

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (<http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/>).



---

Unterschrift des Betreuers

## **Diplomarbeit**

# **Gold- und Rohstoffpreise als vorlaufende Inflationsindikatoren**

**ausgeführt am Institut für Wirtschaftsmathematik der Technischen Universität Wien**

**unter der Anleitung von Ao.Univ.Prof.i.R. Dr.iur. Bernhard Böhm**

**durch**

**Christa Fasching**

**Ackergasse 13i  
2700 Wiener Neustadt  
[christa.fasching@gmx.at](mailto:christa.fasching@gmx.at)**

---

---

### **Kurzfassung deutsch**

Gegenstand der Diplomarbeit ist die Untersuchung der Effekte der Preisänderungen von Gold, Öl und Mais auf die Inflationsrate für die USA, die Eurozone, Japan, Kanada, Großbritannien und Schweden unter Verwendung eines Modells mit adaptiven Erwartungen geschätzt. Die erwarteten Inflationsraten werden durch die Rohstoffpreisänderungen ersetzt. In einem allgemeinen Modell für drei Rohstoffe, Wechselkurse und vergangene Inflationsraten wurde herausgefunden dass Gold für Großbritannien, Öl für Japan, Kanada und Großbritannien, Mais für Japan, Kanada, Schweden und Großbritannien und der Wechselkurs für die Eurozone Einfluss auf die Inflationsrate aufweisen. Für die verzögerten Inflationsraten zeigt sich dieser Einfluss für alle Länder.

### **Kurzfassung englisch**

The subject of the theses is to study the effects of gold, oil and corn price changes on inflation rates for the USA, the Eurozone, Japan, Canada, Great Briton and Sweden and to estimate using a model with adaptive expectations. The expected inflation rates were replaced by commodity price changes which was used in a general model for three commodities, exchange rates and inflation rates of the past. It was found out that gold has for Great Briton, oil for Japan, Canada and GB, corn for Japan, Canada, Sweden and GB and the exchange rate has for the Eurozone influence on the inflation rate. The inflation rates of the past show the influence for all countries.

## **Danksagung**

Ich möchte mich bei meiner Familie bedanken,  
dass sie mir dieses Studium ermöglicht hat.

Ebenso möchte ich mich bei meinen Freunden für ihre Unterstützung  
in schwierigen Zeiten und ihre Tipps für das Schreiben bedanken.

Ein ganz besonderer Dank geht an meinen Mann Markus,  
der immer an mich geglaubt und mich unterstützt hat  
und an meinen Betreuer Professor Bernhard Böhm  
dass er sich trotz Rente die Zeit genommen hat  
mich in den letzten 10 Monaten zu begleiten,  
zu korrigieren und auch zu fordern.

Ein herzliches Danke an alle

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Literatur zur Inflationsrate und ihren Vorläufern.....	4
	2.1 Vorseilende Indikatoren.....	8
	2.2 Detailanalyse von Studien.....	10
	2.2.1 Studie von Greg Tkacz.....	10
3	Rohstoffe .....	14
	3.1 Gold.....	14
	3.1.1 Goldstandard und Goldpreisentwicklung.....	15
	3.1.2 Gold Erwartungen.....	17
	3.1.3 Langfristige Verhältnisse zwischen Gold und anderen Anlageformen .....	18
	3.2 Erdöl - Geschichte und Preisentwicklung.....	19
	3.3 Mais.....	23
4	Daten.....	24
	4.1 Datenherkunft.....	24
	4.2 Länderauswahl.....	27
	4.3 Datenaufbereitung.....	29
5	Modell.....	30
	5.1 Die Modellannahmen.....	30
	5.2 Die ökonometrischen Grundlagen der Modellannahme.....	36
	5.2.1 Schätzer.....	36
	5.2.2 Verletzung der Bedingungen des Gauß-Markoff-Theorems.....	37
	5.2.3 Autoregressiver Prozess und Einheitswurzel.....	39
	5.2.4 Likelihood-Ratio-Test.....	41
6	Empirische Ergebnisse.....	43
	6.1 Einheitswurzeltests.....	43
	6.1.1 Inflationsrate.....	43
	6.1.2 Gold.....	44
	6.1.3 Öl und Mais.....	44
	6.2 Resultate der Modelle für 12 Monate für die einzelnen Länder.....	48
	6.2.1 USA.....	48
	6.2.2 Eurozone.....	50
	6.2.3 Japan.....	53
	6.2.4 Kanada.....	56
	6.2.5 Großbritannien.....	59
	6.2.6 Schweden.....	61
	6.3 Ergebnisse für Modell II und Modell V im Vergleich mit der Studie von Tkacz.....	64
7	Zusammenfassung.....	66
8	Literatur.....	68
	Anhang.....	71

