

Masterarbeit

Major in Monetary Economics and Financial Markets

**Optimale Wechselkurspolitik in einer kleinen offenen
Volkswirtschaft bei nominellen Rigiditäten**

vorgelegt bei der Abteilung Wirtschaftstheorie

Prof. Dr. Aleksander Berentsen

Universität Basel

Frühlingssemester 2010/2011

Vorgelegt von: David Staubli
Matrikelnummer: 04-056-818
Haldenstrasse 6
6020 Emmenbrücke
Mobile: 078 760 07 27

Vorwort

Die vorliegende Arbeit hat nur dank Unterstützung, Inspiration und Verständnis durch Personen in meinem akademischen, politischen und privaten Umfeld in dieser Form entstehen können.

Die Professoren an der Universität Basel haben mir das theoretische Rüstzeug mitgegeben und meinem Wunsch Auftrieb gegeben, dass meine Arbeiten sich nicht ausschliesslich mit theoretischen Grundlagen befassen sondern angewandte Forschung sein sollen. Im Rahmen meiner jungen politischen Tätigkeit bei der Grünliberalen Partei im Kanton Luzern hat sich dieser Wunsch intensiviert, indem ich in zwei fachlichen Arbeitsgruppen auf kantonaler und nationaler Ebene finanzpolitische, praktische Themen intensiv diskutierte. Insbesondere die Geldpolitik im Rahmen der jüngsten Turbulenzen und in Anbetracht der Wechselkursprobleme hat zu intensiven Auseinandersetzungen geführt. In diesen Fachgruppen hat sich Bruno Müller als profunder Kenner der Geldpolitik erwiesen. Er hat mich in meinen Bemühungen ermuntert, unterstützt und die Arbeit kritisch durchgesehen. Dem Mathematiker Renato Bernardinis danke ich für die Unterstützung bei den mathematischen Herausforderungen dieser Arbeit.

Die erfolgte aktive politische Tätigkeit, zusammen mit der Lehrtätigkeit an der Kantonsschule Musegg Luzern und die gleichzeitige Masterarbeit haben mit meiner Wahl in den Kantonsrat und mit der Fertigstellung dieser Arbeit Früchte getragen. Sie erwies sich aber nicht nur für mich, sondern auch für mein privates Umfeld als grosse Belastung.

All diesen direkt und indirekt Beteiligten gebührt mein aufrichtiger Dank für ihren Beitrag und das Wohlwollen.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einführung | 3 |
| 2 | Ausgangslage | 6 |
| 2.1 | Ziele der Geldpolitik..... | 6 |
| 2.2 | Preisentwicklung | 6 |
| 2.2.1 | Problematik Inflation..... | 6 |
| 2.2.2 | Problematik Deflation | 7 |
| 2.3 | Konjunktorentwicklung | 8 |
| 2.4 | Zielfunktion | 9 |
| 2.5 | Nationalbankgesetz..... | 10 |
| 2.5.1 | Stilisierte Fakten..... | 10 |
| 3 | Mögliche Steuerungsgrößen | 12 |
| 3.1 | <i>Opportunity Set</i> | 13 |
| 4 | Performance von Wechselkursregimen | 14 |
| 4.1 | Inflation | 14 |
| 4.2 | Wirtschaftswachstum..... | 15 |
| 4.3 | Reale Volatilität | 15 |
| 4.4 | Schlussfolgerungen für die Schweiz..... | 16 |
| 5 | Dornbusch Wechselkursmodell | 16 |
| 5.1 | Das Dornbusch Modell empirisch | 17 |
| 5.2 | Geografisches <i>Setting</i> | 18 |
| 5.3 | Gleichungssystem..... | 19 |
| 5.3.1 | Ungedeckte Zinsparität | 19 |
| 5.3.2 | Geldmarkt..... | 20 |
| 5.3.3 | Gütermarkt | 20 |
| 5.3.4 | Preisanpassung | 21 |
| 5.4 | Definition der Variablen..... | 22 |
| 5.4.1 | Logarithmen und Numeri | 22 |
| 5.4.2 | Endogene, Exogene und Politikvariable | 22 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.4.3 | <i>Impact</i> Effekt und dynamische Anpassung..... | 22 |
| 5.5 | Herleitung der Differentialgleichungen..... | 22 |
| 5.6 | Werte für die Parameter für das Inland | 24 |
| 5.7 | Werte für die Parameter im Ausland | 25 |
| 6 | Differentialgleichungen..... | 26 |
| 6.1 | Komplementärer Teil..... | 26 |
| 6.2 | Partikulärer Teil..... | 26 |
| 6.3 | Dynamik im Ausland..... | 26 |
| 6.3.1 | Preisniveau, p^* | 27 |
| 6.3.2 | Inflation, p^{*} | 28 |
| 6.3.3 | Zinssatz, i^* | 28 |
| 6.3.4 | Veränderung des Zinssatzes, i^{*} | 29 |
| 6.4 | Lösung für die Preisentwicklung im Inland | 29 |
| 6.5 | Lösung für die Wechselkursentwicklung, e | 30 |
| 6.6 | Lösung für die Konjunktorentwicklung, y | 30 |
| 7 | Optimierung der Geldpolitik..... | 30 |
| 7.1 | Verlustfunktion..... | 30 |
| 7.2 | Optimierung nach p_0 | 31 |
| 8 | Zeitreihen der volkswirtschaftlichen Grössen..... | 34 |
| 8.1 | Geldmengenerhöhung um 2,414% [$p_0(\theta = 200) = -0,0238$] | 35 |
| 8.2 | Geldmengenerhöhung um 6,151% [$p_0(\theta = 0) = -0,0597$] | 36 |
| 8.3 | Geldmengenerhöhung um 5,347% [$p_0(\theta = 3) = -0,0521$] | 37 |
| 8.4 | Implikationen für die Geldpolitik..... | 39 |
| 9 | Schlussbemerkung..... | 39 |
| 10 | Literaturverzeichnis..... | 41 |
| 11 | Anhang..... | I |

1 Einführung

Im Rahmen der Geldpolitik stellt sich für jedes Land bzw. für jeden Währungsraum die grundsätzliche Frage, ob für seine Volkswirtschaft eine flexible Wechselkurspolitik, eine feste Wechselkurspolitik oder eine Mischform gewählt werden soll. Die Beantwortung dieser Frage ist vor allem für kleine offene Volkswirtschaften wie die Schweiz von zentraler Bedeutung. Ein empirischer Überblick (Rogoff *et. al.* 2003) zeigt, dass sich die meisten Zentralbanken für eine der beiden Extremvarianten entschieden haben bzw. sich immer noch dafür entscheiden. Es stellt sich somit generell die Frage nach der optimalen Politik. In dieser Arbeit soll aufgezeigt werden, dass selbst in einfachen Modellen eine permanente Extrempolitik (ausschliesslich fest oder flexibel) suboptimal ist.

Bei der Beurteilung der Frage, wie die Geldpolitik innerhalb des *Opportunity Sets* zwischen den zwei Extremen vollkommen flexibler und fester Wechselkurse optimiert werden kann, erscheint folgendes Vorgehen zielführend: In einem ersten Schritt wird anhand eines hochaggregierten („allgemeingültigen“) Standardmodells der Wechselkurse¹ (basierend auf der Annahme rigider Güterpreise) gezeigt, dass bezüglich des Wechselkursregimes eine Extrempolitik suboptimal ist. Dies ist das Ziel dieser Arbeit. In einem weiteren Schritt sind dann Folgerungen bezüglich der optimalen Geldpolitik zu treffen, welche sowohl die allgemeingültigen wissenschaftlichen Erkenntnisse berücksichtigen, als auch die vorhandenen empirischen und politischen Gegebenheiten miteinbeziehen.

Die Notenbankgeldmenge dient in dieser Arbeit als Steuerungsvariable. Die Zinsen im Inland, der nominelle Wechselkurs und das Bruttoinlandprodukt werden endogen durch die Marktkräfte bestimmt. Als Wertmassstab zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer geldpolitischen Strategie wird eine quadratische Verlustfunktion mit den Zielgrössen Inflation und Konjunkturlage herangezogen. Die Zentralbank soll mittels der Steuerung der Geldmenge die Verlustfunktion minimieren. Es wird von einem Gleichgewichtszustand ausgegangen und ein exogener Schock analysiert. Diese Arbeit beschränkt sich auf einen Fall, nämlich auf einen monetären Schock im Ausland.² Es wird gezeigt, dass im Falle eines monetären Schocks im Ausland beide Extremvarianten suboptimale geldpolitische Strategien sind. Weder eine Geldmengensteuerung zur Fixierung des Wechselkurses³ noch eine Geldmengensteuerung mit dem ausschliesslichen Ziel der Preisstabilität minimiert die Verlustfunktion. Dies kontrastiert mit der öffentlichen politischen und teilweise auch wissenschaftlichen Diskussion, welche geprägt sind von der bipolaren

¹ Als Ausgangslage wird das von Rogoff (2002) modifizierte Dornbusch Modell (1976) herangezogen.

² Das Modell eignet sich auch für die Analyse realer Schocks. Darauf wird hier verzichtet, weil das primäre Ziel der Arbeit ist, aufzuzeigen, dass eine Extrempolitik in gewissen Fällen suboptimal ist.

³ Die Notenbank kann in diesem Modell lediglich einmalig die Geldmenge verändern. Daher ist eine Minimierung der Wechselkursschwankungen möglich, eine Fixierung des Wechselkurses jedoch nicht.

Sichtweise, die postuliert, dass Wechselkurse entweder zu vollkommen flexibel oder vollkommen fest tendieren (vgl. Fischer 2001).

Ein Blick in die Geschichte zeigt, dass die Frage der Vorteilhaftigkeit verschiedener Wechselkursregime in Wissenschaft und Praxis unterschiedlich beurteilt wurde. Bis zu Beginn der 1970er Jahre als das *Bretton Woods* System zusammenbrach, hatte Europa ihre Währungen an den US-Dollar gebunden. Als der damalige US-Präsident Richard Nixon im August 1971 verkündete, dass die Vereinigten Staaten die Konversion von US-Dollar zu Gold zum Preis von \$35 pro Feinunze nicht länger garantieren, begann das fixe Wechselkursystem zu kollabieren.⁴

Wie sollte nun Europa reagieren? Die Europäischen Länder mussten sich bezüglich der Wechselkurspolitik neu orientieren. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war die Wahl klar, sämtliche entwickelten Länder schlossen sich dem Goldstandard an. Dies garantierte indirekt auch fixe Wechselkurse zwischen den betreffenden Volkswirtschaften. Während des ersten Weltkrieges wurden die Kriegsausgaben teilweise mittels Drucken von Geld finanziert, was zwangsläufig zur Aufgabe des Goldstandards führte. Im Anschluss wurden die Währungen abermals an das Gold gebunden, bevor der Goldstandard ab Mitte der 1930er Jahre definitiv der Vergangenheit angehörte (vgl. Bordo 2003 für einen geschichtlichen Überblick).

Nach dem Zusammenbruch von *Bretton Woods* war die Wahl des Wechselkurssystems weniger klar. Gemäss Nurkse (1944) wurden in der Zwischenkriegszeit flexible Wechselkurse aufgrund *beggar thy neighbor* Politiken und spekulativen Attacken weitestgehend als destabilisierend angesehen. Diese Erkenntnisse galten in der Wissenschaft als „gesichert“ und waren in der Politik akzeptiert. Sie bildeten die Grundlage für das *Bretton Woods* Abkommen im Jahre 1944. Die bahnbrechenden Beiträge von Friedman (1953) und die Weiterentwicklung von Mundell (1961) eröffneten jedoch eine wissenschaftliche Debatte zwischen flexiblen und festen Wechselkursen.⁵

Wie sich herausstellte, war die Schweiz das einzige kleine Land, welches zu Beginn der 1970er Jahre den Zusammenbruch des *Bretton Woods* Systems zum Anlass nahm, fixe Wechselkurse permanent aufzugeben. Das restliche Europa war bestrebt, ein Abkommen zu treffen, um die Wechselkurse abermals zu fixieren (vgl. Straumann 2010). Seit dem Jahre 1999 hat die Europäische Union (EU) eine gemeinsame Währung, welche auch von den danach beitretenden Ländern übernommen wurde bzw. noch übernommen werden soll. Eine Währungsunion entspricht der stärksten Form fester Wechselkurse und ist ökonomisch damit äquivalent, insbesondere ist eine Währungsunion das stärkste mögliche *commitment* zur permanenten Fixierung der Wechselkurse. Die Schweiz ist mit dem Schweizer Franken nach wie vor eine Währungsinsel innerhalb von Kontinentaleuropa. Aufgrund der im Inland im Vergleich zur Eurozone tieferen Inflationsraten

⁴ Zu diesem Zeitpunkt galt das Konversionsrecht ohnehin nur noch für Zentralbanken (Garber 1993).

⁵ Eine hilfreiche Zusammenfassung findet man im Arbeitspapier des Europäischen Parlaments (1998) zur Absorption asymmetrischer Schocks.

ist die Schweiz permanent unter nominellem Aufwertungsdruck.⁶ Die erratischen Bewegungen der realen Wechselkurse führen phasenweise zu Margendruck und entsprechenden Belastungen für die Exportindustrie. Da 57% der Schweizer Exporte in das Euroland gehen und 73% der Importe aus dem Euroland kommen,⁷ ist insbesondere die Wechselkursdynamik gegenüber dem Euro von essentieller Bedeutung für die Schweizer Wirtschaft.⁸ Nicht zu erstaunen vermag daher, dass die Frage nach der Wechselkurspolitik gegenüber dem Euro in der Schweiz ein Politikum ist. Während Gewerkschaften eine Anbindung des Schweizer Frankens an den Euro im Stile Dänemarks fordern, kritisieren rechte politische Kreise Eurokäufe durch die Schweizerische Nationalbank (SNB) zum Zwecke der Wechselkursstützung scharf.

Wechselkursdynamiken sind dann besonders schmerzhaft, wenn ausländische geldpolitische Behörden eine (unerwartete) expansive Geldpolitik betreiben. Wie das Dornbusch Modell (1976) zeigt, führt eine geldpolitische Expansion im Ausland aufgrund nomineller Rigiditäten kurzfristig zu einer überproportionalen Aufwertung des einheimischen Schweizer Frankens. Wenn beispielsweise in der Eurozone die Geldmenge permanent um 10% ausgeweitet wird, führt dies *ceteris paribus* zu einer langfristigen Aufwertung des Schweizer Frankens von 10%, kurzfristig wird jedoch der Wechselkurs überschossen. Dieses Überschossen ist eine grosse Belastung für die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft und kann potentiell eine Rezession auslösen. Paul Samuelson sagte in diesem Zusammenhang (vgl. Rogoff 2002: 5), es gäbe wenige ökonomische Erkenntnisse, welche (1) richtig und (2) nicht offensichtlich sind. Das bahnbrechende Papier von Dornbusch (1976) bringt mit der Erklärung überschüssender Wechselkurse eine dieser Erkenntnisse.

Der Rest der Arbeit ist wie folgt aufgebaut: Kapitel 2 geht auf die Zielsetzungen der Geldpolitik ein und leitet daraus die formalisierte Zielfunktion ab. In den Kapiteln 3 und 4 wird auf die möglichen Steuerungsgrößen der Geldpolitik eingegangen sowie auf verschiedene Wechselkursregime und deren *Performance* bezüglich der volkswirtschaftlichen Schlüsselgrößen Wirtschaftswachstum, Inflation und reale Volatilität. Dabei wird ein Literaturüberblick sowohl bezüglich empirischen als auch theoretischen wissenschaftlichen Beiträgen gegeben. In Kapitel 5 wird die an das Dornbusch Modell anlehrende Ausgangslage des Modells vorgestellt. Das anschließende Kapitel 6 leitet daraus die Differentialgleichungen für die dynamischen Prozesse von Preis-, Wechselkurs- und Outputentwicklung her. Im Kapitel 7 werden diese Prozesse in die Verlustfunktion eingesetzt und daraus die optimale Geldpolitik abgeleitet. Die optimale Geldpolitik sagt aus, wie stark die Geldmenge im Inland als Reaktion auf eine 10%-ige Geldmengenerhöhung im Ausland erhöht werden muss, damit die Verlustfunktion minimiert ist. Kapitel 8

⁶ Vgl. Kugler (2010) für eine Beurteilung der Währungsinsel Schweiz.

⁷ SNB (2004): http://www.snb.ch/de/mmr/speeches/id/ref_20040623_tjn/source/ref_20040623_tjn.de.pdf

⁸ Weitere 14% der Exporte gehen gemäss derselben Quelle bzw. weitere 10% der Importe kommen aus dem Europa ausserhalb des Euroraums. Die entsprechenden Währungen sind grösstenteils an den Euro gebunden oder schwanken lediglich innerhalb eines Zielbandes.

zeigt die Zeitreihen der volkswirtschaftlichen Grössen in Abhängigkeit der einmaligen Geldmengenerhöhung im Inland. Sichtbar wird u.a. das Überschreiten des Wechselkurses in Abhängigkeit der Geldmengenexpansion im In- und Ausland. Das letzte Kapitel 9 zieht die Schlussfolgerungen und damit die Implikationen für die Geldpolitik in einer kleinen, offenen Volkswirtschaft wie der Schweiz.

2 Ausgangslage

2.1 Ziele der Geldpolitik

Die Zielfunktion der Geldpolitik kennt unbestrittenermassen zwei Hauptzielgrössen, die Preis- und die Konjunkturerwicklung. In der Schweiz kommen diese Zielsetzungen im Art. 5 Nationalbankgesetz (NBG) exemplarisch zum Ausdruck.

2.2 Preisentwicklung

Hierbei steht die Gewährleistung der Preisstabilität im Vordergrund, wobei diese Zielsetzung unterschiedlich operationalisiert wird. Die Europäische Zentralbank (Europäische Zentralbank 2004) definiert Preisstabilität seit 2003 als eine Inflationsrate von unter, aber nahe bei 2%, die SNB strebt eine Inflationsrate von 0 – 2% an. Das *Federal Reserve Board* in den USA verzichtet auf explizites Inflationsziel.

2.2.1 Problematik Inflation

Preisstabilität ist eine notwendige Voraussetzung für wirtschaftliche Prosperität. Mit der Inflation *per se* und insbesondere mit dem damit einhergehenden Phänomen der Verzerrungen bei den relativen Preisen entstehen volkswirtschaftliche Effizienzverluste (vgl. Shiratsuka (2000) für eine ausführliche Diskussion).

- Mit der Inflation steigen unter der Annahme gleichbleibender Realzinsen die Nominalzinsen und damit die Opportunitätskosten der Geldhaltung. Die Leute wirken den steigenden Opportunitätskosten entgegen, indem die Geldhaltung reduziert wird. Sie müssen dadurch häufiger zur Bank zur Liquiditätsbeschaffung, was mit Kosten verbunden ist, welche metaphorisch aufgrund des erhöhten Schuhsohlenverschleisses als „Schuhsohlenkosten“ bezeichnet werden.
- Hohe Inflationsraten erfordern die häufige Anpassung von Preislisten in Katalogen oder auf Speisekarten. Die damit verbundenen Kosten werden als Menükosten bezeichnet.

- Weil die Anpassungen der Preise auch aufgrund der damit verbundenen Menükosten asynchron geschehen, führt Inflation zu Verzerrungen der relativen Preise und damit zu ineffizienter Allokation der Ressourcen.
- Empirisch zeigt sich, dass höhere Inflationsraten typischerweise mit einer höheren Varianz der Inflation verbunden sind. Die Inflation wird damit schwieriger prognostizierbar, willkürliche Vermögensumverteilungen beispielsweise zwischen Gläubigern und Schuldnern infolge Abweichungen der tatsächlichen von der erwarteten Inflation werden wahrscheinlicher.

