2 zeigt den Grundriss von Abbildung 1, wobei die Nebenbedingung $p+r=q$ eine zu (r,p) senkrechte Ebene beschreibt. Die Normalverteilung unter dieser Nebenbedingung zu maximieren heisst, die Stelle von r,p zu ermitteln, bei der die Ebene q mit dem maximalen Wert der Dichtefunktion zusammenfällt. Dies ist an derjenigen Stelle der Fall wo eine 'Höhenkurve' tangential zur Geraden q ist (Punkt A). Wie algebraisch in (B-2) gezeigt, ist diese bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilung auch normalverteilt, das heisst, die Stelle r_T muss dem entsprechendem Erwartungswert $E(r|q)$ gleichen. Eine Erhöhung von q bewirkt eine parallele Auswärtsverschiebung von q (die Steigung bleibt weiterhin -1). (B-4) impliziert, dass alle Resultate (Tangentialpunkte) – wie Abbildung 3 zeigt – auf der Geraden G liegen müssen.

Um auf das Lucas Modell zurückzukommen, sei der Erwartungswert der relativen (log-) Preise gleich $r_0 = E(r) = 0$ und der Erwartungswert des allgemeinen Preisniveaus $p_0 = E(p)$. q entspricht dem beobachteten Preis p_i.[19] Dann gilt aus (B-3)

[18] $E(r)$ entspricht r_0 weil $\partial f(r,p)/\partial r = (r-r_0)/\sigma_r^2 = 0$ bzw. $r = r_0$. Die Normalverteilung wird bei r_0 maximiert was bedeutet, dass der obige Zusammenhang besteht. Analoges gilt für $E(p) = p_0$.

[19] Die Varianz Σ^2 dieser Verteilung lässt sich bestimmen, indem der Koeffizient von r^2 gleichgesetzt wird mit $-1/(2\Sigma^2)$.

$$-\frac{\sigma_p^2+\sigma_r^2}{2\sigma_r^2\sigma_p^2} = -\frac{1}{2\Sigma^2} \quad \text{bzw.} \quad \Sigma^2 = \frac{\sigma_r^2\sigma_p^2}{\sigma_r^2+\sigma_p^2}$$

$$
\begin{aligned}
E(r_i|p_i) &= -\frac{\sigma_r^2}{\sigma_r^2+\sigma_p^2}E(p) + \frac{\sigma_r^2}{\sigma_r^2+\sigma_p^2}p_i \\
&= \frac{\sigma_r^2}{\sigma_r^2+\sigma_p^2}(p_i - E(p_i))\,. \qquad (15)
\end{aligned}
$$

C Vervollständigung des Modells von Lucas

Die endogene Variable b (resp. σ_r^2 und σ_p^2) muss mit Hilfe von exogener Variablen σ_z^2,σ_p^2, γ und η ausgedrückt werden.
Die Varianz von p lässt sich aus (22) bestimmen.

$$
\begin{aligned}
\mathrm{Var}(p) &= \mathrm{Var}\left(E[m] + \frac{1}{1+b}(m - E[m])\right) \\
\sigma_p^2 &= \frac{1}{(1+b)^2}\sigma_m^2 \qquad \text{(C-1)}
\end{aligned}
$$

Wird $y = b(p - E[p])$ in die Nachfragefunktion von Gut i (siehe (5)) eingesetzt und der nutzenmaximierende Arbeitseinsatz des Individuums i (gemäss (16)) umgeformt in $l_i = b(p_i - p) + b(p - E[p])$ gilt bei $l_i = q_i$

$$
b(p - E[p]) + z_i - \eta(p_i - p) = b(p_i - p) + b(p - E[p])
$$

$$
(r_i =) \quad p_i - p = \frac{z_i}{\eta + b}\,. \qquad \text{(C-2)}
$$

Demnach ist σ_r^2 gegeben durch

$$
\sigma_r^2 = \frac{1}{(\eta+b)^2}\sigma_z^2\,. \qquad \text{(C-3)}
$$

(C-1) und (C-3) in $b = 1/(\gamma - 1)[\sigma_r^2/(\sigma_r^2 + \sigma_p^2)]$ ergibt

$$
b = \frac{1}{\gamma - 1}\left[\frac{\sigma_z^2}{\sigma_z^2 + \frac{(\eta+b)^2}{(1+b)^2}\sigma_m^2}\right]\,. \qquad \text{(C-4)}
$$

Im Fall von $\eta = 1$ gilt[20]

$$
b = \frac{1}{\gamma - 1}\frac{\sigma_z^2}{\sigma_z^2 + \sigma_m^2}\,. \qquad \text{(C-5)}
$$

Bei grossem σ_z^2 (im Vergleich zu σ_m^2), das heisst bei einer grossen Streuung individueller Präferenzen z_i, werden nach (C-3) rationale Individuen von einer grösseren Varianz der relativen Preise ausgehen. Demnach werden Individuen eine höhere Beobachtung von p_i eher durch eine Änderung des relativen Preises r_i erklären als durch die Änderung des (relativ stabilen) Preisniveaus. Als Folge davon muss der durchschnittliche pro-Kopf Realeinkommen in (17) mehr auf den unantizipierten Term $p - E[p]$ reagieren, was den höheren Wert von b in

[20]Die Lösung von (C-4) hat eine komplizierte Form und verändert die ökonomischen Implikationen des Modells nicht. Aus diesem Grund wird der Spezialfall von $\eta = 1$ angenommen.