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Goldpreis im Zeitverlauf von 1995-01 bis 2010-12.....	25
Abbildung 2: Ölpreis im Zeitverlauf von 1995-01 bis 2010-12.....	25
Abbildung 3: Maispreis im Zeitverlauf von 1995-01 bis 2010-12.....	26

# 1 Einleitung

Die Inflationsrate ist ein wirtschaftliches Phänomen, dessen direkter Einfluss auf das Leben der Menschen sich in Kollektivvertragsverhandlungen aber auch über die Teuerungen der Produkte in den Geschäften spiegelt. Daher wird über ihre Entwicklung und Entstehung in vielen Kommentaren diskutiert. Da die Inflationsrate Anfang 2011 begann wieder über dem von der EU anvisiertem Ziel von 1-2 Prozent pro Jahr auf über 3 Prozent anzusteigen und gleichzeitig der Goldpreis und die Preise vieler Rohstoffe sehr stark anstiegen, wurden diese beiden Entwicklungen zueinander in Beziehung gebracht.

Daher wird in dieser Arbeit die Frage erörtert, ob nachweisbar eine Beziehung zwischen dem Rohstoffpreisanstieg und dem Ansteigen der Inflationsrate existiert.

Da es sehr unterschiedliche Rohstoffarten gibt werden zur Untersuchung mehrere verwendet um erkennen zu können, ob es Unterschiede in ihrer Erklärungskraft gibt. Die Betrachtung von sechs verschiedenen Ländern soll durch die Vielfalt klären, in welcher Form ein vorhandener Einfluss existieren könnte welcher auch durch restringierte und allgemeine Modelle und deren Erweiterung näher beleuchtet werden soll.

Diese Arbeit beginnt in Kapitel zwei mit der Begriffsdefinition und der grundlegenden Literatur zur Wirtschaftstheorie über Inflation, verweist dann auf aktuelle Arbeiten zu Inflation und ihren vorausseilenden Indikatoren welche zum Teil auch genauer beschrieben werden und beschreibt, welche Rohstoffe in weiterer Folge verwendet werden.

Diese ausgewählten Rohstoffe werden im dritten Kapitel beschrieben. Es wird auf ihre Geschichte, ihre Auswirkungen auf die Menschen und die Preisentwicklung eingegangen.

Darauf folgend wird in Kapitel vier die Datenlage genau untersucht und bestimmt, welche Länder für die weiteren Überlegungen verwendet werden. Die Datenquellen werden beschrieben und die Aufbereitung der Daten erklärt.

Im fünften Kapitel werden die einzelnen Modelle entwickelt und die jeweils notwendigen Schätzmethode definiert. Zusätzlich werden ökonometrische Methoden welche für die Modelle und Berechnungen benötigt werden erklärt.

Kapitel sechs beginnt mit den Ergebnissen der Einheitswurzel-Tests. In weiterer Folge werden die signifikanten Ergebnisse der geschätzten Modelle diskutiert und mit der Literatur verglichen.

In Kapitel sieben werden die Forschungsergebnisse kurz zusammengefasst und ein kleiner Ausblick auf weitere interessante Fragestellungen getätigt.

## 2 Literatur zur Inflationsrate und ihren Vorläufern

Der Begriff<sup>1</sup> Inflation stammt aus dem Lateinischen. Das Ursprungswort ist inflatio und bedeutet „das Sichaufblasen“. Im amerikanischen Englisch wurde der Begriff auf die Vermehrung des Papiergeldes übertragen und seit dem 19. Jahrhundert auch im Deutschen verwendet. Fleming (1978) beschreibt die Inflationsrate als Änderungsrate des allgemeinen Preisniveaus eines Landes. Dieses allgemeine Preisniveau beschreibt die gewichtete Menge an Ausgaben, welche nötig sind, eine bestimmte Art und Anzahl von Gütern des Warenkorb eines Landes kaufen zu können.

Es gibt schleichende, moderate, galoppierende und Hyperinflation. Diese klassifizieren die Entwicklungsgeschwindigkeit. Unterschiedliche Theorien und Vorläufer der Inflation werden im weiteren Verlauf dieses Kapitels vorgestellt.