Empirische Studien stützen diese theoretische Fundierung. Andres und Hernando (1999) stellen in einer empirischen Analyse eine signifikante negative Korrelation zwischen Inflationsrate und Wachstumsrate der Wirtschaft fest. Todter und Ziebarth (1999) schätzen gestützt auf Daten der deutschen Volkswirtschaft den Einfluss einer Reduktion der Inflationsrate um 2%-Punkte auf 1,4% des Bruttoinlandprodukts.

Die volkswirtschaftlichen Effizienzverluste nehmen überproportional zur Inflationsrate zu. Steigen die Inflationsraten in den zweistelligen Prozentbereich und darüber hinaus, kann das Geld unter Umständen seine Funktionen als Tauschmittel, Wertmassstab und Wertaufbewahrungsmittel ganz verlieren. Die Folgen sind grosse Effizienzverluste mit entsprechenden Konsequenzen für die wirtschaftliche Prosperität.

2.2.2 Problematik Deflation

Auch deflationäre Entwicklungen sind nicht wünschbar, da sie meist mit Unterbeschäftigung einhergehen. Akerlof, Dickens und Perry (1996) weisen auf eine zentrale Ursache der volkswirtschaftlichen Kosten der Deflation hin. Die Rigidität der Nominallöhne – insbesondere die Abwärtsrigidität – führt im Falle einer Deflation unter Umständen zu einer Höhe der Löhne, welche durch die Produktivität des Faktors Arbeit nicht mehr gerechtfertigt und damit ineffizient ist.⁹ Weil die Löhne nicht nach unten angepasst werden können, reagieren Unternehmen stattdessen mit volkswirtschaftlich ineffizienten Reduktionen der Beschäftigung. Dies wiederum führt zu einer Erhöhung der Arbeitslosenquote.

Gemäss diversen makroökonomischen Modellen sieht die optimale Geldpolitik durchaus eine negative Inflationsrate vor. Gemäss der Friedman Regel (Friedman 1969) entspricht die Deflationsrate im Optimum dem gleichgewichtigen Realzins (= Grenzproduktivität des Kapitals). Der Nominalzins bzw. die Opportunitätskosten der Geldhaltung sind so gleich Null und entsprechen damit den Grenzkosten des Geldes. Wenn die Deflationsrate jedoch diese Schwelle überschreitet, ist die Systemstabilität gefährdet (Spirale).

⁹ Dies ist der Fall, wenn die Deflationsrate höher ist als die Rate des Produktivitätsfortschritts und die Löhne nicht nach unten angepasst werden können.

Liquiditätsfalle

In der keynesianischen Sicht wird die Liquiditätsfalle als Situation bezeichnet, in welcher konventionelle geldpolitische Instrumente ihre Wirkung verlieren, weil die Nominalzinsen Null oder nahe Null sind (vgl. Krugman, Dominquez und Rogoff 1998 zur Liquiditätsfalle in Japan). Obligationen und Bargeld werden vom Publikum als perfekte Substitute angesehen. Die Nominalzinsen können mittels Liquiditätsspritzen der Zentralbanken nicht mehr gesenkt werden, weil die zusätzlich zugeführte Liquidität lediglich in die Bargeldhaltung geht. Seit dem Zweiten Weltkrieg ist die Liquiditätsfalle weitgehend aus der wissenschaftlichen Diskussion verschwunden, insbesondere weil die Nominalzinsen komfortabel über Null waren. Als Japan zu Beginn der 1990er Jahre nach dem Platzen einer Immobilienblase in die Liquiditätsfalle tappte, ist die Diskussion wieder aufgeflammt. In Japan versuchen seither die Regierungen die aus dem zu hohen Realzins resultierende Nachfragerücke ohne Erfolg und mit dramatischen Folgen für die Staatsfinanzen mittels Konjunkturpaketen zu schliessen (vgl. Sinn 2009). Das *quantitative easing* seit dem Jahr 2001 hat auf die Preisentwicklung kaum Auswirkungen gezeigt. Gemäss Svensson (2006) zeigt der starke Yen, dass durch die Geldmengenerhöhungen die Inflationserwartungen nicht gestiegen sind. Die Märkte gehen offenbar davon aus, dass die Liquidität wieder abgeschöpft wird, nachdem die Rezession überwunden ist und das Preisniveau wieder steigt. Ein *commitment*, die Zinsen weiterhin tief zu halten, ist aufgrund des Zeitinkonsistenzproblems kaum glaubwürdig. Svensson (2006) schlägt als Weg aus Deflation und Rezession folgendes vor: Abwertung des Yen und eine vorübergehende Fixierung des Wechselkurses. Der Wechselkurs soll so lange fest bleiben, bis der gewünschte Preisfad erreicht ist. Die Inflationserwartungen würden dadurch steigen, wodurch die Realzinsen sinken und damit der Volkswirtschaft aus der Rezession geholfen wird.

2.3 Konjunktorentwicklung

Die Entwicklung des Bruttoinlandproduktes kann aufgrund der Möglichkeiten der Einflussnahme durch die Geldpolitik nur im kurzfristigen Zeithorizont eine Zielgrösse sein. Das langfristige Produktionspotential hängt von der Verfügbarkeit von Produktionsfaktoren, der Technologie und den institutionellen Rahmenbedingungen ab. Durch die Geldpolitik ist es daher nicht beeinflussbar. Es ist jedoch eine der wenigen unbestrittenen Fakten der Makroökonomie, dass sich Geldmengenveränderungen aufgrund der Rigidität der Preise kurzfristig auf den Output auswirken. Die Konjunktur als per Definition kurzfristige Komponente der Dynamik des Bruttoinlandproduktes kann von der Geldpolitik beeinflusst werden. Unter der Annahme des abnehmenden Grenznutzens erhöht eine intertemporale Glättung der Konsumententwicklung die Wohlfahrt der Agenten (vgl. Breeden 1979). Im Sinne der Glättung des Konsums zur intertemporalen Nutzenoptimierung hat die Geldpolitik zum Ziel, die Konjunkturschwankungen zu minimieren.

2.4 Zielfunktion

In der formalisierten Verlustfunktion wird die oben geschilderte Komplexität so vereinfacht, dass Abweichungen vom Ziel der Preisstabilität quadratisch in die Verlustfunktion einfließen. Es fallen damit sowohl negative Abweichungen (Deflation) als auch positive (Inflation) ins Gewicht, zudem wirken sich starke Abweichungen überproportional aus. Die oben geschilderten Arbeiten von Akerlof, Dickens und Perry (1996) oder von Friedman (1969) sowie zahlreiche weitere wissenschaftliche Beiträge postulieren eine optimale Inflationsrate verschieden von Null. Summers (1991) erachtet gestützt auf die erwähnte Problematik der Abwärtsrigidität der Nominallöhne sowie der Restriktion der Nichtnegativität des Nominalzinses eine Inflationsrate von 2 oder 3% als optimal. Gemäss Fischer (1996) ist ein Inflationsziel von 1 bis 3% optimal. Im analytischen Rahmen dieser Arbeit wird der Einfachheit halber der Zielwert für die Inflationsrate auf Null gesetzt.

Bezüglich des Bruttoinlandprodukts fliesst ebenfalls die Abweichung vom Zielwert in die Zielfunktion ein. Zielwert ist im Sinne der Glättung der Konjunktur der langfristige Pfad bzw. das Potential. Die Abweichung wird quadriert, weil die Wohlfahrt der Agenten durch die Konjunkturzyklen überproportional betroffen ist.

Gemäss den bisherigen Ausführungen sei für die vorliegende Arbeit folgende Verlustfunktion definiert:

$$L = \theta \int_{t=0}^{t=\infty} (p'_t - \bar{p}')^2 e^{-ct} dt + \int_{t=0}^{t=\infty} (y_t - \bar{y})^2 e^{-ct} dt \rightarrow \min; \theta \in [0, \infty)$$

Die Verlustfunktion ist bezüglich der quadrierten Abweichungen von Inflation und Output vom Zielwert additiv. Der Zielwert bei der Inflationsrate (\bar{p}') ist Null. Der Potentialoutput (\bar{y}) hat ebenfalls einen Wert von Null. Auf die genaue Definition der in dieser Arbeit verwendeten Variablen wird in Kapitel 5.4 detailliert eingegangen.

Der Wert von θ gibt Auskunft über die Gewichtung der Ziele. Je höher der Wert von θ , desto stärker gewichtet die Geldpolitik die Preisentwicklung in ihrer Zielfunktion.¹⁰ c ist die Diskonttrate für beide Zielgrössen, je höher c , desto weniger stark gewichtet die Zentralbank die zukünftige Entwicklung der Zielgrössen.

¹⁰ Eine alternative Formulierung der Verlustfunktion wäre: $L = \theta \int_{t=0}^{t=\infty} (p'_t - \bar{p}')^2 e^{-ct} dt + (1 - \theta) \int_{t=0}^{t=\infty} (y_t - \bar{y})^2 e^{-ct} dt$; $\theta \in [0, 1]$. Dies setzt jedoch eine direkte Vergleichbarkeit von Inflations- und Konjunkturabweichungen voraus. Bei einer gleich starken Gewichtung der beiden Zielgrössen ($\theta = 0,5$) wäre eine Abweichung des BIP um 1% gleich zu beurteilen wie eine Abweichung der Inflation um 1%-Punkt, dies trifft jedoch nicht zwingend zu.

2.5 Nationalbankgesetz

Die oben definierten Zielsetzungen kommen auch in der gesetzlichen Grundlage der SNB zum Ausdruck. Gemäss dem in der Bundesverfassung verankerten Auftrag (Art. 99 BV) verfolgt die SNB eine Politik im Gesamtinteresse des Landes. Dies schliesst eine sektorielle oder regional orientierte Geldpolitik aus. Die Konkretisierung im Nationalbankgesetz (Art. 5 NBG) postuliert die oben genannten Zielgrössen wie folgt:

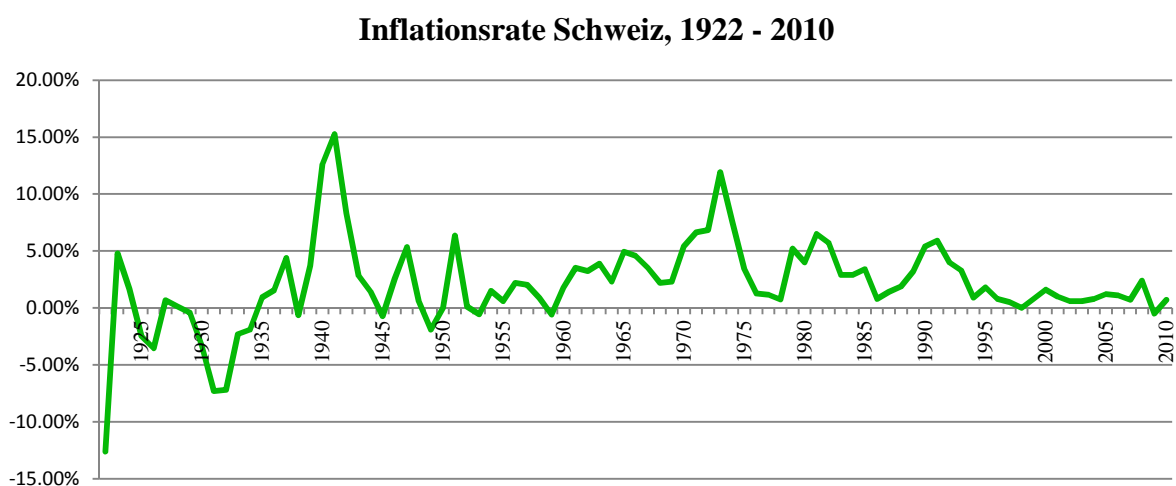
Art. 5 Aufgaben

¹ Die Nationalbank führt die Geld- und Währungspolitik im Gesamtinteresse des Landes. Sie gewährleistet die Preisstabilität. Dabei trägt sie der konjunkturellen Entwicklung Rechnung.

Aus der unterschiedlichen Wortwahl bezüglich der zwei Zielsetzungen geht die Priorisierung der Preisstabilität hervor. Die Preisstabilität ist zu *gewährleisten*, der Konjunkturerwicklung ist *Rechnung zu tragen*. Im Sinne des Nationalbankgesetzes müssen beide Zielsetzungen berücksichtigt werden, der Wert für θ ist in der Schweiz auf jeden Fall positiv.

2.5.1 Stilisierte Fakten

Ein Blick auf die Schweizer Historie (s. Grafik 1) zeigt, dass seit den 1920er Jahren nicht nur die durchschnittliche Inflationsrate, sondern auch die Volatilität der Inflationsrate zurückgegangen ist.

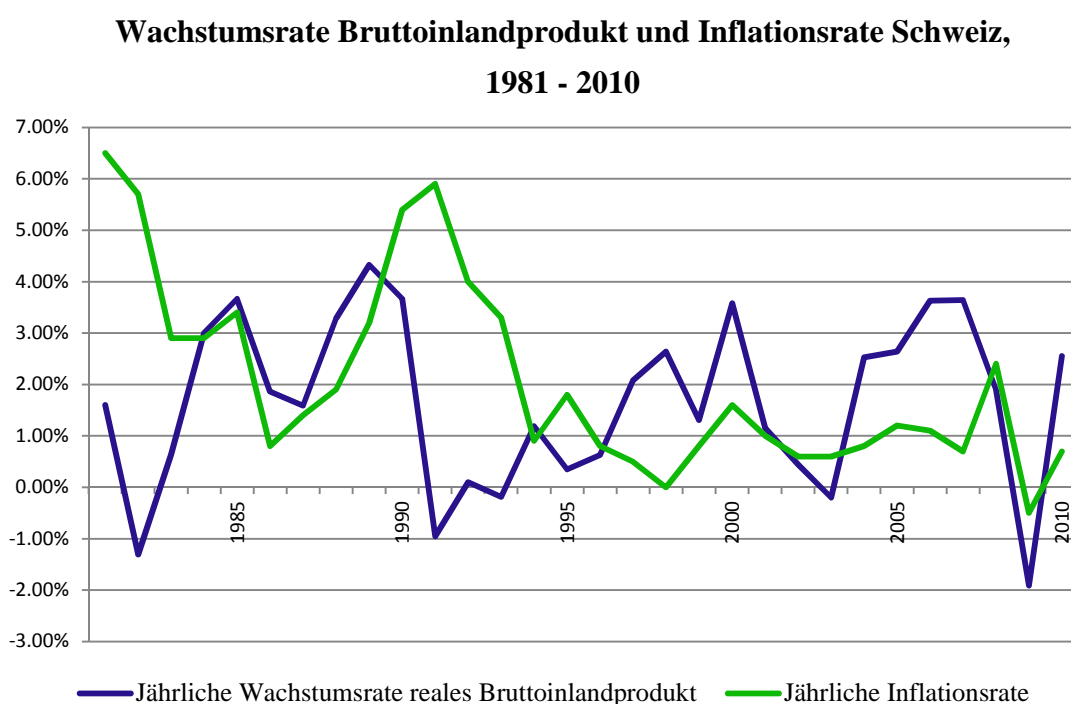


Grafik 1. Quellen: Historische Statistik der Schweiz, Bundesamt für Statistik (BFS), eigene Berechnungen

Nachdem die Schweiz im Jahre 1973 die Strategie der festen Wechselkurse aufgegeben hat, ist im Jahre 1999 eine weitere fundamentale Weichenstellung erfolgt. Das damals verfolgte Wachs-

tumsziel für die Geldmenge wurde zugunsten einer Strategie mit drei Elementen aufgegeben: (1) Explizites Inflationsziel, (2) Inflationsprognose als Hauptindikator und (3) 3M-Libor als operative Variable. Seit diesem Strategiewechsel ist die Preisstabilität im Sinne der operativen Zielsetzung – Inflationsrate von 0 bis 2% – fast durchgehend erfüllt.¹¹ In der Grafik 1 ist des Weiteren die importierte Inflation zu Beginn der 1970er Jahre ersichtlich, welche die zwangsläufige Folge aus dem festen Wechselkurs gegenüber dem US-Dollar gepaart mit der expansiven Geldpolitik des *Federal Reserve Board* war.

Wie aus Grafik 2 ersichtlich ist, sind Preis- und Konjunkturentwicklung typischerweise positiv korreliert, bezüglich der Zinssetzung besteht damit in der Regel Zielharmonie.



Grafik 2. Quellen: Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO), Bundesamt für Statistik (BFS)

Ein von steigenden Inflationserwartungen begleiteter Konjunkturaufschwung verlangt bezüglich beider Zielsetzungen tendenziell nach einer Zinserhöhung. Ein Konjunkturabschwung begleitet von sinkenden Inflationsszahlen verlangt nach einer Zinssenkung. Dieser Regelfall führt dazu, dass die meisten Länder *de facto* eine Taylor Regel verfolgen. Ein echter Zielkonflikt entsteht im eher seltenen Fall der Stagflation, wo die Preisstabilität möglicherweise auf Kosten der Konjunktur zu gewährleisten ist.

Die prioritäre Ausrichtung auf die Preisstabilität vermochte in der Schweiz zwar die Inflation zu stabilisieren, implizierte aber erhebliche endogene Wechselkursschwankungen (Grafik 3).

¹¹ Vgl. Jordan, Peytrignet und Rossi (2010) für einen Rückblick auf die Geldpolitik der SNB, insbesondere bezüglich der Erfahrungen mit der neuen Strategie seit 1999.

Wechselkurs CHF/EUR, Juli 2001 bis Juli 2011

Grafik 3. Quelle: Thomson Reuters

Der Euro gewann in den Jahren 2006 und 2007 gegenüber dem Schweizer Franken erheblich an Wert. Im Zuge der Finanzmarkt- und anschliessenden europäischen Schuldenkrise hat die Europäische Zentralbank (EZB) mit massiven Geldmengenerhöhungen reagiert und sich durch den Kauf von Staatsobligationen von finanziell maroden Staaten gefährlich nahe an eine direkte Finanzierung von Staatsausgaben begeben. Das mag eine Erklärung dafür sein, warum der Schweizer Franken gegenüber dem Euro seit Beginn des Jahres 2010 massiv aufgewertet hat. Anfang Juli 2011 war der Schweizer Franken im Vergleich zu Anfang Januar 2010 knapp 20% höher bewertet.¹² Die Inflationsdifferenz zwischen der Schweiz und der Eurozone ist innerhalb dieser eineinhalb Jahre vernachlässigbar, daher entspricht diese nominelle auch einer realen Aufwertung, mit den entsprechenden Folgen für die Schweizer Exportindustrie. Zu erwähnen ist, dass sich die Frankenstärke nicht nur gegenüber dem Euro manifestiert, sondern gegenüber fast allen wichtigen Währungen beobachtet werden kann.

3 Mögliche Steuerungsgrössen

Grundsätzlich stehen einer Zentralbank drei Steuerungsgrössen bei nur einem Freiheitsgrad zur Verfügung:

- Notenbankgeldmenge
- Geldmarktzinssatz

¹² Quelle: Thomson Reuters

▫ Nomineller Wechselkurs

Diese Steuerungsgrößen müssen nicht nur zu Beginn festgelegt, sondern auch dynamisch über die Zeit gesteuert werden. Wesentlich ist dann auch nicht der aktuelle Wert, sondern das *commitment* bezüglich der zukünftigen Entwicklung. Wird eine der Größen als Steuerungsgröße definiert, ergeben sich die anderen zwei aufgrund makroökonomischer Wirkungsmechanismen. Zwei der genannten Größen gleichzeitig und unabhängig zu steuern widerspricht makroökonomischen Realitäten und kann deshalb nicht glaubwürdig kommuniziert werden. Beispielsweise kann nicht die Geldmenge jedes Jahr 10% wachsen und gleichzeitig der nominelle Wechselkurs konstant gehalten werden. (Es sei denn, die nominelle Geldnachfrage wachse im Inland aufgrund wirtschaftlicher Dynamik um 10% schneller als im Ausland).