(C-5) erklärt. Umgekehrt führt eine hohe Varianz von m im Vergleich zu z_i zu einem tieferem b und zu einer tieferen Sensitivität der Konjunktur bezüglich unantizipierten Störungen.
(22) und (C-2) zeigen, dass p und r_i lineare Funktionen von m resp. z_i sind. Weil eine normalverteilte Variable nach einer linearen Transformation weiterhin normalverteilt bleibt und weil m und z_i unabhängig und normalverteilt sind, müssen p und r_i ebenso normalverteilt und unabhängig sein. Dies bestätigt die Annahme von Abschnitt B und den Schritt zu (14).

Abbildungen

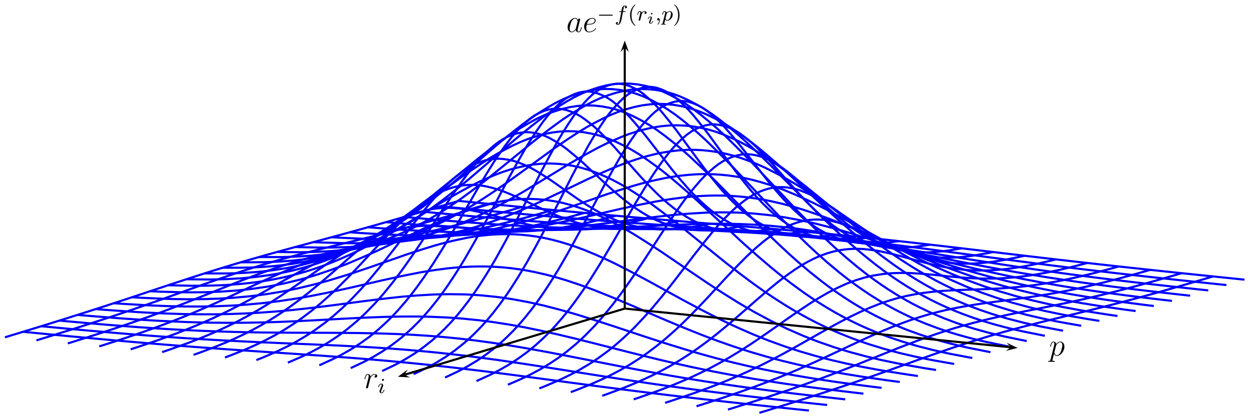

Abbildung 1: Eine drei-dimensionale Normalverteilung als Funktion von r_i und p.

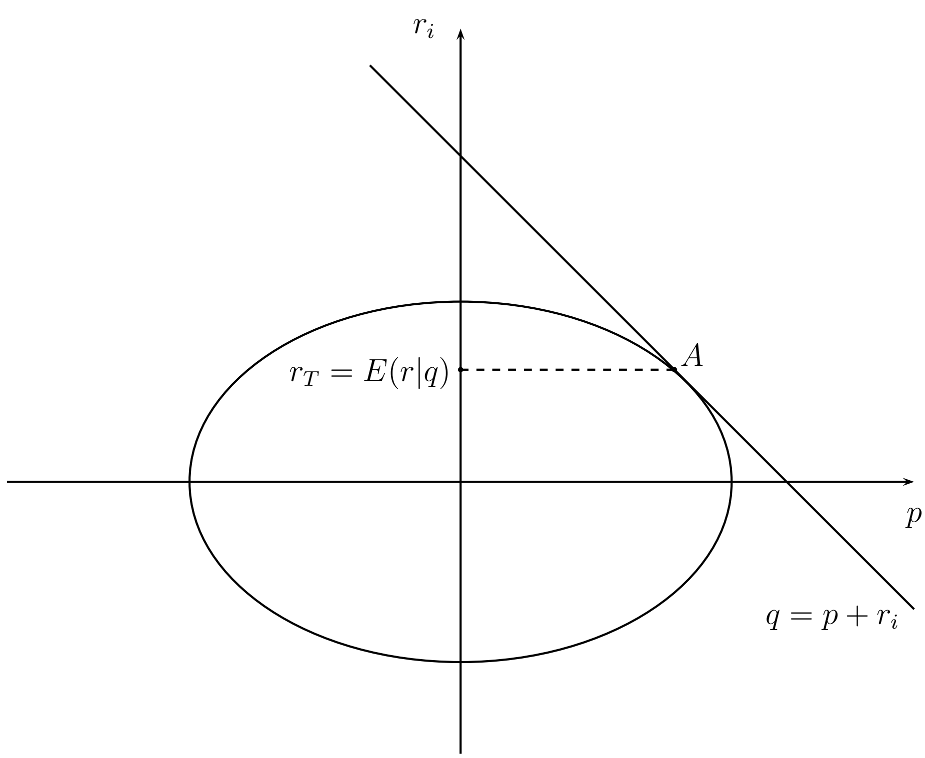

Abbildung 2: Grundriss von Abbildung 1 mit der Nebenbedingung q. q entspricht in Abbildung 1 einer zu (p, r_i) senkrechten Ebene.