Bereits im 19. Jahrhundert entwickelte sich eine Theorie, welche die Geldmenge und die Auswirkungen bei Änderung derselben in den Mittelpunkt rückte. Die Quantitätstheorie, welche auch als klassische Theorie der Inflation bezeichnet wird formuliert aus der Identität

$$\text{Preisniveau} \times \text{reales Transaktionsvolumen} = \text{Geldmenge} \times \text{Umlaufgeschwindigkeit}$$

eine Beziehung zwischen Geldmenge und dem allgemeinen Preisniveau unter den Annahmen, dass die Umlaufgeschwindigkeit konstant ist und das Transaktionsvolumen (beziehungsweise das Volkseinkommen) durch den realen Sektor bestimmt ist. Dann bewirkt das Steigen der Geldmenge eine Steigerung des Preisniveaus. Die Erhöhung der Geldmenge hat keine direkte Auswirkung auf die Produktion von Gütern und Fisher (1920) nimmt an, dass bei einer fixen Geldmenge keine Inflation entstehen kann. Die Cambridge-Gleichung von A. Marshall (1842-1924) und A. C. Pigou (1877-1959) arbeitet mit dem mikroökonomischen Ansatz, wie viel Geld ein Haushalt hält, um Transaktionen durchzuführen. Die Gleichung setzt voraus, dass ein Haushalt das Verhältnis zwischen Vermögen, Transaktionsvolumen und Einkommen nicht ändern möchte. Die individuelle Nachfrage nach Geld kann so aus einer makroökonomischen Nachfrage nach Geld aggregiert werden, welche proportional zum nominellen Einkommenslevel ist. Das neoklassische Modell der Quantitätstheorie ist durch den Zwiespalt zwischen den im realen Sektor durch das Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage bestimmten relativen Preisen und dem nominellen Preisniveau als Funktion des Geldangebots gekennzeichnet. Es sagt bei konstanter Umlaufgeschwindigkeit aus, dass eine Verdoppelung des Geldangebots zwar die

---

<sup>1</sup> <http://www.dwds.de/?qu=Inflation>

Nominalpreise verdoppelt jedoch im Fall von rationalen Erwartungen die realen Preise nicht verändert und damit werden auch Angebot und Nachfrage nach Gütern nicht beeinflusst. Dies wird auch als „Neutralität des Geldes“ bezeichnet.

Historisch gesehen die zweitälteste Theorie wendete sich dem Einfluss von Schocks in der Güterproduktion auf die Inflation zu. Dazu betrachtete Keynes (1940) eine Wirtschaft mit Vollbeschäftigung in welcher die Güternachfrage unerwartet stark ansteigt. Dies verschiebt den Gleichgewichtspreis nach oben. Um die Nachfrage abzudecken, wird die Produktion angehoben und die Nachfrage am Arbeitsmarkt steigt. Daher steigen auch die Löhne im gleichen Ausmaß wie das Preisniveau. Dies erzeugt einen neuen Schock im Gütermarkt worauf wieder steigende Preise folgen. Dadurch wird eine Lohnpreisspirale gestartet. Zusätzlich steigen die Löhne erst mit Verzögerung und bleiben damit immer unter dem Level von vor Beginn der Inflation. Diese Entwicklung wird als Inflation-Gap-Model bezeichnet. Die neo-keynesianische Schule nimmt zusätzlich an, dass die Arbeitnehmer mehr konsumieren als die Arbeitgeber und daher auch einen unterschiedlichen Grenznutzen haben. Ein Sonderfall ist die Inflation der Nachfrageverschiebung wo Preis- und Lohnsteigerungen nur in jenen Sektoren vorkommen, wo die Nachfrage steigt, jedoch in den schrumpfenden Sektoren die Preissenkungen nicht durchgeführt werden. Bei geringer Mobilität der Arbeitnehmer kann dies zu struktureller Arbeitslosigkeit und einem gesamtwirtschaftlichen Überangebot führen. Branson (1979) diskutierte den Effekt von Nachfragerückgang und von unerwarteten Kostensteigerungen. Hansen (1951) erweiterte auf einen zweifachen Inflations-Gap. Er unterscheidet zwischen einem Güter-Gap und einem Faktor-Gap und modelliert ein Inflationsgleichgewicht in welchem stark erhöhte Nachfrage in beiden Bereichen bewirkt, dass die realen Einkommen konstant bleiben.