3.1 *Opportunity Set*

Bezüglich der Wechselkurspolitik steht der Geldpolitik als *Opportunity Set* ein Spektrum von festen bis vollkommen flexiblen Wechselkursen zur Verfügung.

Die diesbezügliche Diskussion war – wie einleitend erwähnt – stark geprägt von der bipolaren These, wonach Währungsregionen zum einen oder anderen Extrem vollkommen flexibler respektive vollkommen fester Wechselkurse tendieren. Gemäss Rogoff *et. al.* (2003) hat ein Grossteil der Zentralbanken in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten mindestens gemäss offizieller Kommunikation eine der zwei Extrempolitiken verfolgt. Oft stimmt dies jedoch nicht mit der effektiv betriebenen Wechselkurspolitik überein. Zieht man die *de facto*-Klassifizierung gemäss Reinhart und Rogoff (2004) der Wechselkursregime heran, relativieren sich obige Aussagen teilweise. Beispielsweise waren von den nach offizieller Kommunikation flexiblen Wechselkursregimen nur 20% *de facto free floats* im Sinne der Klassifizierung von Reinhart und Rogoff (2004). Hingegen können die meisten *de jure* festen Wechselkurse auch *de facto* also fest klassifiziert werden. Generell scheint das sog. „*fear of floating*“ (Calvo und Reinhart 2002) *de facto* noch stärker ausgeprägt zu sein als die *de jure*-Daten vermuten lassen.¹³ Fischer (2001) stellt für die 1990er Jahre eine Tendenz hin zur bipolaren Wechselkurspolitik fest, er stützt sich dabei ebenfalls auf *de facto*-Daten. Der Anteil der Länder, welche entweder feste oder vollkommen flexible Wechselkurse¹⁴ verfolgten, hat von 1991 bis 1999 stark zugenommen. Einen Mittelweg (*soft pegs*) wählten im Jahre 1999 nur noch 34% der Länder, nachdem es im Jahre 1990 noch 62% gewesen waren. Insbesondere für die Länder mit offenen Kapitalmärkten begründet er diesen Trend mit der Krisenanfälligkeit von *soft pegs* aufgrund des Trilemmas der Geldpolitik.

¹³ Das *fear of floating* bezeichnet die Befürchtung zunehmender Variabilität volkswirtschaftlicher Größen. Vgl. dazu Kapitel 4.3.

¹⁴ Letztere Kategorie umfasst auch sog. *managed floating*.

4 *Performance* von Wechselkursregimen

Die folgenden Abschnitte diskutieren kurz den Stand der Literatur bezüglich theoretischer und empirischer Erkenntnisse zu den verschiedenen Wechselkursregimen und ihrem Einfluss auf makroökonomische Schlüsselvariablen. Es wird insbesondere Bezug genommen auf das oben erwähnte Papier des Internationalen Währungsfonds (IMF) von Rogoff *et. al.* (2003), welches gestützt auf einen umfassenden Datensatz eine empirische Analyse macht und dabei den volkswirtschaftlichen Entwicklungsstand der untersuchten Länder unterscheidet. Bis Ende der 1990er Jahre stützen sich zahlreiche Studien lediglich auf die *de jure* Zugehörigkeit, d.h. auf das, was die Zentralbankbehörden dem IMF kommunizierten. Das einseitige Abstützen auf *de jure* Wechselkursregime kann jedoch zu unrichtigen Schlussfolgerungen bezüglich der *Performance* der einzelnen Regime führen (vgl. dazu Edwards und Savastano 2000).

Dank der Unterscheidung zwischen *de facto* und *de jure* Regimezugehörigkeit der einzelnen Länder können sich Schlussfolgerungen in Rogoff *et. al.* (2003) insbesondere auf die *de facto* vorherrschenden Regime stützen. Der verwendete Datensatz unterscheidet folgende Wechselkursregime: Fix, limitierte Flexibilität, *managed floating*, flexibel und *freely falling*. Letztere Kategorie bezeichnet eine typischerweise hohe Inflationsrate mit entsprechend rapider Abwertung und schlechtem makroökonomischem Management. Der Datensatz ist weiter unterteilt in 15 Subkategorien.

4.1 Inflation

Zahlreiche empirische Studien kommen zum Ergebnis, dass die Inflationsraten signifikant tiefer sind unter fixen Wechselkursen (Gosh, Gulde und Wolf 2003 oder Edwards und Magendzo 2003). Diese Erkenntnis wird begründet mit dem Disziplinierungs- und dem Glaubwürdigkeitseffekt. Ersterer führt dazu, dass das Geldmengenwachstum zurückgeht, letzterer Effekt erhöht das Vertrauen in das Geld als Zahlungsmittel.¹⁵ Theoretisch kann gemäss Dornbusch (2001) dank festen Wechselkursen Glaubwürdigkeit importiert werden und so in Ländern mit diesbezüglichen Glaubwürdigkeitsproblemen Preisstabilität importiert werden. Er nennt exemplarisch die Beitritte Griechenlands und Italiens zur europäischen Währungsunion oder den *currency board* Argentiniens. Edwards (2001) bezeichnet die festen Wechselkurse der 1980er und 1990er Jahre in Lateinamerika als Erfolgsrezept. Der Nutzen eines *Pegs* hängt also insbesondere auch davon ab, inwiefern bezüglich der Glaubwürdigkeit der Zentralbank ein Defizit besteht.

Rogoff *et. al.* (2003) unterteilen die Länder in drei Gruppen: Entwicklungsländer, *Emerging Markets* und entwickelte Länder. Der dämpfende Effekt fixer Wechselkursregime auf die Infla-

¹⁵ Das erhöhte Vertrauen in die Währung erhöht die Bereitschaft zur Geldhaltung, reduziert so die Umlaufgeschwindigkeit und entsprechend die Inflationsrate.

tion beschränkt sich dabei auf die Entwicklungsländer.¹⁶ Bei den entwickelten Ländern reduziert sich die Inflationsrate gar mit zunehmender Flexibilität der Wechselkurspolitik. Mit zunehmender Entwicklung einer Volkswirtschaft scheint der Nutzen fixer Wechselkurse hinsichtlich der Inflationskontrolle abzunehmen.

4.2 Wirtschaftswachstum

Dornbusch (2001) argumentiert, dass fixe Wechselkursregime die Unsicherheit reduzieren, damit die Zinsen senken und die Investitionen stimulieren können. Er nennt auch in diesem Zusammenhang das Beispiel Argentinien in den 1990er Jahren. Rogoff *et. al.* (2003) weisen zudem auf reduzierte Transaktionskosten im internationalen Geschäftsverkehr und die damit verbundene stimulierende Wirkung auf den Handel hin. Empirisch finden sie für Entwicklungsländer und *Emerging Markets* keinen statistisch messbaren Zusammenhang zwischen dem Wechselkursregime und der wirtschaftlichen Dynamik. Industrieländer zeigen hingegen höhere Wachstumsraten unter flexiblen Wechselkursen. Flexible Wechselkurse scheinen gerade in entwickelten Volkswirtschaften mit ausgeprägten nominellen Rigiditäten eine wichtige Funktion zu übernehmen als Absorber von externen Schocks. Bordo und Flandreau (2001) weisen zudem darauf hin, dass bei unterentwickelten heimischen Finanzmärkten teilweise Kredite in ausländischen Währungen aufgenommen werden und Wechselkursschwankungen entsprechend ein grosses Risiko darstellen.

4.3 Reale Volatilität

Rogoff *et. al.* (2003) argumentieren, dass fixe Wechselkurse grundsätzlich über zwei Kanäle einen Einfluss auf die Volatilität realer makroökonomischer Grössen haben können. Sie können einerseits selber ein Quelle von Variabilität sein, sie können aber auch als Puffer gegen externe reale Schocks wirken. Welcher Effekt überwiegt, hängt insbesondere von der Stärke der nominellen Rigiditäten ab. Gemäss Rogoff *et. al.* (2003) erhöhen flexible Wechselkurse in *Emerging Markets* und in entwickelten Volkswirtschaften die Volatilität der Wachstumsraten des realen Bruttoinlandprodukts. Die Rolle der Wechselkursschwankungen als Quelle von realer Variabilität scheint also aufgrund der ausgeprägten nominellen Rigiditäten die Pufferfunktion zu überlagern. Für Entwicklungsländer sind keinerlei statistisch signifikanten Zusammenhänge erkennbar.

Eine robuste empirische Erkenntnis ist, dass fixe nominelle Wechselkurse die Volatilität der realen Wechselkurse reduzieren. Baxter und Stockman (1989) stellen fest, dass durch den Über-

¹⁶ Durch das Kontrollieren für das Geldmengenwachstum wurde gezeigt, dass auch der Glaubwürdigkeitseffekt isoliert einen signifikanten Einfluss auf die Inflationsrate hat.

gang von festen zu flexiblen Wechselkursen nach dem Zusammenbruch von *Bretton Woods* die Volatilität der realen Wechselkurse gestiegen ist.¹⁷

4.4 Schlussfolgerungen für die Schweiz

Die Schweiz als industrialisiertes Land muss sich an den empirischen und theoretischen Ergebnissen für die Gruppe der Industrieländer orientieren. Für diese Gruppe bringt gemäss der Empirie eine flexible Wechselkurspolitik tendenziell Vorteile. Für eine kleine offene Volkswirtschaft wie die Schweiz ist jedoch der Wechselkurs im Gegensatz zu grösseren Volkswirtschaften insbesondere auch bezüglich der Volatilität des Outputs ein entscheidender Faktor (vgl. dazu die in Kapitel 5.6 erwähnte KOF-Studie sowie die momentane Situation im Sommer 2011).

5 Dornbusch Wechselkursmodell

Zur Analyse der unterschiedlichen Wechselkursregime bezüglich makroökonomischer Performance wird ein modifiziertes Dornbusch Modell herangezogen. Das entsprechende Papier ist eine Weiterführung des Mundell-Fleming Modells, welches zu Beginn der 1960er Jahre von den Ökonomen Robert A. Mundell (1962) und J. Marcus Fleming (1962) unabhängig voneinander entwickelt wurde. Das keynesianische Mundell-Fleming Modell weitet die IS-LM-Betrachtung auf eine offene Volkswirtschaft aus. Neben Güter- und Geldmarkt werden auch Gleichgewichtsbedingungen des internationalen Kapitalmarkts in die Analyse miteinbezogen, die IS- und die LM-Kurve werden dadurch durch eine *Foreign-Exchange-Kurve* (FE-Kurve) ergänzt.

Das Papier von Rudiger Dornbusch (1976) hat für die internationale Makroökonomie bahnbrechende Erkenntnisse gebracht. Es wurde kurz nach dem Wechsel der industrialisierten Welt von festen zu flexiblen Wechselkursen geschrieben. Wechselkursdynamiken unter den Industriestaaten waren in der Praxis ein neues und in der Wissenschaft ein noch weitgehend unerforschtes Phänomen. Friedman's (1953) Apologien für flexible Wechselkurse waren insbesondere von der Annahme getrieben, dass Wechselkursveränderungen im Wesentlichen Inflationsdifferenzen abbilden. In der Empirie verhalten sich jedoch Wechselkurse viel volatiler als diese Annahme vermuten lassen würde. Neben permanenten Abweichungen von der absoluten Kaufkraftparität sind auch substantielle vorübergehende Abweichungen von der relativen Kaufkraftparität zu beobachten. Mindestens kurzfristig lassen sich Wechselkursdynamiken also nicht alleine durch Inflationsdifferenzen erklären (vgl. dazu Rogoff 2002 sowie die seit Anfang 2010 stattfindende und bis heute im Sommer 2011 andauernde Aufwertung des Schweizer Frankens gegenüber

¹⁷ Bezüglich des Verhaltens von anderen volkswirtschaftlichen Schlüsselvariablen stellen sie kaum Unterschiede zwischen den Wechselkursregimen fest.

dem Euro, welche fast eins zu eins auf den realen Wechselkurs durchschlägt). Mit Hilfe von verblüffend wenig Mathematik hat Rudiger Dornbusch (1976) ein Modell mit erstaunlicher Erklärungskraft hinsichtlich der Volatilität von Wechselkursen entwickelt. Anhand des folgenden Beispiels sei dies kurz illustriert: Eine Geldmengenausweitung in einer Volkswirtschaft führt langfristig zu einer proportionalen Abwertung der entsprechenden Währung. Ausgehend von einem CHF/EUR-Kurs von 1,50 führt eine Geldmengenausweitung im Euroraum um 10% *ceteris paribus* und langfristig zu einem Kurs von CHF/EUR 1,35. Unter der in der Wissenschaft heute kaum mehr bestrittenen Annahme rigider Güterpreise zusammen mit der Annahme vollkommener Kapitalmobilität und der damit verbundenen ungedeckten Zinsparität wird der Wechselkurs jedoch kurzfristig überschossen. Durch die Geldmengenausweitung sinkt das Zinsniveau im Euroraum, die Zinsdifferenz muss durch eine Aufwertung des Euro kompensiert werden. Diese Aufwertung ist nur möglich, wenn der Wechselkurs anfänglich überschiesst.

Der *Impact* Effekt wird aus Sicht des Schweizer Franken also nicht eine Aufwertung um 10% sein, sondern eine deutlich stärkere. Dieses Überschieszen der Wechselkurse erklärt eine hohe, durch Inflationsdifferenzen nicht gerechtfertigte Volatilität. Im erwähnten Fall ist dies für die Schweizer Volkswirtschaft eine grosse Belastung. Ob die Intensität des Überschieszens quantitativ bedeutend ist, ist sekundär. Bereits eine sprunghafte Aufwertung um 10% bei kurzfristig rigiden Preisen schlägt eins zu eins auf den realen Wechselkurs und damit auf die Wettbewerbsfähigkeit des Schweizer Exportsektors durch. Sofern die Konjunktorentwicklung für die Zentralbanken eine relevante Zielgrösse ist, haben diese Erkenntnisse auch Implikationen für die Geldpolitik, insbesondere für die Wechselkurspolitik. Die Strategie des vollkommen flexiblen Wechselkurses könnte für die Zentralbank also eine suboptimale Strategie sein, weil der Mechanismus des Überschieszens potentiell die Volatilität der Konjunktur erhöht.

5.1 Das Dornbusch Modell empirisch

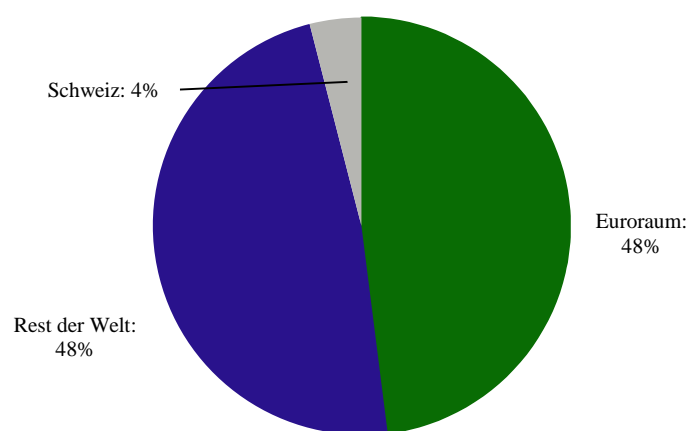
Zahlreiche empirische Studien können die von Dornbusch (1976) postulierte Überschieszungsdynamik nicht validieren. Zu nennen sind beispielsweise Kim und Roubini (2000) für die G7-Staaten oder Peersman und Smets (2003) und Favero und Marcellino (2004) für die Euroregion. Gemäss den entsprechenden empirischen Untersuchungen mittels Vektorautoregressionen (VAR) führt ein kontraktionärer geldpolitischer Schock zu einer realen Abwertung oder einer realen, aber graduellen Aufwertung. Die ungedeckte Zinsparität – in dieser Arbeit Gleichung (1) – wird dadurch verletzt.

Bjørnland (2009) gelingt eine Validierung des Überschieszens mittels einer VAR für die offenen, relativ kleinen Volkswirtschaften Australien, Kanada, Neuseeland und Schweden. Sie legt der VAR die Restriktion zugrunde, dass geldpolitische Schocks im Sinne der Neutralität des Geldes keine langfristigen Auswirkungen auf die realen Wechselkurse haben können (vgl. dazu

Obstfeld 1985). Kurzfristig ist dies aufgrund der Rigidität der Preise möglich. Dies entspricht den treibenden Annahmen des Dornbusch Modells. Bezüglich der gleichzeitigen Beziehungen zwischen Zinssatz und realem Wechselkurs werden keine Restriktionen vorgesehen. Zudem kann der Wechselkurs sofort auf geldpolitische Schocks reagieren. Mit diesem *Setting* stellt sie tatsächlich fest, dass ein kontraktionärer geldpolitischer Schock – gemäss dem Dornbusch Modell – unter Einhaltung der ungedeckten Zinsparität eine starke reale Aufwertung und eine darauffolgende graduelle Abwertung zum neuen Gleichgewicht zur Folge hat.¹⁸ Die Aufwertung ist innerhalb der ersten ein bis zwei Quartale am stärksten.

5.2 Geografisches *Setting*

Die Analyse im Rahmen des vorliegenden Dornbusch Modells findet aus Sicht der Schweiz statt. Es wird von folgendem vereinfachten Modell ausgegangen: Es gebe drei Blöcke: (1) die kleine Schweiz, (2) den Euroraum und schliesslich (3) den „Rest der Welt“. Alle drei Blöcke haben die gleiche Modellstruktur, nicht aber dieselben Parameterwerte. Da fast 70% der Schweizer Exporte in die EU gehen, sei vereinfachend angenommen, dass der Euroblock der alleinige (für die Schweiz relevante) Partner sei (die Wechselkursrelationen zum „Rest der Welt“ werden vernachlässigt). Grafik 4 veranschaulicht die geschilderte Ausgangslage.



Grafik 4: Anteile an der Weltwirtschaft

Damit ist aus Sicht der Schweiz die EU bzw. der Euroraum „das Ausland“. Aufgrund starker wirtschaftlicher Verflechtungen haben monetäre Schocks im Euroraum Auswirkungen auf die inländische, d.h. die schweizerische Realwirtschaft (bspw. haben Wechselkursveränderung Auswirkungen auf das Preisniveau, welches wiederum den Output beeinflusst). Variablen, welche das Ausland, d.h. den Euroraum betreffen, werden in dieser Arbeit mit einem Sternchen (bspw. p^*) gekennzeichnet. Das Ausland aus Sicht des Euroraums ist der Rest der Welt. Variablen, welche den Rest der Welt betreffen, werden mit zwei Sternchen (bspw. p^{**}) gekennzeichnet.

¹⁸ Die ungedeckte Zinsparität ist mit Ausnahmen erfüllt.

net. Im Rest der Welt sind und bleiben sämtliche makroökonomischen Grössen während der Analyse im Gleichgewicht. Da die Schweiz aufgrund der Grösse keinen Einfluss auf die EU hat, geschieht also aus Sicht der EU im Ausland nichts. Analysiert wird der monetäre Schock einer einmaligen und permanenten Geldmengenerhöhung um 10% im Euroraum. Dies hat monetäre und reale Auswirkungen auf die schweizerische Wirtschaft zur Folge. Diese Auswirkungen auf die Schweiz wie auch die monetären Reaktionen der SNB haben keinerlei Rückkoppelungseffekte auf den Euroraum.¹⁹

5.3 Gleichungssystem

In dieser Arbeit wird ein Gleichungssystem aus dem Modell von Rogoff (2002) herangezogen. Es handelt sich um eine leicht modifizierte Version des originalen Papiers von Dornbusch (1976). Die in dieser Arbeit verwendeten Gleichungen werden im Folgenden vorgestellt und erläutert. Im Kapitel 5.5 wird aus diesen ein inhomogenes Differentialgleichungssystem zweiter Ordnung hergeleitet.