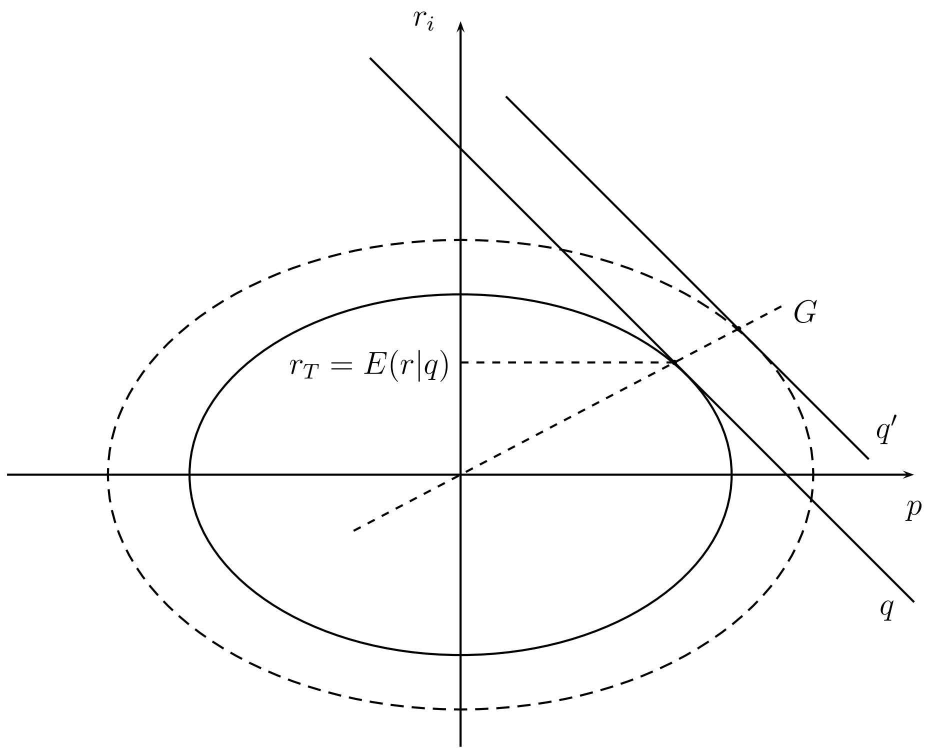

Abbildung 3: Bei einer Veränderung von q bewegt sich der Tangentialpunkt auf der Geraden G. (Siehe (B-4))

Literatur

CHARI, V. V. (1999): “Nobel Laureate Robert E. Lucas, Jr.: Architect of Modern Macroeconomics”, Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review, vol. 23, Nr. 2: 2-12.
[http://woodrow.mpls.frb.fed.us/research/qr/qr2321.pdf]

FISCHER, Stanley (1977): “Long-term contracts, rational expectations, and the optimal money supply rule”, Journal of Political Economy, 85: 191-205.

FRIEDMAN, Milton (1968): “The Role of Monetary Policy”, American Economic Review 58: 1-17.

HEIJDRA, Ben J. und Frederick VAN DER PLOEG (2002): “Foundations of Modern Macroeconomics”, 1. Auflage, Oxford University Press.

LUCAS, Robert E. jr (1972): “Expectations and the Neutrality of Money”, American Economic Review 58: 1-17.

——— (1976): “Econometric policy evaluation: A critique.”, In *The Phillips curve and labor markets*, ed. Karl Brunner und Allan H. Meltzer, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 1: 19-46

MUTH, John F. (1961): “Rational Expectations and the Theory of Price Movements”, Econometrica, 29: 315-335.

ROMER, David (1996): “Advanced Macroeconomics”, 2. Auflage, Verlag McGraw-Hill/Irwin: 265-279.

SARGENT, Thomas J. und N. WALLACE (1975): “Rational expectations, the optimal monetary instrument, and the optimal money supply rule”, Journal of Political Economy, 83: 241-254.

UI, Takashi (2003): “A Note on the Lucas Model: Iterated Expectations and the Neutrality of Money”, Yokohama National University
[http://www2.igss.ynu.ac.jp/∼oui/lucas_model.pdf]

WOODFORD, Micheal (2003): “Imperfect Common Knowledge and the Effects of Monetary Policy”, *in P. Aghion, R. Frydman, J. Stiglitz und M. Woodford, eds., Knowledge, Information, and Expectations in Modern Macroeconomics: In Honour of Edmund S. Phelps*, Princeton: Princeton University Press.