Phillips (1958) brachte einen neuen möglichen Einflussfaktor in die Diskussion. Er beschäftigte sich mit dem Verhältnis zwischen der Änderung der Lohnhöhe und der Arbeitslosenrate. Phillips fand für die Zeit von 1861 bis 1913 für Großbritannien eine nichtlineare negative Beziehung zwischen diesen beiden Variablen und konnte zeigen, dass diese auch für die Zeit von 1913 bis 1957 existierte. Phillips fand heraus, dass die Löhne gleich bleiben wenn die Arbeitslosenrate bei 5,5 % liegt und er stellte fest, dass Löhne schneller steigen als die Arbeitslosenrate sinkt und umgekehrt. Diese Beziehung ist in der nach ihm benannten „Phillipskurve“ dargestellt. Seine grundsätzlichen Überlegungen gingen davon aus, dass diese Beziehung stabil ist und dass durch die Wahl einer Arbeitslosenrate die Inflationsrate der Löhne auf der Kurve abzulesen ist. Samuelson und Solow (1960) modifizierten die Phillipskurve indem sie statt der Lohnhöhe die Inflationsrate verwendeten und diese in Beziehung zur Arbeitslosigkeit setzten. Die Stabilität dieser Beziehung wurde von Friedmann (1968,1975) und Phelps (1967, 1972) kritisiert. Sie

fanden heraus, dass sich die Kurve verschiebt, wenn unterschiedliche erwartete Inflationsraten verwendet werden. Eine höhere erwartete Inflationsrate verschiebt sie nach oben, eine niedrigere nach unten. Ebenso entwickelten sie eine kurzfristige Phillipskurve mit konstanten Inflationserwartungen und eine langfristige Phillipskurve, welche eine „natürliche“ Arbeitslosenrate impliziert. Wenn eine Regierung Anreize setzt, diese zu verringern, so wird die Inflation so lange steigen, bis wieder die Ausgangsarbeitslosigkeit erreicht ist. Lucas (1972) und Sargent und Wallace (1975) argumentierten, dass die „natürliche“ Rate inkonsistent mit dem Konzept der adaptiven Erwartungen ist und dass bei rationalen Erwartungen eine kurzfristige Phillipskurve nicht existiert. Das Konzept der Erwartungen geht auf Hicks (1946) zurück. Er sagte, dass die Auswirkungen von Schocks auf eine Gleichgewichtssituation zeigen, ob dieses stabil ist. Adaptive und rationale Erwartungen sind durch die unterschiedliche Menge an Information gekennzeichnet. Eine der Beschreibung der adaptiven Erwartungen lautet:

$$\pi_t^* - \pi_{t-1}^* = \theta (\pi_{t-1} - \pi_{t-1}^*) \quad 0 < \theta < 1$$

Diese Gleichung sagt aus, dass die Änderung der erwarteten Inflationsrate und der Prognosefehler proportional zueinander sind. Wenn diese Gleichung umgeschrieben wird ist die erwartete Inflationsrate zum Zeitpunkt  $t$   $\pi_t^*$  die gewichtete Summe der tatsächlichen Inflationsrate zum Zeitpunkt  $t-1$   $\pi_{t-1}$  und der erwarteten Inflationsrate der Periode  $t-1$   $\pi_{t-1}^*$ . Wenn die erwartete Inflationsrate der vorherigen Periode ebenso durch die tatsächliche Inflationsrate und die erwartete Inflationsrate zum Zeitpunkt  $t-2$  erklärt wird und dies wiederholt angewendet wird, dann wird die aktuelle Inflationserwartung durch die vergangenen realen Inflationsraten und einem Gewichtungsfaktor beschrieben. Wenn zusätzliche Information über andere wirtschaftliche Variablen vorhanden sind, so werden diese nicht verwendet. Dies wird von den Vertretern rationaler Erwartungen als Verschwendung bezeichnet. Die ersten Ergebnisse dazu stammen von Muth (1961). Er sagt, wenn eine relevante ökonomische Theorie existiert dann sind die Vorhersagen dieser Theorie die bestmöglichen. Die Erwartungen sind rational, wenn sie damit überein stimmen. Dazu müssen die handelnden Individuen die korrekte Spezifizierung der reduzierten Form des Modells, die Wahrscheinlichkeitsverteilung der reduzierten Formen der Gleichungen und die Regeln nach denen sich die exogenen Variablen ändern und alle Informationen innerhalb des konsistenten Modells für die Vorhersage kennen. Ist dies der Fall dann sind reale Variablen unabhängig von Änderungen der Geld- und Fiskalpolitik da eine angekündigte Änderung der Geldmenge die Erwartungen bezüglich der Höhe der zukünftigen Inflationsrate ändert und daher wird sich auch die reale Inflationsrate ändern ohne dass sich die realen Variablen ändern.