5.3.1 Ungedeckte Zinsparität

Dem Modell liegt die Annahme der ungedeckten Zinsparität zugrunde. Dies wird durch Gleichung (1) formalisiert.

$$(1) \quad i - i^* = e' \quad \text{Ungedeckte Zinsparität}$$

i und i^* stehen für die nominellen Zinssätze im In- bzw. im Ausland. Im Modell von Rogoff (2002) lautet die entsprechende Gleichung $i - i^* = E_t(e_{t+1} - e_t)$.²⁰ Es wird jedoch – wie im Originalpapier von Dornbusch – von perfekter Voraussicht ausgegangen, es herrscht also bezüglich der Wechselkursveränderungen keine Unsicherheit. Zudem sind die Gleichungen für die Zwecke dieser Arbeit in stetiger Zeit zu definieren. $E_t(e_{t+1} - e_t)$ wird demnach durch e' ersetzt. Gemäss der ungedeckten Zinsparität entspricht die Differenz zwischen inländischem und ausländischem Zinssatz der (erwarteten) Abwertung der inländischen Währung. Der Wechselkurs ist nichts anderes als das Integral der Zinsdifferenzen über die Zeit. Im Falle perfekter Voraussicht generieren Anlagen im In- und im Ausland also unter Berücksichtigung der Wechselkursveränderung genau dieselbe Rendite. Dornbusch (1976) geht damit explizit von der Annahme vollkommener Kapitalmobilität aus. Theoretisch würde eine leichte Zinssenkung im Inland bei unverändertem e' zum Abfluss des gesamten Kapitals ins Ausland führen. Kapitalflüsse zwischen Währungsräumen stellen permanent sicher, dass Gleichung (1) gilt.

¹⁹ Auch auf den Rest der Welt hätte dies Auswirkungen, was wiederum Rückkoppelungseffekte zur Folge hätte. Auch diese Rückkoppelungseffekte werden hier vernachlässigt.

²⁰ Im Originalpapier von Dornbusch (1976) lautet die entsprechende Gleichung $i - i^* = \theta(e - \bar{e})$, wobei \bar{e} das langfristige Gleichgewicht darstellt. In jeder Periode wird also ein Teil der Abweichung zum langfristigen Gleichgewichtswert abgebaut.

Neuere empirische Studien finden Evidenz für die Gültigkeit der ungedeckten Zinsparität. Chinn und Meredith (2005) untersuchen entsprechende Beziehungen zwischen den USA, Deutschland, Japan und Kanada und finden insbesondere über längere Zeithorizonte Evidenz für die ungedeckte Zinsparität. Chaboud und Wright (2005) kommen gestützt auf *overnight* Wechselkursbewegungen zu ähnlichen Schlüssen.²¹

5.3.2 Geldmarkt

Gleichung (2) ist eine klassische Geldnachfragefunktion (in logarithmierten Werten).

$$(2) \quad m - p = -\eta i + \emptyset y \quad \text{Geldmarkt (LM-Kurve)}$$

Sowohl Dornbusch (1976) als auch Rogoff (2002) verwenden exakt dieselbe Gleichung. Die reale Geldnachfrage ($m - p$) hängt demnach positiv vom Output (y) und negativ vom Inlandzins (i) ab. η und \emptyset sind positive Parameter, sie stehen für die Elastizitäten der realen Geldnachfrage bezüglich Zins und Output.²²

Die Gleichung postuliert folgende unbestrittenen Annahmen: Die reale Geldnachfrage ($m - p$) steigt mit zunehmendem Output aufgrund des zunehmenden Bedürfnisses nach Geld für die Transaktionen. Ein höherer Zinssatz erhöht die Opportunitätskosten der Geldhaltung und reduziert entsprechend die Geldnachfrage. Zudem ist die nominelle Geldnachfrage (m) proportional zum Preisniveau (p) weil bei steigendem Preisniveau für dieselben Transaktionen mehr Geld gebraucht wird.

Aus der Gleichung (2) lässt sich in einem yi -Diagramm eine LM-Kurve zeichnen, auf welcher die Gleichgewichtsbedingung des Geldmarktes erfüllt ist. Mit Hilfe des totalen Differentials lässt sich die (positive) Steigung \emptyset/η ermitteln.

5.3.3 Gütermarkt

Der Gütermarkt ist in Gleichung (3) festgehalten (in logarithmierten Werten).

$$(3) \quad y = \bar{y} + \gamma(e + p^* - p - \bar{q}) \quad \text{Gütermarkt}$$

Die Gleichung (3) ist *tel quel* Rogoff (2002) entnommen. Dornbusch (1976) spezifiziert den Gütermarkt auch unter Berücksichtigung des Realzinses. Die aggregierte Nachfrage (y) ist hier eine Funktion des Potentialoutputs (\bar{y}) und der Abweichung des realen Wechselkurses von seinem langfristigen Gleichgewichtswert (\bar{q}). e stellt den nominellen Wechselkurs dar, dieser ist definiert als Einheiten der inländischen Währung pro Einheit ausländischer Währung (CHF/EUR). Entsprechend ist $e + p^* - p$ der reale Wechselkurs (dieser wird auch als q bezeichnet). γ ist ein positiver Parameter. Je höher der reale Wechselkurs, d.h. je stärker unter-

²¹ Entsprechende Studien testen typischerweise, ob der Terminwechelkurs ein unverzerrter Schätzer für den zukünftigen Kassakurs ist.

²² y entspricht der aggregierten Nachfrage, welche vom Potentialoutput abweichen kann (s. Gleichung (3))

bzw. weniger stark überbewertet die inländische Währung, desto grösser die Nachfrage nach inländischen Gütern. Veränderungen des nominellen Wechselkurses haben aufgrund der keynesianischen Annahme rigider Preise einen Einfluss auf den realen Wechselkurs und dadurch auch auf den Output. Unter der Annahme der absoluten Kaufkraftparität, nimmt der langfristige Gleichgewichtswert des realen Wechselkurses den Wert Eins an, der logarithmierte Wert \bar{q} entsprechend den Wert Null.

Empirisch gilt die absolute Kaufkraftparität nicht, Rogoff (1996) bezeichnet dieses Phänomen als *Purchasing Power Puzzle*. Im Falle des Vergleichs der Schweiz mit der Eurozone ist die Abweichung davon jedoch gering, entsprechend ist die Gültigkeit der absoluten Kaufkraftparität keine allzu strenge Annahme. Die relative Kaufkraftparität geht im Gegensatz dazu lediglich davon aus, dass \bar{q} keinen Trend aufweist, er kann aber von Null verschieden sein. Empirisch ist der reale Wechselkurs langfristig stationär (vgl. Froot und Rogoff 1994 für einen Überblick oder mit Beirne, Hunter, Simpson (2007) eine Studie neueren Datums). Die realen Wechselkurse tendieren also nicht in eine bestimmte Richtung. Die Annahme der absoluten Kaufkraftparität hat gegenüber der Annahme der relativen Kaufkraftparität im vorliegenden Modell keine qualitative Bedeutung.

5.3.4 Preisanpassung

Die Preisanpassungsfunktion ist wie folgt spezifiziert (in logarithmierten Werten).

$$(4) \quad p' = \psi(y - \bar{y}) + e' \quad \text{Preisanpassung (mit Wechselkurs)}$$

Das Verhältnis der aggregierten Nachfrage zum Potentialoutput hat inflationäre Konsequenzen, wobei ψ ein Parameter grösser Null ist. Zudem sind Wechselkursveränderungen (e') gemäss Gleichung (4) preistreibend. In Dornbuschs (1976) Preisanpassungsfunktion ist die Preisentwicklung lediglich von ersterem abhängig. Die Gleichung (4) ist Mussa (1982) entnommen. Rogoff (2002) verwendet dieselbe Gleichung (in diskreter Zeit). Gemäss Rogoff (2002) vereinfacht die verwendete Gleichung gegenüber Dornbuschs Originalgleichung die Analyse exogener Schocks, gemäss Obstfeld und Rogoff (1984) sind die beiden Gleichungen zudem äquivalent.

Das in dieser Arbeit verwendete Gleichungssystem besteht aus vier Gleichungen und lässt sich wie folgt zusammenfassen:

$$(1) \quad i - i^* = e' \quad \text{Ungedeckte Zinsparität}$$

$$(2) \quad m - p = -\eta i + \phi y \quad \text{Geldmarkt}$$

$$(3) \quad y = \bar{y} + \gamma(e + p^* - p - \bar{q}) \quad \text{Gütermarkt}$$

$$(4) \quad p' = \psi(y - \bar{y}) + e' \quad \text{Preisanpassung (mit Wechselkurs)}$$

5.4 Definition der Variablen

Sämtliche Variablen (m, e, y, p, i, p^*, i^*) sind als Abweichung vom langfristigen Gleichgewicht definiert. Das langfristige Gleichgewicht könnte auch ein dynamischer Pfad sein.

5.4.1 Logarithmen und Numeri

Kleinbuchstaben stellen logarithmierte Werte dar. Eine Ausnahme sind die Zinssätze im In- und Ausland (i und i^*). Im Gleichungssystem kommen ausschliesslich logarithmierte Werte vor (mit Ausnahme der Zinsen), auf Grossbuchstaben, also auf nicht logarithmierte Werte, wird im Text eingegangen.

5.4.2 Endogene, Exogene und Politikvariable

Der nominelle Wechselkurs (e) der inländische Output (bzw. die aggregierte Nachfrage, y) das inländische Preisniveau (p) und der inländische Zinssatz (i) werden endogen bestimmt. Preisniveau und Zinssatz im Ausland (p^* und i^*) sind exogen. Die inländische Geldmenge (m) ist die Politikvariable, welche von der inländischen Zentralbank gesteuert wird.

Im Originalmodell von Dornbusch (1976) wird der Output als exogen angenommen. Ein Nachfrageüberhang aufgrund einer Unterbewertung der Währung (bei Dornbusch auch aufgrund eines tiefen Realzinses möglich) hat lediglich eine preistreibende Wirkung. Der Output verändert sich nicht.²³ Um die Vorteilhaftigkeit flexibler und fester Wechselkurse unter Berücksichtigung der Zielgrössen Inflation und Konjunkturschwankungen zu beurteilen, muss in dieser Arbeit der Output endogen sein.

5.4.3 Impact Effekt und dynamische Anpassung

Es werden zwei Effekte unterschieden: Der *Impact* Effekt bezeichnet den diskreten, nach einem Schock unmittelbar eintretenden Effekt. Die dynamische Anpassung bezeichnet die kontinuierliche Anpassung einer Variable an ein neues Gleichgewicht. Vor dem Schock befinden sich per Annahme sämtliche Variablen im In- und Ausland im langfristigen Gleichgewicht.

Nach dem Schock nehmen die Variablen im Zeitpunkt $t = 0$ einen Startwert an. Der Schock manifestiert sich somit direkt in den Startwerten aller Variablen.

5.5 Herleitung der Differentialgleichungen

Durch Umformen der Gleichungen können zwei Differentialgleichungen erster Ordnung in den Variablen e und p hergeleitet werden.

Aus (2) folgt

²³ Im Anhang endogenisiert Dornbusch (1976) den Output.

$$(5) \quad i = -(m - p - \varnothing y) / \eta$$

y aus (3) in (5) einsetzen und berücksichtigen, dass $\bar{q} = 0$, ergibt

$$(6) \quad i = -\left(m - p - \varnothing (\bar{y} + \gamma (e + p^* - p))\right) / \eta$$

i aus (6) in (1) einsetzen

$$(7) \quad e' = -\left(m - p - \varnothing (\bar{y} + \gamma (e + p^* - p))\right) / \eta - i^*$$

y gemäss (3) sowie e' aus (7) in (4) einsetzen, ergibt

$$(8) \quad p' = \psi \left((\bar{y} + \gamma (e + p^* - p)) - \bar{y} \right) + \left(-m + p + \varnothing (\bar{y} + \gamma (e + p^* - p)) \right) / \eta - i^*$$

Arrangieren der Gleichungen (7) und (8) erlaubt die Unterteilungen der Gleichungen in je einen homogenen und einen inhomogenen Teil:

$$(7)' \quad e' = e \left[\frac{\varnothing \gamma}{\eta} \right] + p \left[\frac{1 - \varnothing \gamma}{\eta} \right] + p^* \left[\frac{\varnothing \gamma}{\eta} \right] + i^* [-1] + \bar{y} \left[\frac{\varnothing}{\eta} \right] + m \left[-\frac{1}{\eta} \right]$$

$$(8)' \quad p' = e \left[\psi \gamma + \frac{\varnothing \gamma}{\eta} \right] + p \left[-\psi \gamma + \frac{1 - \varnothing \gamma}{\eta} \right] + p^* \left[\psi \gamma + \frac{\varnothing \gamma}{\eta} \right] + i^* [-1] + \bar{y} \left[\frac{\varnothing}{\eta} \right] + m \left[-\frac{1}{\eta} \right]$$

Um das Weiterrechnen zu vereinfachen, werden die Parameter wie folgt substituiert:

$$(9) \quad A = \varnothing \gamma / \eta$$

$$(12) \quad D = -1 / \eta$$

$$(10) \quad B = (1 - \varnothing \gamma) / \eta$$

$$(13) \quad E = \psi \gamma + \varnothing \gamma / \eta$$

$$(11) \quad C = \varnothing / \eta$$

$$(14) \quad F = \psi \gamma$$

Eingesetzt in die Differentialgleichungen ergeben sich folgende Gleichungen (15) und (16):

$$(15) \quad e' = e[A] + p[B] + p^*[A] + i^*[-1] + \bar{y}[C] + m[D]$$

$$(16) \quad p' = e[E] + p[-F + B] + p^*[E] + i^*[-1] + \bar{y}[C] + m[D]$$

Gleichung (16) nach e aufgelöst, ergibt

$$(17) \quad e = p' \left[\frac{1}{E} \right] - p \left[\frac{B-F}{E} \right] - p^*[1] + i^* \left[\frac{1}{E} \right] - \bar{y} \left[\frac{C}{E} \right] - m \left[\frac{D}{E} \right]$$

Die Gleichung (17) wird nach der Zeit (t) abgeleitet

$$(18) \quad e' = p'' \left[\frac{1}{E} \right] - p' \left[\frac{B-F}{E} \right] - p^{*'}[1] + i^{*'} \left[\frac{1}{E} \right] - m' \left[\frac{D}{E} \right]$$

Die Variable \bar{y} fällt durch die Ableitung weg, weil der Potentialoutput über die Zeit konstant bleibt und die Ableitung entsprechend gleich Null ist.

In der Gleichung (15) werden nun e und e' durch die Gleichungen (17) respektive (18) ersetzt.

$$(19) \quad p'' \left[\frac{1}{E} \right] - p' \left[\frac{B-F}{E} \right] - p^*[1] + i^{*'} \left[\frac{1}{E} \right] - m' \left[\frac{D}{E} \right] = p' \left[\frac{A}{E} \right] - p \left[\frac{A(B-F)}{E} \right] - p^*[A] + i^* \left[\frac{A}{E} \right] - \bar{y} \left[\frac{AC}{E} \right] - m \left[\frac{AD}{E} \right] + p[B] + p^*[A] + i^*[-1] + \bar{y}[C] + m[D]$$

Arrangieren, so dass der homogene Teil der Differentialgleichung auf der linken und der inhomogene Teil auf der rechten Seite der Gleichung steht, sowie multiplizieren mit E , ergibt

$$(20) \quad p'' + p'[F - B - A] + p[A(B - F) - BE] = p^*[E] + i^{*'}[-1] + m'[D] + i^*[A - E] + \bar{y}[CE - AC] + m[DE - AD]$$

Aus dem homogenen Teil der Gleichung (20) lassen sich mit der Formel (21) die Lambdas berechnen. Wobei $a_1 = F - B - A$ und $a_2 = A(B - F) - BE$.

$$(21) \quad \lambda_{1/2} = \frac{1}{2} \left(-a_1 \pm \sqrt{a_1^2 - 4a_2} \right)$$

5.6 Werte für die Parameter für das Inland

Um reale Werte für die Lambdas zu erhalten, müssen für sämtliche verwendeten Parameter η , \emptyset , γ und ψ Annahmen bezüglich deren Werte getroffen werden. Diese seien aufgrund intuitiver Überlegungen festgesetzt. Von entscheidender qualitativer Bedeutung ist, dass sämtliche Parameter positiv sind.

Sensitivität der Geldnachfrage, η

η ist eine Semielastizität, es gibt die Sensitivität der realen Geldnachfrage auf Veränderungen des Zinssatzes an. Der Wert sei auf 7 festgelegt, d.h. eine Erhöhung des Zinssatzes um 1%-Punkt reduziert die reale Geldnachfrage um 7%.

Einkommenselastizität der Geldnachfrage, \emptyset

Für die Einkommenselastizität der Geldnachfrage, \emptyset wird ein Wert von 0,8 angenommen. Wenn der Output in der Volkswirtschaft steigt, steigt die reale Geldnachfrage aufgrund der zusätzlichen Nachfrage nach Geld zum Zwecke der Abwicklung von zusätzlichen Transaktionen leicht unterproportional.

Outputelastizität der Inflation, ψ

ψ habe einen Wert von eins. Wenn der Output 1% über dem Potentialoutput liegt, führt dies zu einer Inflationsrate von ebenfalls 1%.²⁴

Wechselkurselastizität des Outputs, γ

γ gibt die Sensitivität des Outputs auf Veränderungen des realen Wechselkurses an. Es wird in dieser Arbeit von einem Wert von 0,05 ausgegangen. Eine um 10% überbewertete (unterbewer-

²⁴ Im Gleichgewicht sei die Inflationsrate Null.

tete) einheimische Währung führt zu einem Output, der 0,5% unter (über) dem Potential liegt. Längerfristige Wechselkurselastizitaten des schweizerischen Bruttoinlandprodukts sind gemäss Schätzungen der Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich (Abrahamsen und Simmons-Suer, 2011) etwa 0,3. Die entsprechende Wirkung setzt jedoch mit einer Verzögerung von zwei bis drei Jahren ein. Gemäss der vorliegenden Modellspezifikation gibt γ die sofortige Veränderung des Bruttoinlandprodukts in Folge einer Wechselkursveränderung und damit eine kurzfristige Elastizität an. Entsprechend wird für γ ein tieferer Wert angenommen.

Gemäss den Schätzungen für $\eta = 7$, $\varnothing = 0,8$, $\psi = 1$ und $\gamma = 0,05$ sowie den sich daraus ergebenden Werten für $a_1 = -0,09286$ und für $a_2 = -0,00714$ ergeben sich folgende Werte für λ_1 und λ_2 :

$$(22) \quad \lambda_1 = \frac{1}{2} \left(0,09286 + \sqrt{(0,09286)^2 + 0,02571} \right) = 0,14286$$

$$(23) \quad \lambda_2 = \frac{1}{2} \left(0,09286 - \sqrt{(0,09286)^2 + 0,02571} \right) = -0,05$$

5.7 Werte für die Parameter im Ausland

Die konstituierenden Gleichungen (1), (2), (3) und (4) gelten nicht nur im Inland (Schweiz) sondern auch im Ausland (Euroraum). Bezüglich der Parameter \varnothing , γ und ψ , welche ausschliesslich inländische volkswirtschaftliche Zusammenhänge betreffen, werden im Ausland (Euroraum) dieselben Annahmen getroffen wie im Inland (Schweiz). Die Wechselkurselastizitat der Nachfrage (γ) hängt jedoch von der Intensität der internationalen Verflechtungen ab. Für den deutlich grösseren und daher international weniger stark verflochtenen Euroraum sei deshalb ein tieferer Wert von 0,04 angenommen ($\gamma^* = 0,04$), die aggregierte Nachfrage reagiert damit etwas weniger stark auf Wechselkursveränderungen als dies in der Schweiz der Fall ist.