Wie bereits beschrieben ging Keynes davon aus, dass die Realwirtschaft sehr instabil ist und daher Geldmanagement geringe Relevanz besitzt. Die Theorie des Monetarismus hingegen nimmt als Grundlage jedoch eine stabile reale Wirtschaft an welche durch monetäre Entwicklungen aus dem Gleichgewicht gebracht wird. Daher sind diese Veränderungen zu kontrollieren. Inflation ist ein rein monetäres Phänomen und die Wachstumsrate und die Beschleunigung des Geldangebots bestimmen die Inflationsrate und deren Entwicklung. Mayer et al. (1978) fasste die in den Siebzigerjahren gestarteten Diskussionen zusammen und beschrieb Monetarismus folgendermaßen: Gegeben sind ein stabiler privater Sektor welcher nach Schocks rasch zur natürlichen Arbeitslosenrate zurückkehrt und jede Rate des Wachstums des Geldangebots ist mit Vollbeschäftigung vereinbar auch wenn unterschiedliche Inflationsraten entstehen. Zusätzlich bewirkt eine Veränderung der Wachstumsrate des Geldangebots kurzfristig das reale Wirtschaftswachstum jedoch langfristig verschwindet dieser Effekt und es bleibt nur eine permanent gestiegene oder gesunkene Inflationsrate. Daher werden von der Politik langfristige monetäre Ziele erwartet.

Weitere Theorien sind die strukturelle Inflation, die importierte Inflation und die Stagflation. Maynard und Ryckeghem (1976) erklärten die Theorie der strukturellen Inflation damit, dass Unterschiede in der Produktivität von Industrie und Dienstleistungssektor bestehen. Bei einer für beide Sektoren geltenden Lohnwachstumsrate entsteht im Dienstleistungssektor ein konstanter Kostendruck aufgrund geringerer Produktivität. Dies erzeugt eine von den Kosten getriebene Inflation und damit eine geringe Preis- aber eine hohe Einkommenselastizität. Die importierte Inflation entsteht direkt durch höhere Importpreise und die Umwälzung dieser Preise auf die inländischen Käufer. Bei höherer Inflation im Ausland steigt der Exportanteil der produzierten Güter, das Angebot im Inland sinkt und die Preise steigen auch im Inland. Bei festen Wechselkursen führen höhere Exporte zu einer Erhöhung der Geldmenge im Inland und damit zu Inflation. Bei freien Wechselkursen ist eine Aufwertung zu erwarten, wobei diese nicht immer durchgeführt wird. Die Stagflation ist laut Blinder (1979) gekennzeichnet durch eine Stagnation der wirtschaftlichen Entwicklung und vergleichsweise hohen Inflationsraten. Stagflation kann ein Anpassungsprozess sein, welcher einer durch starke Nachfrage bedingten Inflation folgt oder durch eine Verschiebung der Angebotskurve aufgrund der Steigerung der Preise durch Umweltkatastrophen, Monopole, höhere Rohstoffpreise, geringere Produktivität oder einer starken Steigerung der Löhne oder Gewinne entsteht.

## **2.1 Vorauseilende Indikatoren**

Wenn diese Theorien in Bezug auf die Inflation erzeugenden Faktoren betrachtet werden, so werden die Geldmenge, die Güternachfrage, die Arbeitslosigkeit, der Mechanismus der Erwartungsbildung, die Wirtschaftsstrukturen und der internationale Einfluss genannt. Stock und Watson (2003) analysieren diese verschiedenen Ansätze und verwendeten sie einzeln zur Prognose der Inflation mit verstärktem Fokus auf die Vermögenswerte. Als mögliche Prognosefaktoren wurden Zinssätze, kurz- mittel- und langfristige Staatsschuldverschreibungen, Term spreads, Default spreads, Wertpapierindizes und Dividendenindizes, Gold und Silber aber auch Wechselkurse, Arbeitslosigkeit, Beschäftigtenzahlen, Kapazitäten, der Index der Industrieproduktion, Häusermarktindizes, Öl, Rohstoffpreisindizes und die Geldmenge in verschiedenen Varianten verwendet. Stock und Watson verwendeten Daten von 1959-1999 für sieben OECD-Länder. Extremwerte wurden ersetzt, die Daten saisonal geglättet und zu Quartalsdaten aggregiert, wenn nötig mit Logarithmus transformiert und Daten mit Trend differenziert. Die Berechnungen wurden pro Land für den gesamten Zeitraum und von 1971-1984 und von 1985-1999 durchgeführt. Für die beiden kurzen Zeiträume finden sich bei einigen Variablen wie zum Beispiel Gold signifikante Ergebnisse, für den gesamten Zeitraum kann jedoch keine Variable als Vorläufer der Inflationsrate bestimmt werden. Dies wird mit einschneidenden Veränderungen in der realen Wirtschaft erklärt. Durch die Kombination von Variablen wurde jedoch eine sehr starke Steigerung der korrekten Prognose der Inflation erreicht. Armour (1996) und Hofmann (2008) konzentrierten sich auf den Faktor Geldmenge. Armour zeigte, dass die Abweichung von M1 (Bargeld und Sichteinlagen) von der langfristigen Nachfrage nach Geld Inflation bewirkt und sich so lange die Preise ändern, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Hofmann verwendete Echtzeitdaten für M3 (M1, Spareinlagen, Geldmarktpapiere und Repogeschäfte) für sieben Jahre und befand es als guten Prognosefaktor für zukünftige Preisentwicklungen für Europa unter Berücksichtigung der Änderungen der EZB in der Zusammensetzung von M3 zwischen 2001 und 2003.

Rohstoffpreise waren in den späten 80er Jahren und Anfang der 90 immer weniger zur Schätzung der Inflation verwendbar, aber Cheung (2009) fand heraus, dass sich ab Mitte der 90er dieser Trend wendete. Kurzfristige Preissteigerungen bei Rohstoffen spiegeln sich bereits im nächsten Quartal in der Inflationsrate wieder, doch ist dieser direkte Einfluss nur kurzfristig und verschwindet bald. Ein stärkerer Zusammenhang wird bei Inflationserwartungen genannt. Zusätzlich zeigte Cheung, dass stärkere Signale für die Inflation bei Rohstoff exportierenden Staaten als bei importierenden Staaten zu sehen sind. Für Gold zeigte Tkacz (2007), dass die

Goldpreisänderungsrate zur Vorhersage der Inflationsrate verwendet werden kann. Da Gold in US-Dollar notiert, sind auch Wechselkursänderungen ein wichtiger Faktor in seinen Überlegungen. Zusätzlich betrachtet Tkacz 6, 12, 18 und 24-monatige Änderungsraten. Er zeigte ebenso, dass in Ländern mit Inflationssteuerung Goldpreisänderungen verstärkten Einfluss auf die Inflation haben. Für den Rohstoff Öl zeigten LeBlanc und Chinn (2004), dass in den USA und der EU eine Preiserhöhung von 10 Prozent nur eine Inflationssteigerung von 0,1-0,8 Prozent bewirkte. Als Grund dafür wird gesehen, dass die Konkurrenz am Produktmarkt es nicht mehr erlaubt, höhere Preise oder Löhne direkt weiter zu verrechnen so wie zu den Ölpreisspitzen um 1973 und 1974, wo eine Lohn-Preis-Spirale startete. Andererseits beschäftigt sich ein Bericht der Europäischen Kommission (2011)<sup>2</sup> mit dem Thema Inflation, Kerninflation und Energiepreise mit starkem Fokus auf den Rohölpreis. Dieser Bericht sagt aus dass im März 2011 die Inflationsrate höher als vor dem Ausbruch der Finanzkrise 2008 ist und begründet dies mit dem Anstiegs der Rohölpreise welche einen starken Einfluss auf die Energiepreise haben. Gleichzeitig stiegen auch die Preise anderer Rohstoffe – von landwirtschaftlichen Erzeugnissen bis zu Metallen – an. In einem Projektbericht des IHS<sup>3</sup> (2008) wird die Inflation für die EURO-12 aus Rohölpreis, Lohnstückkosten und Konjunktur zusammengesetzt. Für Österreich gilt, dass der Rohölpreis auf die Importpreise direkt überwälzt wird und nicht substituiert werden kann. Die Auswirkungen der Preise und Löhne eines Landes auf die Inflation eines anderen beschrieben Côté und de Resende (2008) am Beispiel Chinas. Ihre Resultate zeigten, dass durch die verstärkte Integration und dem ökonomischen Wachstum Chinas seit 1991 die Inflation in 13 von 18 Ländern gesunken ist wobei der Effekt bis zu 0,17 Prozent pro Jahr beträgt. Dies wird hauptsächlich durch den indirekten Effekt des Angebots auf die Kaufkraftparität bewirkt. Generell zeigt sich für die beobachteten Länder Heterogenität in den geschätzten Effekten und diese sind stärker je höher der Level des bilateralen Handels ist. Ciccarelli und Mojon (2005) gehen noch einen Schritt weiter und zeigten für 22 Staaten der OECD, dass durch das Zusammenwachsen der globalen Wirtschaft rund 70 Prozent der Inflationsrate der Länder durch einen „globale Inflation“ genannten Effekt bestimmt werden und dass die Staaten bei Abweichungen wieder zu ihrer langfristigen durch die globale Inflation bestimmten Inflationsrate zurückkehren. Diese wird durch Rohstoffpreise, den globalen Wirtschaftszyklus und das Wachstum der globalen Geldmenge gesteuert. Die Resultate zeigen für die ersten beiden Einflussfaktoren dass sie gute Variablen für kurzfristige Prognosen sind. Das Wachstum der globalen Geldmenge ist für langfristige Prognosen der globalen Inflation ausschlaggebend.