Die unterschiedlichen Annahmen bezüglich γ bzw. γ^* sind jedoch auch durch die Machbarkeit der mathematischen Analyse begründet. Würde man im Ausland denselben Wert annehmen, hätten die Anpassungsfunktionen von Preis- und Zinsniveau im Ausland denselben Exponenten $-0,05t$.²⁵ Durch die Integration des partikulären Teils der Preisanpassungsfunktionen (Gleichung (37)) würde eine Konstante entstehen und der Prozess nicht mehr gegen Null konvergieren.

²⁵ Wenn im Ausland genau dieselben Ausgangsgleichungen gelten, sind auch die Lambdas identisch. Das Lambda für die Preisanpassungsfunktion wäre somit $-0,05$. Die Gleichung (37) würde lauten: $p_p = e^{0,14286t} \int e^{-0,19286t} \int e^{0,05t} (0,00027e^{-0,05t}) (dt)^2$. Durch die Addition der Exponenten würde eine Konstante entstehen.

6 Differentialgleichungen

6.1 Komplementärer Teil

Die Differentialgleichung besteht im Sinne der Formel (24) aus einem homogenen, komplementären Teil und einem inhomogenen, partikulären Teil.

$$(24) \quad p = p_k + p_p$$

Die Indices k und p indizieren dabei den komplementären respektive den partikulären Teil. Der komplementäre Teil lässt sich mit den ermittelten Werten für λ_1 und λ_2 bestimmen.

$$(25) \quad p_k(t) = c_1 e^{\lambda_1 t} + c_2 e^{\lambda_2 t}$$

Einsetzen der Werte für λ_1 und λ_2 :

$$(26) \quad p_k(t) = c_1 e^{0,14286t} + c_2 e^{-0,05t}$$

Der partikuläre Teil im Sinne der Formel (24) wird im Folgenden ermittelt.

6.2 Partikulärer Teil

Der partikuläre Teil der Lösung lässt sich gemäss Yamane (1968: 311) mit der folgenden Formel (27) herleiten

$$(27) \quad p_p(t) = e^{\lambda_1 t} \int e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} \int e^{-\lambda_2 t} f(t) (dt)^2$$

$f(t)$ entspricht dabei dem inhomogenen Teil der Differentialgleichung (20). Es gilt also folgende Gleichung nach t zu integrieren.

$$(28) \quad p_p(t) = e^{0,14286t} \int e^{-0,19286t} \int e^{0,05t} (p^{*'}[E] + i^{*'}[-1] + m'[D] + i^*[A - E] + \bar{y}[CE - AC] + m[DE - AD])(dt)^2$$

Die Werte für die Variablen des inhomogenen Teils werden im Folgenden ermittelt.

6.3 Dynamik im Ausland

Wie oben beschrieben, werden im Folgenden die endogenen Auswirkungen analysiert, welche durch den Schock einer einmaligen und permanenten Erhöhung der Geldmenge im Ausland um 10% induziert werden.

Die neue Geldmenge entspricht bereits dem (neuen) langfristigen Gleichgewichtswert. Da die Variablen als Abweichung zum langfristigen Gleichgewichtswert definiert sind, ist der Wert der ausländischen Geldmenge somit gleich Null, d.h. $m_0^* = 0$. Im Modell fließt die ausländische Geldmenge jedoch nicht direkt ein. Die Geldmengenexpansion spielt indirekt über den Einfluss

auf die exogenen Variablen Preis und Zinssatz eine Rolle. In den kommenden Abschnitten wird die Reaktion von Preisniveau und Zinssatz auf die Geldmengenerhöhung hergeleitet, bei Letzterem sei der Leser auf den Anhang verwiesen.

6.3.1 Preisniveau, p^*

Das ausländische Preisniveau (p^*) wird sich langfristig proportional zur Geldmengenexpansion erhöhen, im langfristigen Gleichgewicht wird also das Preisniveau um 10% ansteigen. Aufgrund der Rigidität der Preise, kann das Preisniveau jedoch keine diskreten Sprünge machen, der *Impact* Effekt ist Null. Durch den Schock der Geldmengenexpansion im Ausland ändert sich also das Preisniveau nicht, jedoch verändert sich der langfristige Gleichgewichtswert. Da die Variablen relativ zum langfristigen Gleichgewichtswert definiert sind, verändert sich der Wert der Variable. Der langfristige Gleichgewichtswert von P^* ist eins. Der aktuelle Wert (P_0^*) ist so festzulegen, dass er nach einer Erhöhung um 10% gleich Eins ist. Demnach ist $P_0^* = 1/1,1$ bzw. logarithmiert: $p_0^* = \ln(1/1,1) = -0,0953$. Es kommt zu einer kontinuierlichen Anpassung der Preisniveaus von $-0,0953$ an den langfristigen Gleichgewichtswert von Null.

Der komplementäre Teil der Preisanpassungsfunktion ist fast identisch. Aufgrund der gegenüber dem Inland abweichenden Annahme bezüglich γ^* nehmen die Lambdas jedoch andere Werte an. Diese seien mittels analoger Herleitung ermittelt. Gemäss Gleichung (20) gilt: $a_1^* = F^* - B^* - A^*$ und $a_2^* = A^*(B^* - F^*) - B^*E^*$.²⁶ Somit ergeben sich gestützt auf die Werte für $\eta^* = 7$, $\vartheta^* = 0,8$, $\psi^* = 1$ und $\gamma^* = 0,04$ folgende Lambdas:

$$(29) \quad \lambda_1^* = \frac{1}{2} \left(0,09286 + \sqrt{0,09286^2 + 0,02286} \right) = 0,14286$$

$$(30) \quad \lambda_2^* = \frac{1}{2} \left(0,09286 - \sqrt{0,09286^2 + 0,02286} \right) = -0,04$$

Weil die Modellstruktur im Euroraum identisch ist wie in der Schweiz, wird zur Bestimmung der Anpassungsfunktionen für Preise und Zinssatz dasselbe Differentialgleichungssystem herangezogen.

Die Preisfunktion setzt sich im Sinne der Gleichung (24) aus einem komplementären und einem partikulären Teil zusammen.

$$(24') \quad p^* = p_k^* + p_p^*$$

Der komplementäre Teil ergibt sich aus dem homogenen Teil der Differentialgleichungen (15) und (16). Gegenüber dem Inland werden lediglich die Exponenten angepasst (λ_1^* und λ_2^*), ansonsten bleibt aufgrund der identischen Ausgangsgleichungen alles unverändert.

$$(26') \quad p_k^*(t) = c_1^* e^{0,14286t} + c_2^* e^{-0,04t}$$

²⁶ $A^* = 0,00457$; $B^* = 0,13829$; $C^* = 0,11429$; $D^* = -0,14286$; $E^* = 0,04457$; $F^* = 0,04$

Um die Sattelpfadlösung zu erhalten, wird c_1^* gleich Null gesetzt und c_2^* so kalibriert, dass $p^*(0)$ dem gewünschten Startwert von -0,0953 entspricht.

Der partikuläre Teil ergibt sich aus dem inhomogenen Teil (ebenfalls gemäss der Gleichung (27))

$$(31) \quad p_p^*(t) = e^{0,14286t} \int e^{-0,18286t} \int e^{0,04t} (p^{**'}[E] + i^{**'}[-1] + m^{*'}[D] + i^{**}[A - E] + \bar{y}^*[CE - AC] + m^*[DE - AD])(dt)^2$$

Das Ausland hat aus Sicht des Euroraumes keinen Einfluss auf volkswirtschaftliche Grössen (Schweiz) bzw. die Grössen sind im Gleichgewicht und ändern sich nicht (USA). Zudem ist die Geldmenge nach der einmaligen und permanenten Erhöhung wieder im langfristigen Gleichgewicht. Damit gilt: $p^{**'} = 0$, $i^{**'} = 0$, $m^{*'} = 0$, $i^{**} = 0$, $\bar{y}^* = 0$, $m^* = 0$. Der partikuläre Teil fällt damit weg, womit sich die Gleichung (24') wie folgt vereinfacht:

$$(32) \quad p^*(t) = -0,0953e^{-0,04t}$$

Zum Zeitpunkt $t = 0$ nimmt p^* einen Wert von -0,0953 an, was dem Wert unmittelbar nach dem Schock entspricht. Mit steigendem t approximiert p^* den Wert Null, wobei $\lim_{t \rightarrow \infty} p^*(t) = 0$. λ_2 gibt die Geschwindigkeit an, mit welcher das ausländische Preisniveau den Gleichgewichtswert approximiert. Je höher λ_2 , desto schneller die Anpassung.

6.3.2 Inflation, $p^{*'}$

Die Ableitung der Gleichung (32) nach der Zeit ergibt die Inflation im Ausland und wird für die Lösung des partikulären Teils des Differentialgleichungssystems benötigt.

$$(33) \quad p^{*'}(t) = 0,00381e^{-0,04t}$$

6.3.3 Zinssatz, i^*

Die Geldmengenausweitung im Ausland hat einen unmittelbaren Einfluss auf den ausländischen Zinssatz (i^*). Der Realzins ändert sich im Sinne der Neutralität des Geldes langfristig nicht, die Inflation ist durch die einmalige Geldmengenausweitung langfristig ebenfalls nicht tangiert. Daher entspricht der Zinssatz vor dem Schock dem langfristigen Zinssatz nach dem Schock. Unmittelbar nach dem Schock (*Impact* Effekt) muss der Zins fallen, weil das nun grössere Geldangebot von den Agenten nur absorbiert wird, wenn die Opportunitätskosten der Geldhaltung sinken. Auch hier reagiert der Zinssatz ähnlich, wie er im Inland bei einer Geldmengenausweitung reagieren würde. Der Approximationsprozess ist ebenfalls eine abklingende Exponentialfunktion (s. Anhang I für die Herleitung)

$$(34) \quad i^*(t) = -0,01183e^{-0,04t}$$

Zum Zeitpunkt $t = 0$ nimmt i^* einen Wert von -0,01183 an, er befindet sich also 0,01183 unter dem langfristigen Gleichgewichtswert. Mit der Zeit (t) approximiert i^* den Wert Null.

6.3.4 Veränderung des Zinssatzes, i^{*}

Die Ableitung der Gleichung (34) (wird für die Lösung des Differentialgleichungssystems gebraucht) lautet

$$(35) \quad i^{*'}(t) = 0,00047e^{-0,04t}$$

6.4 Lösung für die Preisentwicklung im Inland

Für die Lösung des partikulären Teils des Differentialgleichungssystems (Gleichung (28)) müssen noch die Variablen \bar{y} , m und m' geklärt werden. Der Potentialoutput (\bar{y}) ist exogen und konstant, er entspricht also dem langfristigen Gleichgewichtswert und nimmt den Wert Null an. Die Geldmenge (m) ist die Politikvariable. Sowohl m als auch m' sind von der Politik der Zentralbank abhängig. Ist die Geldpolitik statisch auf die Preisstabilität ausgerichtet, wird sie die Geldmenge konstant halten, womit sich m nach dem Schock nicht ändert. Nimmt die Geldpolitik eine gewisse Inflation in Kauf, um die negativen Auswirkungen des Überschüssenden Wechselkurses auf die Konjunktur einzudämmen, wird sie die Geldmenge entweder kontinuierlich oder diskret erhöhen.²⁷ Die Möglichkeit der kontinuierlichen Anpassung der Geldmenge wird hier ausgeblendet. Damit sind m und m' in jedem Fall zu jedem Zeitpunkt gleich Null.

Durch Einsetzen der Lösungen für Preis- und Zinsverlauf in die Gleichung (28) ergibt sich

$$(36) \quad p_p(t) = e^{0,14286t} \int e^{-0,19286t} \int e^{0,05t} (0,00381e^{-0,04t}[E] + 0,00047e^{-0,04t}[-1] - 0,01183e^{-0,04t}[A - E] + m'[D] + \bar{y}[CE - AC] + m[DE - AD])(dt)^2$$

Ersetzen der substituierenden Variablen durch die angenommenen Werte für die Parameter sowie berücksichtigen, dass $\bar{y} = m = m' = 0$ ergibt²⁸

$$(37) \quad p_p(t) = e^{0,14286t} \int e^{-0,19286t} \int e^{0,05t} (0,00033e^{-0,04t})(dt)^2$$

Durch zweimalige Integration erhält man die Lösung des partikulären Teils

$$(38) \quad p_p(t) = -0,18084e^{-0,04t}$$

Zur Lösung des gesamten Differentialgleichungssystems werden komplementärer (Gleichung (26)) und partikulärer Teil (Gleichung (38)) addiert

$$(39) \quad p(t) = c_1 e^{0,14286t} + c_2 e^{-0,05t} - 0,18084e^{-0,04t}$$

Um die Sattelpfadlösung zu erhalten, wird der Faktor des Summanden mit dem positiven Lambda gleich Null gesetzt ($c_1 = 0$). Ansonsten divergiert das System bei steigendem t . c_2 wird so kalibriert, dass p_0 dem Startwert entspricht.

²⁷ Aufgrund der unterschiedlichen Annahmen bezüglich γ im In- und Ausland stimmen diese Aussagen nicht ganz exakt. Eine ausschliesslich auf Preisstabilität ausgerichtete Politik erfordert nicht exakt eine konstante Geldmenge.

²⁸ $E = 0,05571$; $D = -0,14286$; $A - E = -0,05$; $DE - AD = -0,00714$

$$(40) \quad p(t=0) = c_2 e^{-0,05t} - 0,18084 e^{-0,04t} = p_0$$

$$\rightarrow c_2 = p_0 + 0,18084$$

Die Lösungen in Abhängigkeit des Startwertes für das Preisniveau, p_0 für $p(t)$ und $p'(t)$ lauten:

$$(41) \quad p(t) = p_k + p_p = (p_0 + 0,18084)e^{-0,05t} - 0,18084e^{-0,04t}$$

$$(42) \quad p'(t) = -0,05(p_0 + 0,18084)e^{-0,05t} + 0,00723e^{-0,04t}$$

Gleichung (42) kann durch Zusammenfassen der Faktoren wie folgt vereinfacht werden:

$$(43) \quad p'(t) = -0,05p_0 e^{-0,05t} - 0,00904e^{-0,05t} + 0,00723e^{-0,04t}$$

6.5 Lösung für die Wechselkursentwicklung, e

Aus den Gleichungen (17), (32), (34), (41) und (43) lässt sich die Entwicklung von $e(t)$ herleiten (s. Anhang II).

$$(44) \quad e(t) = -2,46154p_0 e^{-0,05t} - 0,44516e^{-0,05t} + 0,29571e^{-0,04t}$$

6.6 Lösung für die Konjunktorentwicklung, y

Schliesslich lässt sich die Anpassungsfunktion für den Output mit Hilfe der Gleichungen (32), (41), (44) und der Gleichung für den Gütermarkt (3) herleiten (s. Anhang III):

$$(45) \quad y(t) = -0,17308p_0 e^{-0,05t} - 0,03130e^{-0,05t} + 0,01906e^{-0,04t}$$

7 Optimierung der Geldpolitik

Die Zentralbank soll eine sozial optimale Geldpolitik betreiben. Als Wertmassstab dienen die makroökonomischen Grössen Inflation und Konjunkturschwankungen. Bei beiden Variablen werden Abweichungen vom Zielwert als volkswirtschaftlich schädlich angesehen, wobei starke Abweichungen in beide Richtungen überproportional ins Gewicht fallen. Bezüglich beiden Zielgrössen werden zukünftige Abweichungen diskontiert, damit weit in der Zukunft liegende Abweichungen weniger stark ins Gewicht fallen.

7.1 Verlustfunktion

Aufgrund obiger Überlegungen ist – wie einleitend erwähnt – folgende Verlustfunktion definiert:

$$(46) \quad L = \theta \int_{t=0}^{t=\infty} ((p'_t - \bar{p}))^2 e^{-ct} dt + \int_{t=0}^{t=\infty} (y_t - \bar{y})^2 e^{-ct} dt \rightarrow \min$$

Die Verlustfunktion ist additiv, die quadrierten Abweichungen von Inflation und Output vom Zielwert werden addiert. Als Zielwert bei der Inflationsrate (\bar{p}) wird der analytischen Vereinfachung wegen ein Wert von Null postuliert. Der Wert von θ gibt Auskunft über die Gewichtung der Ziele. Bei einem Wert von $\theta = 0$ dient die Geldpolitik lediglich der Konjunkturglättung. Je höher der Wert von θ , desto konservativer ist die Zentralbank im Sinne einer stärkeren Gewichtung der Inflation in der Zielfunktion. Strebt der Wert für θ gegen unendlich, ist die Verlustfunktion nur noch getrieben von der Inflation. Das Nationalbankgesetz in der Schweiz postuliert für θ einen Wert von grösser als Null, jedoch nicht einen zu grossen. Die Diskontrate (c) sei 0,01. Der betragsmässig tief anmutende Wert sei wie folgt begründet: Aufgrund der betragsmässig tiefen Exponenten bei den Zeitreihen von Preisniveau, Wechselkurs und Output sind die Anpassungsprozesse entsprechend langsam. Daher dauert es – je nach Geldmengenwachstum im Inland – mehr als 100 Zeitperioden, bis eine weitgehende Anpassung an die neuen Gleichgewichtswerte stattgefunden hat.

Für die Herleitung der Verlustfunktion sei der Leser auf den Anhang IV verwiesen.

$$(47) \quad L = \theta(0,02273p_0^2 + 0,00099p_0 + 0,00002) + (0,27232p_0^2 + 0,03251p_0 + 0,00101)$$

7.2 Optimierung nach p_0

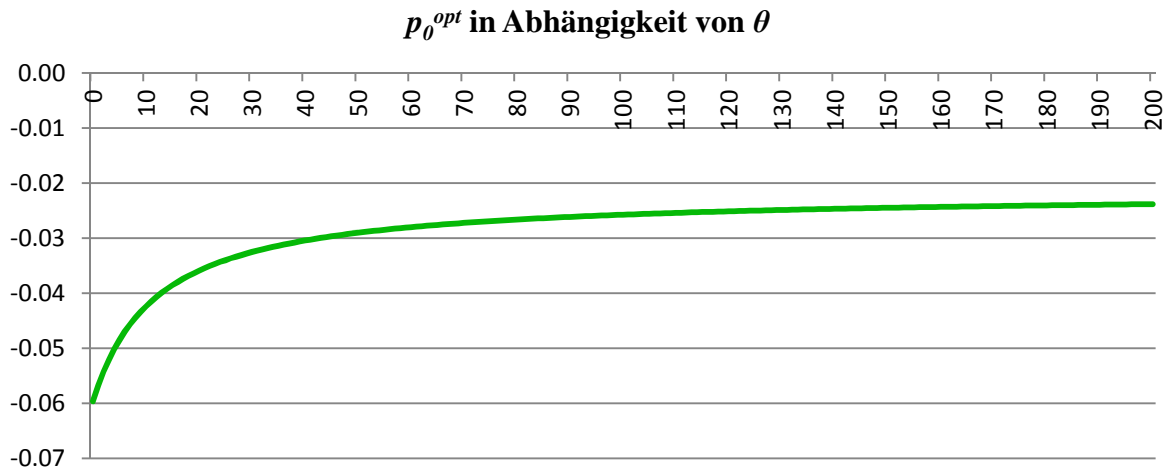
Es gilt herauszufinden, wie hoch der Startwert des Preisniveaus (p_0) sein muss, damit die Verlustfunktion minimiert wird. Die Ableitung davon wird gleich Null gesetzt

$$(48) \quad \frac{\partial L}{\partial p_0} = \theta(0,04545p_0 + 0,00099) + (0,54465p_0 + 0,03251) = 0$$

Daraus folgt das optimale p_0 (p_0^{opt}) in Abhängigkeit der Gewichtung der Zielgrössen Preis- und Konjunkturentwicklung (θ).