---

2 [http://ec.europa.eu/economy\\_finance/publications/qr\\_euro\\_area/2011/pdf/qrea1\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/qr_euro_area/2011/pdf/qrea1_en.pdf)

3 <http://www.bwb.gv.at/aktuell/archiv2008/documents/ihs2008.pdf>

## **2.2 Detailanalyse von Studien**

Aufgrund der Ergebnisse von Ciccarelli und Mojon sowie jenen von Cheung und von Tkacz werden in weiterer Folge Rohstoffe und ihre Bedeutung für die Wirtschaft genauer betrachtet. Wenn Rohstoffindizes wie Goldman Sachs Commodities Index (GSCI)<sup>4</sup>, Rogers International Commodities Index (RICI)<sup>5</sup> oder der Dow Jones-UBS Commodity Index (DJ-UBS-Index)<sup>6</sup> betrachtet werden, so sind in allen drei Indizes Baumwolle, Sojabohnen, Zucker, Kaffee, Weizen und Mais, Schwein und Rind, Gold und Silber, Zink, Aluminium, Kupfer und Nickel, Heizöl, Rohöl, Erdgas und Benzin vertreten. Die Bedeutung der einzelnen Rohstoffe für die Weltwirtschaft ist jedoch sehr unterschiedlich. Welche Rohstoffe möglicherweise am Geeignetesten sind mit ihrer Preisentwicklung die Inflation vorherzusagen wird für diese Arbeit durch Betrachtung der gesamten Handelsvolumen<sup>7</sup> multipliziert mit dem Tagespreis per 2. August 2011 bestimmt. Dazu wird zwischen Agrar- und Industrierohstoffen unterschieden. Zu ersteren zählen Getreide, Fleisch, Fisch und organische Öle und zu zweitem Energie-, Metall- und Keramikrohstoffe so wie die chemischen Rohstoffe. Der höchsten Umsatz im Agrarbereich wird von Mais, im Metallbereich von Gold und im Energiebereich von Erdöl erzielt. Mais ist auch daher interessant, weil es als Futter für Lebewiehe verwendet wird und der Fleischkonsum im asiatischen Raum weiterhin stark ansteigend ist. Für Gold wurde auch von Stock und Watson ein Zusammenhang mit Inflation gefunden, welcher jedoch nur für die geteilten Zeiteinheiten galt. Dies wurde von Tkacz (2007) für den Zeitraum von 12 Jahren für 14 Länder mit und ohne Inflationsziel bestätigt. Tkacz arbeitet in seinem Paper mit den Variablen Gold, Inflation und Wechselkurse. Da für diese Faktoren die Daten international leicht erhältlich sind, wird ein ähnlicher mathematische Ansatz in der weiteren Arbeit für die nähere Betrachtung der Inflationsentwicklung verwendet. Daher wird hier in konzentrierter Form sein Paper vorgestellt.