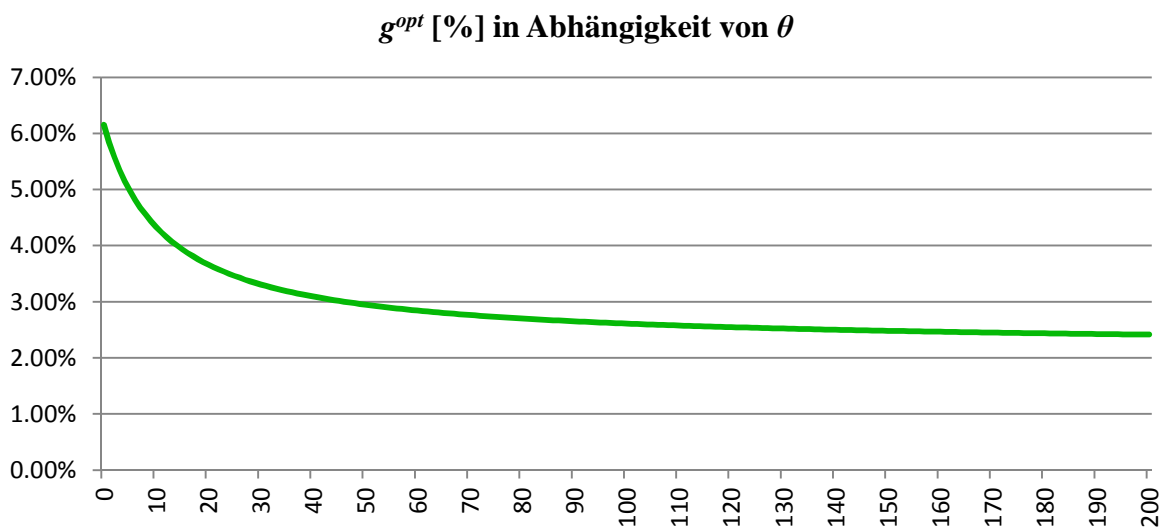
$$(49) \quad p_0^{opt} = (-0,00099\theta - 0,03251)/(\theta 0,04545 + 0,54465)$$

Folgende Grafik 5 zeigt diesen Zusammenhang auf.



Grafik 5: Optimaler Startwert für p (p_0^{opt}) in Abhängigkeit des Gewichtungsparameters, θ

Aus dem optimalen Startwert des Preisniveaus (p_0^{opt}) kann direkt auf die Höhe der optimalen Geldmengenerhöhung geschlossen werden. Der Wert für die optimale einmalige Geldmengenerhöhung sei mit g^{opt} gekennzeichnet. Der langfristige Gleichgewichtswert für das logarithmierte Preisniveau ist Null. Daher errechnet sich die Geldmengenerhöhung in Abhängigkeit von p_0 wie folgt: $\ln(1/(1+g)) = p_0 \rightarrow g = e^{-p_0} - 1$. Je tiefer der Startwert des Preisniveaus, desto stärker muss die Erhöhung der Geldmenge sein, damit $\ln P_0$ bzw. p_0 den neuen Gleichgewichtswert von Null erreicht. Grafik 6 zeigt den entsprechenden Zusammenhang.



Grafik 6: Optimale Geldmengenerhöhung (g^{opt}) in % in Abhängigkeit des Gewichtungsparameters (θ)

Die folgende Tabelle fasst die Grafiken 5 und 6 tabellarisch zusammen.

| θ | Optimales p_0 | Optimales g [%] |
|----------|-----------------|-------------------|
| 0 | -0.0597 | 6.151% |
| 3 | -0.0521 | 5.347% |
| 5 | -0.0485 | 4.970% |
| 10 | -0.0424 | 4.332% |
| 20 | -0.0359 | 3.659% |
| 30 | -0.0325 | 3.308% |
| 40 | -0.0305 | 3.093% |
| 50 | -0.0290 | 2.947% |
| 60 | -0.0280 | 2.842% |
| 70 | -0.0273 | 2.763% |
| 80 | -0.0267 | 2.701% |
| 90 | -0.0262 | 2.651% |
| 100 | -0.0258 | 2.610% |
| 120 | -0.0252 | 2.547% |
| 140 | -0.0247 | 2.500% |
| 160 | -0.0243 | 2.465% |
| 180 | -0.0241 | 2.436% |
| 200 | -0.0238 | 2.414% |

Tabelle 1: Optimale Geldmengenerhöhung (p_0 und g) in Abhängigkeit des Gewichtungsparameters (θ).

Sowohl aus den Grafiken wie auch aus der Tabelle geht der negative Zusammenhang zwischen der optimalen Geldmengenerhöhung und der Höhe des Gewichtungsparameters (θ) hervor. Je weniger stark die Inflation in der Zielfunktion gewichtet wird (tiefes θ), desto höher sind die Geldmengenerhöhung und damit die Inflation, welche die Zentralbank zum Zwecke der Bekämpfung einer Rezession optimalerweise in Kauf nimmt. Nimmt θ einen Wert von Null an, verschwindet die Preisstabilität aus der Zielfunktion der Zentralbank und die Geldpolitik hat lediglich die Konjunkturglättung zum Ziel. Der optimierte Wert für p_0 beträgt in diesem Fall -0,0597. Dies entspricht einer Geldmengenexpansion (g) in Höhe von 6,151%.²⁹ Ein Wert von $p_0 = -0,0953 (= \ln 1/(1 + 10\%))$ entspräche einer gleich starken Geldmengenerhöhung wie im Ausland von 10%. Zur Minimierung der Konjunkturschwankungen ist jedoch in diesem Modell eine weniger starke Geldmengenerhöhung erforderlich. Diese Abweichung ist in der unterschiedlichen Parametrisierung der makroökonomischen Elastizitäten im In- und Ausland begründet (vgl. Kapitel 5.7). Mit zunehmendem θ verlagert sich die Priorisierung der Zentralbank in Richtung Preisstabilität. Da Wechselkursschwankungen gemäss Gleichung (4) direkte inflationäre Konsequenzen haben, impliziert die Minimierung der Preisschwankungen nicht ein g von

²⁹ $-0,0597 = \ln\left(\frac{1}{1+g}\right) \rightarrow g = 6,151\%$

Null. Ein g von Null bei gleichzeitiger Geldmengenerhöhung im Euroraum hätte aufgrund des Überschussseffekts eine starke vorübergehende Aufwertung des Schweizer Frankens und damit deflationäre Konsequenzen zur Folge.

8 Zeitreihen der volkswirtschaftlichen Grössen

Dieses Kapitel zeigt den Anpassungsprozess von Preisniveau, Output und Wechselkurs hin zu den neuen Gleichgewichtswerten in Abhängigkeit von drei verschiedenen Werten für p_0 . Der in diesem analytischen Rahmen optimale Wert für p_0 kann in Abhängigkeit von θ der Tabelle 1 entnommen werden. Gemäss Art. 5 NBG spielen beide Zielgrössen eine Rolle, wobei die Preisstabilität zu priorisieren ist. Wenn $\theta = 3$, ist scheinen die Implikationen für die Zielfunktion realitätsnah. Die quadrierte Abweichung vom Zielwert beim Preisniveau fällt demnach drei Mal stärker ins Gewicht als beim Output. Konkret hat eine Abweichung beim Output um 1% (2%) die gleiche Auswirkung auf die Verlustfunktion wie eine Abweichung bei der Inflation um 0,58%-Punkte (1,15%-Punkte).³⁰ Bei einem $\theta = 3$ ist $p_0^* = -0,0521$ bzw. $g^* = 5,347\%$. Neben der Annahme $p_0^* = -0,0521$ wird der Verlauf der volkswirtschaftlichen Grössen zudem für $p_0 = -0,0597$ ($g = 6,151\%$) und $p_0 = -0,0238$ ($g = 2,414\%$) grafisch dargestellt. Ersteres entspricht dem Optimum im Falle $\theta = 0$, Letzteres im Falle $\theta = 200$. Bei Letzterem handelt es sich *de facto* um den ausschliesslichen Fokus auf die Preisstabilität.

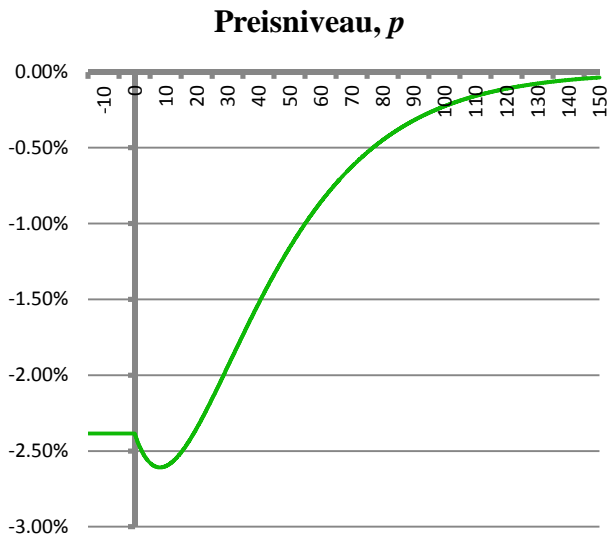
Bei sämtlichen Grafiken ist auf der Abszisse die Zeit abgebildet, wobei in $t = 0$ der geldpolitische Schock geschieht. Auf der Ordinate sind die Abweichungen vom langfristigen Gleichgewicht in Prozent bzw. bei der Inflation in Prozentpunkten abgetragen. Die abgetragenen Daten entsprechen den logarithmischen Approximationen.

Vor dem geldpolitischen Schock sind sämtliche volkswirtschaftlichen Grössen im Gleichgewicht. Inflation und Bruttoinlandprodukt nehmen jeweils den Wert Null an. Der Wechselkurs nimmt vor dem Schock denjenigen Wert an, der dazu führt, dass er nach dem durch die Geldmengenveränderungen im In- und Ausland induzierte Wechselkursveränderung zum langfristigen Gleichgewichtswert von Null strebt. Das Preisniveau kann aufgrund der treibenden Annahme rigider Preise keine diskreten Sprünge machen. Der Wert vor dem geldpolitischen Schock entspricht demnach dem Startwert nach dem Schock.

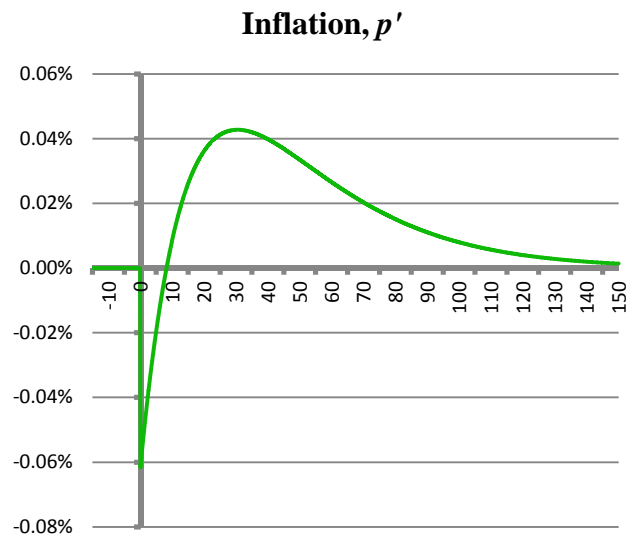
³⁰ $\theta(p')^2 = y^2 \rightarrow p' = \sqrt{y^2/\theta}$

8.1 Geldmengenerhöhung um 2,414% [$p_0(\theta = 200) = -0,0238$]

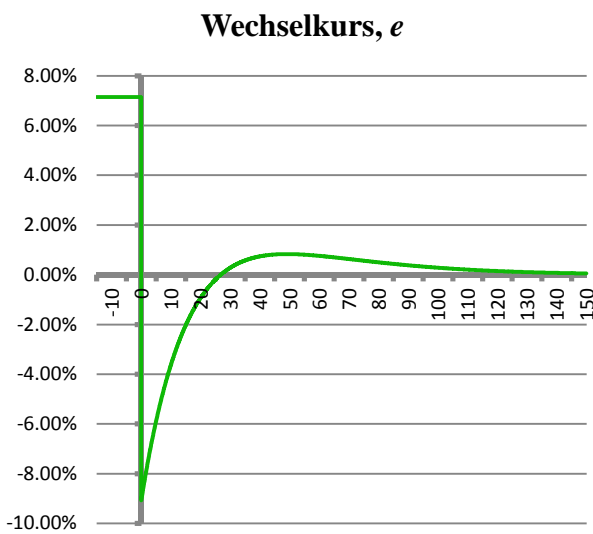
Eine Geldmengenerhöhung im Inland um 2,414% minimiert die quadrierten diskontierten Abweichungen der Inflation vom Zielwert.³¹ Die Grafiken 7 bis 10 zeigen die dadurch induzierten Verläufe der volkswirtschaftlichen Grössen.



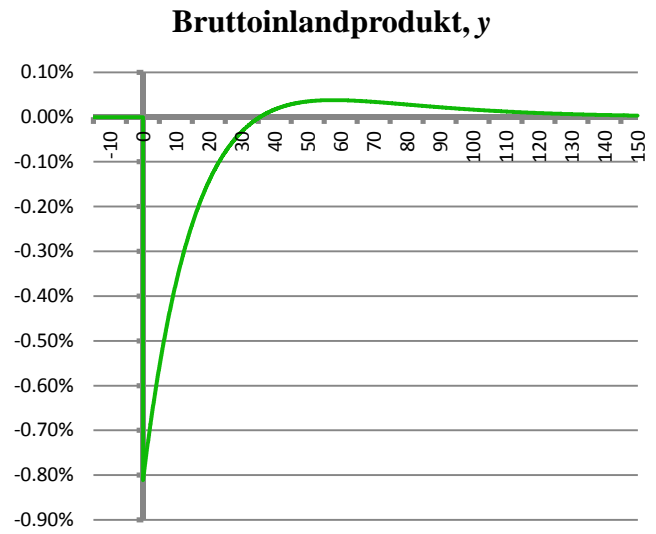
Grafik 7: Entwicklung des Preisniveaus bei $g = 2,414\%$



Grafik 8: Entwicklung der Inflation bei $g = 2,414\%$



Grafik 9: Entwicklung des Wechselkurses bei $g = 2,414\%$



Grafik 10: Entwicklung des Bruttoinlandprodukts bei $g = 2,414\%$

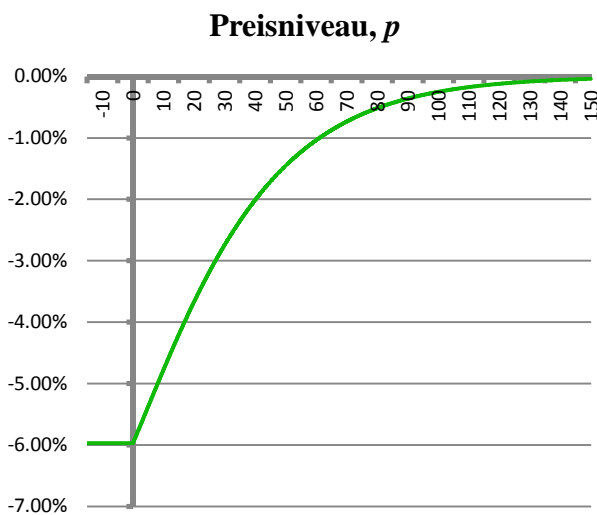
Das Preisniveau (Grafik 7) steigt langfristig proportional zur Geldmenge (+ 2,414%). Die Grafik 9 zeigt die aus dem Dornbusch Modell hervorgehende Überschüssungsdynamik des Wechselkurses. Durch die gleichzeitige Geldmengenerhöhung im In- und Ausland um 2,414% bzw. um 10% wertet der Schweizer Franken langfristig (durch den natürlichen Logarithmus approxi-

³¹ Theoretisch müsste θ gegen unendlich streben, damit die Zielfunktion lediglich auf die Preisstabilität ausgerichtet ist. Ein Wert von 200 kommt aber *de facto* nahe an den reinen Fokus auf die Preisstabilität heran.

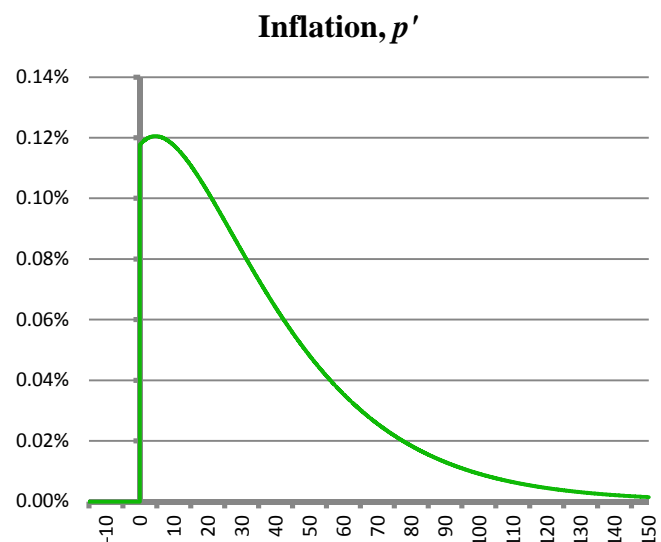
miert) um 7,124% auf.³² Der Wert des Wechselkurses liegt deshalb in $t < 0$ (vor dem Schock) deutlich über dem langfristigen Gleichgewichtswert. Aufgrund des Postulats der ungedeckten Zinsparität muss die stärkere Zinsreduktion infolge der stärkeren Geldmengenerhöhung im Ausland durch eine Abwertung des Schweizer Frankens kompensiert werden. Gegenüber dem langfristigen Gleichgewicht wertet deshalb der Schweizer Franken zuerst um gut 9% auf, um dann in Richtung des langfristigen Gleichgewichts abzuwerten. Diese Überschüssigungsdynamik hat auch Auswirkungen auf die Preisentwicklung und das Bruttoinlandprodukt bzw. die aggregierte Nachfrage. Die sprunghafte Aufwertung führt zu einer kurzen vorübergehenden Deflation (Grafik 8) und damit zu einer nicht monotonen Anpassung des Preisniveaus an das langfristige Gleichgewicht (Grafik 7). Durch den Fokus auf die Preisstabilität beschränken sich die Inflations- bzw. Deflationsraten auf ein Minimum (maximal 0,427% Inflation und maximal 0,614% Deflation)³³. Ein vorübergehend starker Schweizer Franken wird dadurch zugelassen und eine erhebliche sprunghafte Reduktion des Bruttoinlandprodukts in Kauf genommen (Grafik 10).

8.2 Geldmengenerhöhung um 6,151% [$p_0(\theta = 0) = -0,0597$]

Eine Minimierung der quadrierten diskontierten Abweichungen des Bruttoinlandprodukts vom Potentialoutput erfordert eine Geldmengenerhöhung um 6,151% ($p_0 = -0,0597$). Die Grafiken 11 bis 14 zeigen die dadurch implizierten volkswirtschaftlichen Prozesse.



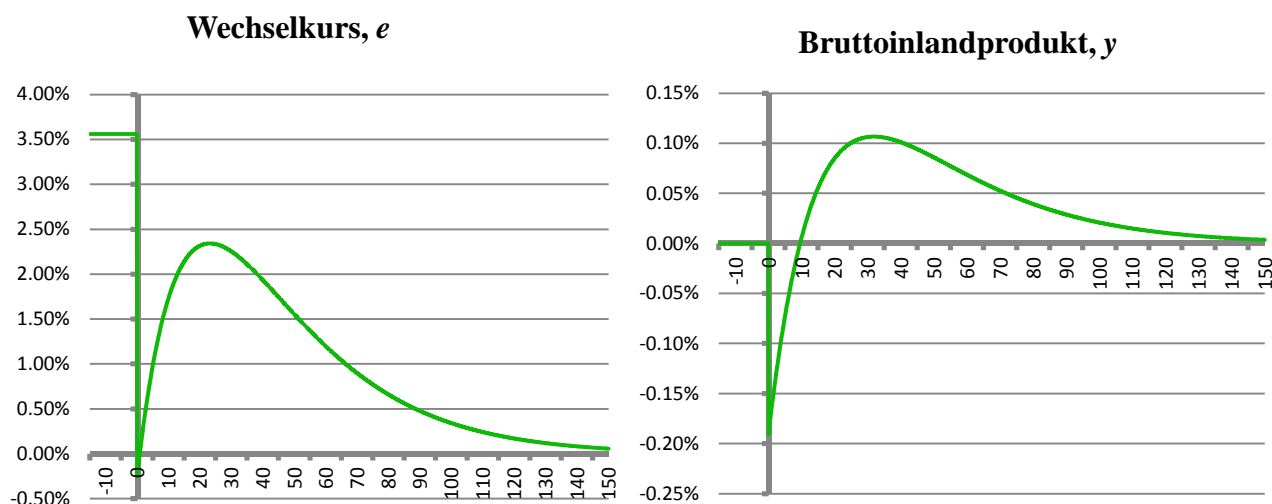
Grafik 11: Entwicklung des Preisniveaus bei $g = 6,151\%$



Grafik 12: Entwicklung der Inflation bei $g = 6,151\%$

³² $\frac{1+2,41\%}{1+10\%} - 1 = -0,0690$; in logarithmierten Grössen: $\ln\left(\frac{1+2,41\%}{1+10\%}\right) = -0,07146 = -7,146\%$

³³ Die absoluten Werte von Inflations- und Deflationsraten sind nicht direkt interpretierbar. Da sie sich auf stetige Prozesse beziehen, können sie nicht mit den geläufigen Jahresteuersätzen verglichen werden.


 Grafik 13: Entwicklung des Wechselkurses bei $g = 6,151\%$

 Grafik 14: Entwicklung des Bruttoinlandprodukts bei $g = 6,151\%$

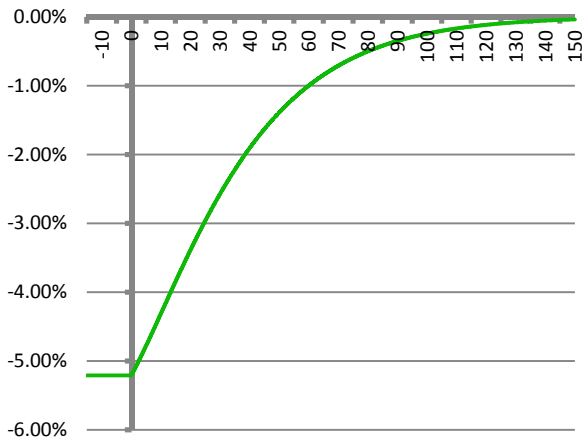
Das Preisniveau (Grafik 11) steigt auch in diesem Fall langfristig proportional zur Geldmenge (+ 6,151%). Die Inflationsrate ist unmittelbar nach dem Schock und während des Anpassungsprozesses positiv (Grafik 12). Das Preisniveau steigt entsprechend monoton. Die Abweichungen bei der Inflationsrate vom Zielwert sind fast doppelt so gross wie im obigen Fall. Weil die Geldmengenerhöhung im Inland auch in diesem Fall geringer ausfällt als im Ausland, wertet der Schweizer Franken langfristig gegenüber dem Ausgangswert um 3,562% auf. Das Überschieszen des Wechselkurses über das langfristige Gleichgewicht hinaus ist nur noch gering (-0,25%; Grafik 13). Die quadrierten diskontierten Schwankungen des Bruttoinlandprodukts sind in diesem Falle (fast)³⁴ minimiert, die maximale Abweichung vom Zielwert ist rund viermal geringer als im Falle der auf die Preisstabilität fokussierten Geldpolitik (Grafik 14).

8.3 Geldmengenerhöhung um 5,347% [$p_0(\theta = 3) = -0,0521$]

Im Falle der realitätsnahen Annahme $\theta = 3$ berücksichtigt die Geldpolitik sowohl Abweichungen vom Inflationsziel als auch Abweichungen des Bruttoinlandprodukts vom Potentialoutput, wobei der im Nationalbankgesetz postulierten Priorisierung Rechnung getragen wird. Die volkswirtschaftlichen Grössen entwickeln sich gemäss den Grafen 15 bis 18.

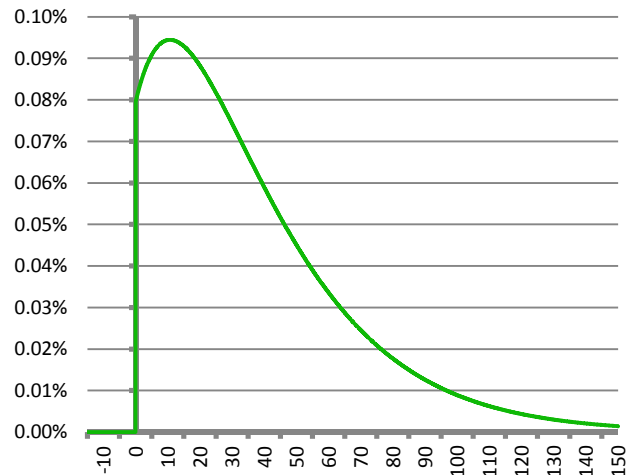
³⁴ Minimiert sind die diskontierten Schwankungen des Bruttoinlandprodukts im Falle des optimalen p_0 wenn θ gegen Unendlich strebt.

Preisniveau, p



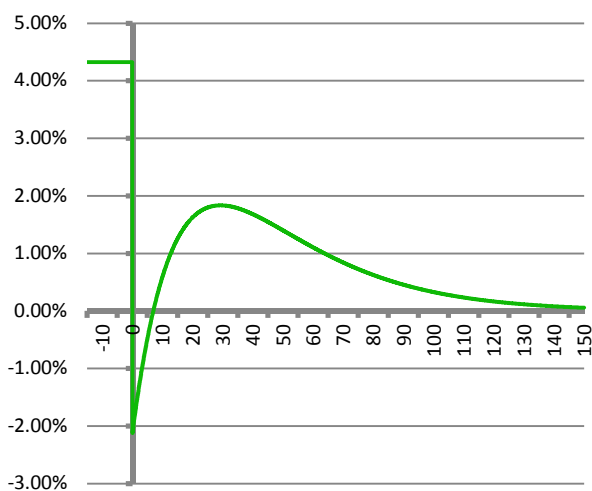
Grafik 15: Entwicklung des Preisniveaus bei $g = 5,347\%$

Inflation, p'



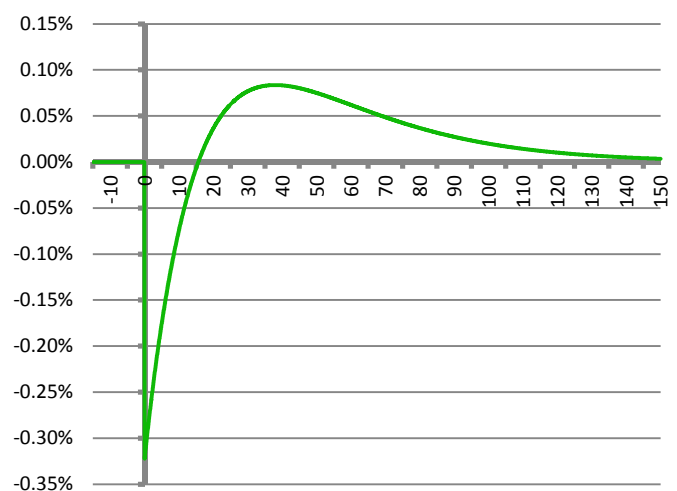
Grafik 16: Entwicklung der Inflation bei $g = 5,347\%$

Wechselkurs, e



Grafik 17: Entwicklung des Wechselkurses bei $g = 5,347\%$

Bruttoinlandprodukt, y



Grafik 18: Entwicklung des Bruttoinlandprodukts bei $g = 5,347\%$

Das Preisniveau (Grafik 15) steigt monoton und gleich stark wie die Geldmenge um 5,347%. Eine gewisse Inflation wird optimalerweise in Kauf genommen. Die Abweichungen von der Preisstabilität liegen zwischen denjenigen in den zwei oben diskutierten Fällen (Grafik 16 bzw. 8 und 12). Die Intensität des Überschusses des Wechselkurses ist ebenfalls weniger hoch als im ersten diskutierten Fall, jedoch höher als im zweiten Fall (Grafik 17 bzw. 9 und 13). Auch die diskontierten Abweichungen beim Bruttoinlandprodukt liegen zwischen denjenigen in den zwei obigen Fällen (Grafik 18 bzw. 10 und 14).

Die optimale Geldpolitik berücksichtigt mit der Preisstabilität und der Konjunktur beide Zielgrößen und geht partiell mit der ausländischen Geldmengenerhöhung mit. Mit der Geldmengenerhöhung kann dem Überschuss des Wechselkurses und den entsprechenden Konsequenzen

zen für die Konjunktur entgegengewirkt werden. Insbesondere in einer offenen Volkswirtschaft hat eine ausschliesslich auf die Preisstabilität fokussierte Geldpolitik einen substantiellen sprunghaften Rückgang des Bruttoinlandproduktes zur Folge.

Von lediglich theoretischem Interesse ist der Fall einer inländischen Geldmengenerhöhung um mehr als 10% (stärker als im Ausland). Wenn diese 15% beträgt ($p_0 = -0.1398$, $g = 15\%$), wertet der Schweizer Franken langfristig moderat um knapp 5% ab. Kurzfristig kommt es im Rahmen des Überschliessens zu einer starken Abwertung. Das Bruttoinlandprodukt liegt nach dem Schock substantiell über dem Potential, die Inflation ist entsprechend hoch (Grafiken zu den Verläufen im Anhang VI).

8.4 Implikationen für die Geldpolitik

Aus den Ergebnissen der Optimierung der Geldpolitik mit der realitätsnahen Annahme ($\theta = 3$) geht hervor, dass eine Extrempolitik im Falle einer Geldmengenerhöhung im Ausland suboptimal ist. Weder eine ausschliesslich auf die Preisstabilität noch eine ausschliesslich auf die Konjunktur ausgerichtete Geldpolitik minimiert die Verlustfunktion. Ersteres entspricht einer Politik flexibler Wechselkurse, letzteres entspricht *de facto* einer Politik, welche kaum Wechselkursschwankungen zulässt. Die starke Wechselkursabhängigkeit des Outputs in einer kleinen offenen Volkswirtschaft führt dazu, dass eine Geldpolitik mit dem ausschliesslichen Ziel der Konjunkturlättung *de facto* einer festen Wechselkurspolitik sehr ähnlich ist.³⁵

Eine sozial optimale Geldpolitik impliziert einen Mittelweg zwischen den zwei Extremen. Wenn die Preisstabilität die einzige Grösse in der Zielfunktion ist, werden Wechselkurs und Konjunktur endogen bestimmt. Die nominellen Rigiditäten gepaart mit der ungedeckten Zinsparität führen zu einem Überschüssen und damit zu einer für die Konjunktur schmerzhaften Aufwertung des Schweizer Frankens. Durch partielles Mitziehen bei der Geldmengenerhöhung ($g = 5,347\%$) soll deshalb eine gewisse Inflation in Kauf genommen werden, um das Überschüssen des Wechselkurses mit den damit verbundenen Konsequenzen für die Realwirtschaft einzudämmen.

9 Schlussbemerkung

Die vorliegende Arbeit geht von der Fragestellung aus, welche Wechselkurspolitik für eine kleine offene Volkswirtschaft optimal ist. Theoretisch begründbar und empirisch nachweisbar ist, dass insbesondere für entwickelte Volkswirtschaften wie die Schweiz eine flexible Wechselkur-

³⁵ Feste Wechselkurse bzw. eine Politik, welche die diskontierten, quadrierten Wechselkursschwankungen minimiert erfordert im vorliegenden Modell eine Geldmengenerhöhung um 4,99% (vgl. Herleitung im Anhang V). Aufgrund der unterschiedlichen Parametrisierung der volkswirtschaftlichen Elastizitäten im In- und Ausland muss die Geldmenge nicht proportional zum Ausland erhöht werden.

spolitik grundsätzlich vorteilhaft ist. Flexible Wechselkurse dienen gerade entwickelten Volkswirtschaften mit ausgeprägten nominellen Rigiditäten als Absorber idiosynkratischer Schocks. Im Gegensatz zu Entwicklungsländern führen flexible Wechselkurse nicht zu höheren Inflationsraten. Diese Arbeit sowie das vorliegende Schlusswort würdigen insbesondere auch die Kleinheit und Offenheit der Schweizer Volkswirtschaft und die damit verbundene Wechselkursabhängigkeit des Outputs.

Zur Analyse der optimalen geldpolitischen Reaktion auf einen monetären Schock im Ausland (Geldmengenerhöhung um 10%) wird ein keynesianisch geprägtes, modifiziertes Dornbusch Modell verwendet. Die Steuerungsvariable für die Zentralbank ist die Notenbankgeldmenge, wobei als Reaktion auf den monetären Schock lediglich einmalig die Geldmenge verändert werden kann. Auch wenn das vorliegende Modell die für die geldpolitische Wirkung zentrale Frage des *commitments* sowie die Möglichkeit einer Liquiditätsfalle nicht berücksichtigt und sich deshalb nicht für eine abschliessende Beurteilung einer optimalen Geldpolitik eignet, können wichtige Erkenntnisse gewonnen werden. Aus der Minimierung der Verlustfunktion – bestehend aus zwei Zielgrössen Preisentwicklung und Konjunktur – geht hervor, dass im Falle einer Geldmengenerhöhung im Ausland um 10% partiell mitgegangen werden soll. Weder ein reiner Fokus auf die Preisstabilität noch eine parallele äquiproportionale Geldmengenerhöhung sind optimal. Dies kommt auch einem Mittelweg zwischen festen und flexiblen Wechselkursen gleich. Während eine äquiproportionale Geldmengenerhöhung zu starken Abweichungen vom Ziel der Preisstabilität führt, impliziert eine ausschliesslich auf die Preisstabilität ausgerichtete Politik eine hohe Variabilität des Wechselkurses und damit des Outputs. Die ausschliessliche Verfolgung des Ziels der Preisstabilität stösst insbesondere in der Situation einer markanten Aufwertung des Schweizer Frankens und den drastischen Folgen für den Output an seine Grenzen.

Mittels tieferen Zinsen und der damit verbundenen Geldmengenerhöhung kann – wie auch aus dem Dornbusch Modell hervorgeht – die Frankenstärke bekämpft werden. Das Zinsinstrument steht aber möglicherweise aufgrund ohnehin schon sehr tiefen Zinsen nur noch sehr beschränkt zur Verfügung. Auch an unorthodoxe Massnahmen zur Erhöhung der Geldmenge ist zu denken, bspw. an einmalige Zuwendungen an Bund und/oder Kantone. Wie die Problematik der Liquiditätsfalle aber zeigt, können mittels Geldmengenerhöhungen kaum mehr Zinssenkungen erzielt werden. Sämtliche angedachten Möglichkeiten der Geldmengenerhöhung zementieren das bereits vorherrschende historisch tiefe Zinsniveau. Einer drohenden Immobilienblase wird damit Auftrieb gegeben.

Um irreversible Schäden an der Schweizer Exportindustrie zu verhindern, ist – gemäss dem Vorgehen, welches Svensson (2006) für Japan vorschlägt – daher an eine Wechselkursuntergrenze gegenüber dem Euro zu denken. Da die Nationalbank nur eine der drei Steuerungsgrössen Geldmenge, Geldmarktzinssatz und Notenbankgeldmenge steuern kann, müsste bei Errei-

chen der Wechselkursuntergrenze die Notenbankgeldmengen- und Geldmarktzinssteuerung aufgegeben werden. Gemäss der ungedeckten Zinsparität (Gleichung (1)) müssen bei einem glaubwürdigen *commitment* bei Erreichen der Wechselkursuntergrenze die Geldmarktzinsen im Inland mindestens auf das Niveau im Euroraum steigen. Da der Schweizer Franken nicht mehr aufwerten (jedoch immer noch abwerten) kann, würden tiefere Zinsen im Schweizer Franken durch die Marktteilnehmer wegarbitriert. Bleibt die Problematik der Glaubwürdigkeit der Wechselkursuntergrenze. Eine nicht glaubwürdige Wechselkursuntergrenze erzielt die gewünschte Wirkung nicht, weil die Märkte eine Aufwertung immer noch für möglich halten. Ankündigungen von Zentralbanken, das Niveau einer fundamental schon unterbewerteten Währung verteidigen zu wollen, werden von den Märkten kaum geglaubt. Die Ankündigung aber, eine stark überbewertete Währung daran zu hindern, weiter aufzuwerten, hat gute Chancen, von den Märkten geglaubt zu werden. Die Glaubwürdigkeit wird in diesem Fall insofern gestärkt, als dass die Politik der Nationalbank konsistent mit legitimen Zielen wie dem Schutz der Realwirtschaft und der Werterhaltung der aktivseitigen Devisenanlagen ist.

Für die Bewertung derartiger Instrumente bezüglich ihrer Umsetzbarkeit und ihrer Implikationen für die Zielsetzungen der Preisstabilität und der Konjunkturglättung sind weiterführende Arbeiten notwendig. Insbesondere sind dabei Fragen der konkreten Umsetzung zu beantworten. Dabei geht es unter anderem darum, ob eine solche Untergrenze vorübergehend oder permanent vorgesehen sein soll und wo man diese allenfalls festsetzt.

10 Literaturverzeichnis

Abrahamsen, Yngve und Banu Simmons-Süer (2011) Die Wechselkursabhängigkeit der Schweizer Wirtschaft. *KOF Studien* Nr. 24. Zürich.

Akerlof, George A., William T. Dickens und George L. Perry (1996) The Macroeconomics of Low Inflation. *Brookings Papers on Economic Activity* 27(1): 1 – 59.

Andres, Javier und Ignacio Hernando (1999) Does Inflation Harm Economic Growth? Evidence for the OECD. In Martin Feldstein (Hrsg.). *The Costs and Benefits of Price Stability*. University of Chicago Press for NBER. Chicago, IL.

Baxter, Marianne und Alan Stockman (1989) Business Cycles and the Exchange-Rate Regime: Some International Evidence. *Journal of Monetary Economics* 23(3): 377 – 400.

Beirne, John, John Hunter und Mark Simpson (2007) Is the Real Exchange Rate Stationary? The Application of Similar Tests for a Unit Root in the Univariate and Panel Cases. *QASS* 1(2): 55 – 70.

- Bjørnland, Hilde C.** (2009) Monetary Policy and Exchange Rate Overshooting: Dornbusch was Right After All. *Journal of International Economics* 79(1): 64 – 77.
- Bordo, Michael D.** (2003) Exchange Rate Regime Choice in Historical Perspective. *NBER Working Paper* Nr. 9654. Cambridge, MA.
- Bordo, Michael D. und Marc Flandreau** (2001) Core, Periphery, Exchange Rate Regimes, and Globalization. *NBER Working Paper* Nr. 8584. Cambridge, MA.
- Breeden, Douglas T.** (1979) An Intertemporal Asset Pricing Model with Stochastic Consumption and Investment Opportunities. *Journal of Financial Economics* 7(3): 265 – 296.
- Calvo, Guillermo A. und Carmen M. Reinhart** (2002) Fear of Floating. *Quarterly Journal of Economics* 117(2): 379 – 408.
- Chaboud, Alain P. und Jonathan H. Wright** (2005) Uncovered Interest Parity: It Works, But Not For Long. *Journal of International Economics* 66(2): 349 – 362.
- Chinn, Menzie D. und Guy Meredith** (2005) Testing Uncovered Interest Parity at Short and Long Horizons during the Post-Bretton Woods Era. *NBER Working Paper* Nr. 11077. Cambridge, MA.
- Dornbusch, Rudiger** (1976) Expectations and Exchange Rate Dynamics. *The Journal of Political Economy* 84(6): 1161 – 1176.
- Dornbusch, Rudiger** (2001) Fewer Monies, Better Monies. *NBER Working Paper* Nr. 8324. Cambridge, MA.
- Edwards, Sebastian** (2001) Exchange Rate Regimes, Capital Flows, and Crisis Prevention. *NBER Working Paper* Nr. 8529. Cambridge, MA.
- Edwards, Sebastian und I. Igal Magendzo** (2003) Strict Dollarization and Economic Performance: An Empirical Investigation. *NBER Working Paper* Nr. 9820. Cambridge, MA.
- Edwards, Sebastian und Miguel A. Savastano** (2000) Exchange Rates in Emerging Economies: What Do We Know? What Do We Need to Know? In Anne O. Krueger (Hrsg.). *Economic Policy Reform: The Second Stage*: 453 – 510. University of Chicago Press. Chicago, IL.
- Europäisches Parlament** (1998) Absorption asymmetrischer Schocks. *Reihe Wirtschaft*. ECON 104 DE 09-98. Luxemburg.
- Europäische Zentralbank** (2004) Die Geldpolitik der EZB. Frankfurt am Main.
- Favero, Carlo A. und Massimiliano Marcellino** (2004) Large Datasets, Small Models and Monetary Policy in Europe. Manuscript, Bocconi University.
- Fischer, Stanley** (1996) Why Are Central Banks Pursuing Long-Run Price Stability. Achieving Price Stability: A Symposium Sponsored by the Federal Reserve Bank of Kansas City. 7 – 34.

- Fischer, Stanley** (2001) Exchange Rate Regimes: Is the Bipolar View Correct? *Journal of Economic Perspectives* 15(2): 3 – 24.
- Fleming, Marcus** (1962) Domestic financial policies under fixed and floating exchange rates. *IMF Staff Papers* 9(3): 369 – 379.
- Friedman, Milton** (1953) The Case for Flexible Exchange Rates. *Essays in Positive Economics*. University of Chicago Press. Chicago, IL.
- Friedman, Milton** (1969) The Optimum Quantity of Money and Other Essays. Macmillan. London.
- Froot, Kenneth A. und Kenneth S. Rogoff** (1994) Perspectives on PPP and Long-Run Real Exchange Rates. *NBER Working Paper* Nr. 4952. Cambridge, MA.
- Garber Peter M.** (1993) The Collapse of the Bretton Woods Fixed Exchange Rate System. Michael D. Bordo und Barry Eichengreen (Hrsg.). *A Retrospective on the Bretton Woods System: Lessons for International Monetary Reform*: 461 – 494. University of Chicago Press. Chicago, IL.
- Ghosh, Atish, Anne-Marie Gulde und Holger Wolf** (2003) Exchange Rate Regimes: Choices and Consequences. MIT Press. Cambridge, MA.
- Jordan, Thomas J., Michel Peytrignet und Enzo Rossi** (2010) Ten Years' Experience with the Swiss National Bank's Monetary Policy Strategy. *Swiss Journal of Economics and Statistics* 146(1): 9 – 90.
- Kim, Soyoung und Nouriel Roubini** (2000) Exchange Rate Anomalies in the Industrial Countries: A Solution with a Structural VAR Approach. *Journal of Monetary Economics* 45(3): 561 – 586.
- Krugman, Paul R., Kathryn M. Dominguez und Kenneth S. Rogoff** (1998) It's Baaack: Japan's Slump and the Return of the Liquidity Trap. *Brookings Papers on Economic Activity* 1998(2): 137 – 205.
- Kugler, Peter** (2010) Grosse Währung eines kleinen Landes: Der Schweizer Franken 1850-?. WWZ/Universität Basel. Basel.
- Mundell, Robert A.** (1961) A Theory of Optimum Currency Area. *The American Economic Review* 51(4): 657 – 665.
- Mundell, Robert A.** (1962) Capital Mobility and Stabilization Policy under Fixed and Flexible Exchange Rates. *Canadian Journal of Economic and Political Science* 29(4): 475 – 485.
- Mussa, Michael** (1982) A Model of Exchange Rate Dynamics. *Journal of Political Economy* 90(1): 74 – 104.
- Nurkse, Ragnar** (1944) International Currency Experience. Geneva League of Nations.

- Obstfeld, Maurice** (1985) Floating Exchange Rates: Experience and Prospects. *Brookings Papers on Economic Activity* 2: 369 – 464.
- Obstfeld, Maurice und Kenneth S. Rogoff** (1984) Exchange Rate Dynamics with Sluggish Prices under Alternative Price-Adjustment Rules. *International Economic Review* 25(1): 159 – 174.
- Peersman, Gert und Frank Smets** (2003) The Monetary Transmission Mechanism in the Euro Area: More Evidence from VAR Analysis. In: Ignazio Angeloni, Anil Kashyap und Benoit Mojon (Hrsg.). *Monetary Policy Transmission in the Euro Area, Part 1*: 36 – 55. Cambridge University Press. Cambridge, MA.
- Reinhart, Carmen M. und Kenneth S. Rogoff** (2004) The Modern History of Exchange Rate Arrangements: A Reinterpretation. *Quarterly Journal of Economics* 119(1): 1 – 48.
- Rogoff, Kenneth S.** (1996) The Purchasing Power Parity Puzzle. *Journal of Economic Literature* 34(2): 647 – 668.
- Rogoff, Kenneth S.** (2002) Dornbusch's Overshooting Model After Twenty-Five Years. *IMF Working Paper* Nr. 02/39. Washington, DC.
- Rogoff, Kenneth S., Aasam M. Husain, Ashoka Mody und Robin Brooks** (2003) Evolution and Performance of Exchange Rate Regimes. *IMF Working Paper* 02/43. Washington, DC.
- Shiratsuka, Shigenori** (2000) Is There a Desirable Rate of Inflation. *IMES Discussion Paper Series* Nr. 2000-E-32.
- Sinn, Hans-Werner** (2009) Der Kasino-Kapitalismus, Wie es zur Finanzkrise kam, und was jetzt zu tun ist. Econ-Verlag GmbH. Berlin.
- Straumann, Tobias** (2010) Fixed Ideas of Money: Small States and Exchange Rate Regimes in Twentieth Century Europe. Cambridge University Press. Cambridge, MA.
- Summers, Lawrence H.** (1991) How Should Long-Term Monetary Policy Be Determined?. *Journal of Money, Credit, and Banking* 23(3): 625 – 631.
- Svensson, Lars E.O.** (2006) Monetary Policy and Japan's Liquidity Trap. *CEPS Working Paper* Nr. 126.
- Todter, Karl-Heinz und Gerhard Ziebarth** (1999) Price Stability versus Low Inflation in Germany: An Analysis of Costs and Benefits. In Martin Feldstein (Hrsg.). *The Costs and Benefits of Price Stability*. University of Chicago Press for NBER. Chicago, IL.
- Yamane, Taro** (1968) Mathematics for Economists, An Elementary Survey. 2nd Ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ.

Anhang

I. Herleitung der Zinsentwicklung, i^* und i^{*}

Gleichung (18) gilt auch für das Ausland (Euroraum):

$$(18') \quad e^{*'} = p^{*''} \left[\frac{1}{E^*} \right] - p^{*'} \left[\frac{B^* - F^*}{E^*} \right] - p^{*'''} [1] + i^{*'''} \left[\frac{1}{E^*} \right] - m^{*'} \left[\frac{D^*}{E^*} \right]$$

Aus Sicht des Euroraums befindet sich das Ausland im langfristigen Gleichgewicht ($p^{*'''} = 0$, $i^{*'''} = 0$). Die inländische Geldmenge befindet sich nach der einmaligen Erhöhung ebenfalls im langfristigen Gleichgewicht ($m^{*'} = 0$).

Damit vereinfacht sich Gleichung (18') wie folgt

$$(A1) \quad e^{*'} = p^{*''} \left[\frac{1}{E^*} \right] - p^{*'} \left[\frac{B^* - F^*}{E^*} \right]$$

Der Auslandzinssatz ist aus Sicht des Euroraums im langfristigen Gleichgewicht, daher gilt aufgrund Gleichung (1) $e^{*'} = i^*$. Eingesetzt in (A1) ergibt sich

$$(A2) \quad i^* = p^{*''} \left[\frac{1}{E^*} \right] - p^{*'} \left[\frac{B^* - F^*}{E^*} \right]$$

Durch einsetzen der ersten bzw. der zweiten Ableitung der Preisanpassungsfunktion (Gleichung (33) bzw. die Ableitung davon) ergibt sich

$$(A3) \quad i^*(t) = -0,00015e^{-0,04t} \left[\frac{1}{E^*} \right] - 0,00381e^{-0,04t} \left[\frac{B^* - F^*}{E^*} \right]$$

Addieren der Koeffizienten ergibt

$$(A4) \quad i^*(t) = -0,01183e^{-0,04t}$$

Die Ableitung davon ist

$$(A5) \quad i^{*'}(t) = 0,00047e^{-0,04t}$$

II. Herleitung der Wechselkursentwicklung, e

Die Gleichungen (32), (34) bzw. (A4), (41) und (43) werden in die folgende Gleichung (17) eingesetzt, unter der Berücksichtigung, dass $\bar{y} = m = 0$, ergibt sich

$$(17) \quad e = p' \left[\frac{1}{E} \right] - p \left[\frac{B-F}{E} \right] - p^* [1] + i^* \left[\frac{1}{E} \right] - \bar{y} \left[\frac{C}{E} \right] - m \left[\frac{D}{E} \right]$$

$$(A6) \quad e(t) = (-0,05p_0e^{-0,05t} - 0,00904e^{-0,05t} + 0,00723e^{-0,04t}) \left[\frac{1}{E} \right] - ((p_0 + 0,18084)e^{-0,05t} - 0,18084e^{-0,04t}) \left[\frac{B-F}{E} \right] + 0,0953e^{-0,04t} [1] - 0,01183e^{-0,04t} \left[\frac{1}{E} \right]$$

Die Summanden werden addiert sowie die substituierenden Variablen ersetzt

$$(A7) \quad e(t) = -2,46154p_0e^{-0,05t} - 0,44516e^{-0,05t} + 0,29571e^{-0,04t}$$

III. Herleitung der Konjunktorentwicklung, y

Die Lösung für den Verlauf des Outputs ergibt sich durch einsetzen der Gleichungen (32), (41) und der Gleichung (44) bzw. (A7) in die folgende Gleichung (3)

$$(3) \quad y = \bar{y} + \gamma(e + p^* - p - \bar{q}) \quad \text{Gütermarkt}$$

$$(A8) \quad y(t) = 0,05(-2,46154p_0e^{-0,05t} - 0,44516e^{-0,05t} + 0,29571e^{-0,04t} + (-0,0953e^{-0,04t}) - ((p_0 + 0,18084)e^{-0,05t} - 0,18084e^{-0,04t}))$$

Zusammenfassen der Summanden und Ausmultiplizieren ergibt die Lösung

$$(A9) \quad y(t) = -0,17308p_0e^{-0,05t} - 0,03130e^{-0,05t} + 0,01906e^{-0,04t}$$

IV. Herleitung des optimalen p_0 aus der Verlustfunktion, L

Die diskontierte quadrierte Inflationsentwicklung lautet ($c = 0,01$)

$$(A10) \quad (p'_t)^2 e^{-ct} = (0,00250p_0^2 e^{-0,11t} + 0,00090p_0 e^{-0,11t} - 0,00072p_0 e^{-0,1t} + 0,00008e^{-0,11t} - 0,00013e^{-0,1t} + 0,00005e^{-0,09t})$$

Die diskontierte quadrierte Konjunktorentwicklung lautet

$$(A11) \quad (y_t)^2 e^{-ct} = (0,02996p_0^2 e^{-0,11t} + 0,01083p_0 e^{-0,11t} - 0,00660p_0 e^{-0,1t} + 0,00098e^{-0,11t} - 0,00119e^{-0,1t} + 0,00036e^{-0,09t})$$

Eingesetzt in die Verlustfunktion (46) unter Berücksichtigung, dass $\bar{p} = \bar{y} = 0$

$$(A12) \quad L = \theta \int_{t=0}^{t=\infty} 0,00250p_0^2 e^{-0,11t} + 0,00090p_0 e^{-0,11t} - 0,00072p_0 e^{-0,1t} + 0,00008e^{-0,11t} - 0,00013e^{-0,1t} + 0,00005e^{-0,09t} dt + \int_{t=0}^{t=\infty} 0,02996p_0^2 e^{-0,11t} + 0,01083p_0 e^{-0,11t} - 0,00660p_0 e^{-0,1t} + 0,00098e^{-0,11t} - 0,00119e^{-0,1t} + 0,00036e^{-0,09t} dt$$

Integration nach t im Intervall $[0, \infty)$

$$(A13) \quad L = \theta(0,02273p_0^2 + 0,00099p_0 + 0,00002) + (0,27232p_0^2 + 0,03251p_0 + 0,00101)$$

Die Ableitung davon nach p_0 wird gleich null gesetzt

$$(A14) \quad \frac{\partial L}{\partial p_0} = \theta(0,04545p_0 + 0,00099) + (0,54465p_0 + 0,03251) = 0$$

Daraus folgt das optimale p_0 in Abhängigkeit der Gewichtung der Zielgrößen Preis- und Konjunktorentwicklung (θ)

$$(A15) \quad p_0^{opt} = (-0,00099\theta - 0,03251)/(\theta 0,04545 + 0,54465)$$

V. Herleitung der die Wechselkursschwankungen minimierenden Politik

Die diskontierten quadrierten Wechselkursschwankungen sind durch folgende Gleichung beschrieben ($c = 0,01$)

$$(A16) \quad (e_t)^2 e^{-ct} = (6,05917p_0^2 e^{-0,11t} + 2,19154p_0 e^{-0,11t} - 1,45578p_0 e^{-0,1t} + 0,19816e^{-0,11t} - 0,26327e^{-0,1t} + 0,08744e^{-0,09t})$$

Integration nach t im Intervall $[0, \infty)$

$$(A17) \quad L = 55,08338p_0^2 + 5,36527p_0 + 0,14036$$

Die Ableitung davon nach p_0 wird gleich null gesetzt

$$(A18) \quad \frac{\partial L}{\partial p_0} = (110,16676p_0 + 5,36527) = 0$$

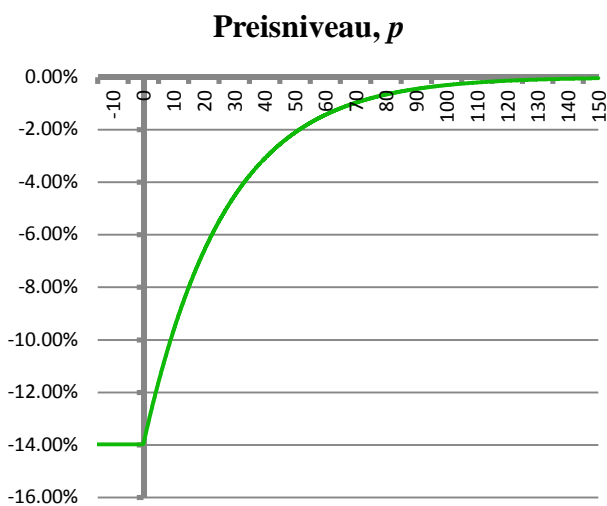
Daraus folgt das optimale p_0

$$(A19) \quad p_0 = -5,36527/110,16676 = -0,04870$$

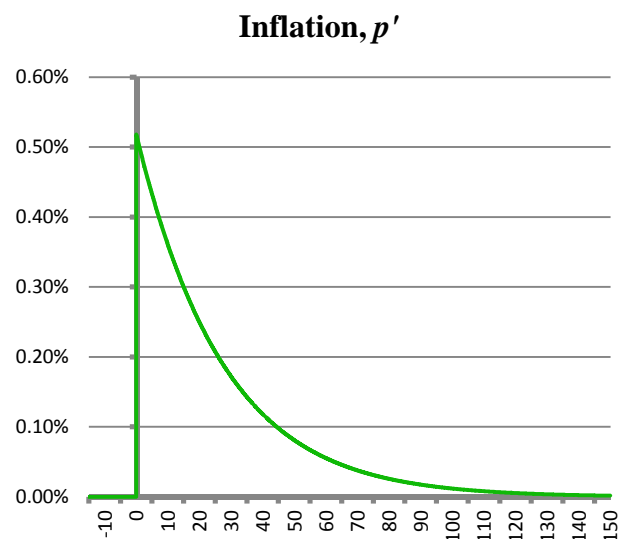
Daraus ergibt sich die optimale Geldmengenerhöhung in %

$$(A20) \quad g = 4,99\%$$

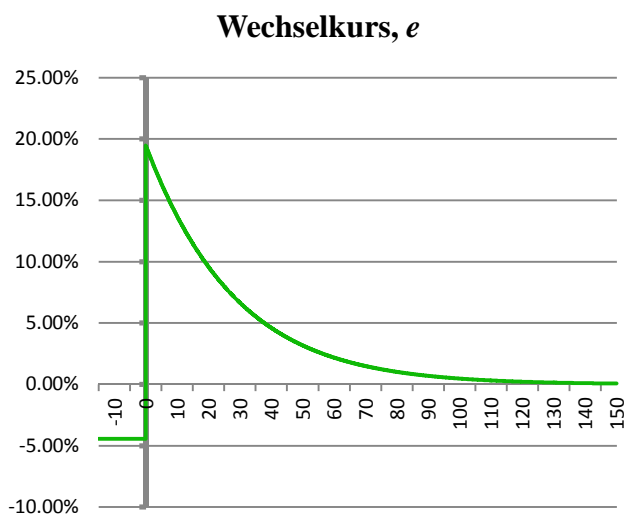
VI. Grafiken der volkswirtschaftlichen Grössen im Falle $p_0 = -0.1398$



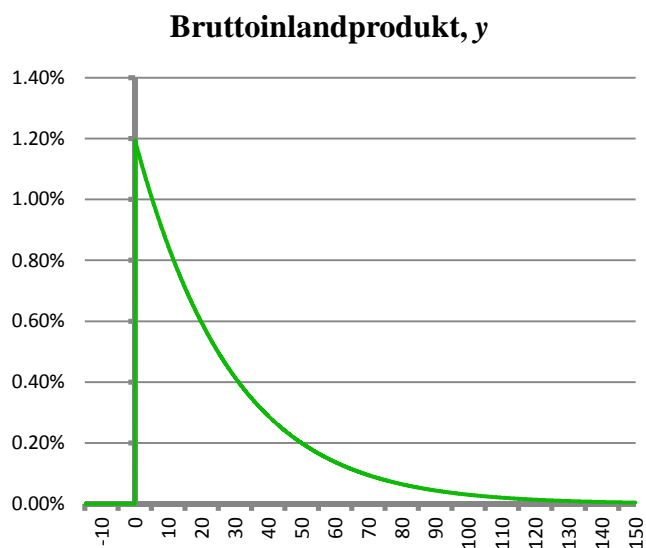
Grafik A1: Entwicklung des Preisniveaus bei $g = 15\%$



Grafik A2: Entwicklung der Inflation bei $g = 15\%$



Grafik A3: Entwicklung des Wechselkurses bei $g = 15\%$



Grafik A4: Entwicklung des Bruttoinlandprodukts bei $g = 15\%$