### **2.2.1 Studie von Greg Tkacz**

Tkacz meint, dass die Goldpreisänderungsrate als vorlaufender Inflationsindikator und somit zur Vorhersage der Inflation verwendet werden kann. Er begründet dies damit, dass höhere Inflationserwartungen die Flucht von Geld zu Gold bewirken und daher der Goldpreis steigt und dies wiederum höhere zukünftige Inflationsraten signalisiert. Tkacz betrachtet OECD Länder mit

---

4 <http://www.standardandpoors.com/indices/sp-gsci/en/us/?indexId=SPGSCIRG--USD----SP----->

5 <http://www.rogersrawmaterials.com/weight.asp>

6 [http://www.djindexes.com/mdsidx/downloads/fact\\_info/Dow\\_Jones-UBS\\_Commodity\\_Index\\_Fact\\_Sheet.pdf](http://www.djindexes.com/mdsidx/downloads/fact_info/Dow_Jones-UBS_Commodity_Index_Fact_Sheet.pdf)

7 <http://www.wellenreiter-invest.de/cot.html>

Inflationsziel wie Australien, Kanada, EU (Euroraum), Mexiko, Neuseeland, Norwegen, Schweden und UK genauso wie OECD Länder ohne Inflationsziel wie Japan und die USA und Nicht-OECD Ländern wie Brasilien, China, Indien und Israel. Nicht alle Länder mit Inflationsziel hatten dieses über den ganzen Zeitraum. Tkacz wählt den Zeithorizont der Goldpreisänderung zwischen 6 Monaten und 2 Jahren mit 6-monatigen Abständen um zu überprüfen, für welchen Zeitraum Goldpreisänderungen Inflationsentwicklungen erklären. Der von ihm gewählte Zeitraum von 1994 bis 2005 wurde bis 2007 noch nicht untersucht und diese Jahre haben den Vorteil, dass die Inflationsraten gering schwankten.

Für seine Untersuchungen definiert Tkacz folgende Variablen:

Die Inflationsrate in einheimischen Preisen wird als der auf Jahresbasis umgerechnete k-periodische Prozentsatz der Veränderung des Verbraucherpreisindex (VPI) bezeichnet. P ist der Wert des Verbraucherpreisindex mit Ende jeden Monats, t ist die Zeit und k mit 6, 12, 18 und 24 der Monatsabstand zwischen den verwendeten Perioden im Zeitverlauf:

$$\pi_t = (\log P_t - \log P_{t-k}) \times 1200 / k \quad t=1,2,\dots \quad (2.1)$$

Der Goldpreis in US-Dollar wird mit dem Wechselkurs multipliziert. Dadurch erhält man einheimische Preise für Gold in der entsprechenden einheimischen Währung.

$R_t$  ... US Rendite von Gold

$R_{t,D}$  ... heimische Rendite von Gold

$G$  ... Goldpreis in US Dollar

$E$  ... Wechselkurs (Verhältnis einheimische Währung zum US-Dollar)

$$R_t = (\log G_t - \log G_{t-k}) \times 1200 / k \quad (2.2)$$

$$R_{t,D} = (\log(G_t \times E_t) - \log(G_{t-k} \times E_{t-k})) \times 1200 / k \quad (2.3)$$

Die Formel (3) kann auch folgendermaßen geschrieben werden:

$$R_{t,D} = (\log G_t - \log G_{t-k}) \times 1200 / k + (\log E_t - \log E_{t-k}) \times 1200 / k = R_t + \dot{E}_t \quad (2.4)$$

$\dot{E}_t$  ... k-periodische prozentuelle Änderung des Wechselkurses auf Jahresbasis

Um festzustellen, ob die Änderungsrate von Gold über k Perioden Information über die Inflation der nächsten k Perioden enthält, entwickelt Tkacz für die USA die Hypothese, dass die Inflation von heute eine Funktion der Goldpreisänderung vor k Monaten ist:

$$\pi_t = \alpha + \beta R_{t-k} + \varepsilon_t$$

wobei gilt, dass  $R_{t-k} = (\log G_{t-k} - \log G_{t-2k}) \times 1200 / k$

(2.5)

Für andere Länder gilt:

$$\pi_{t,D} = \alpha + \beta R_{t-k,D} + \varepsilon_{t,D}$$

(2.6)

oder

$$\pi_{t,D} = \alpha + \beta_1 R_{t-k} + \beta_2 \dot{E}_{t-k} + \varepsilon_t \quad (2.7)$$

(2.7)

mit  $R_{t-k,D} = (\log(G_{t-k} \times E_{t-k}) - \log(G_{t-2k} \times E_{t-2k})) \times 1200 / k$

$\varepsilon_t \dots$  unabhängig identisch verteilter Fehlerterm

Tkacz verwendet zur Überprüfung der Stationarität der verwendeten Zeitreihen den Dickey-Fuller-Verallgemeinerte-Kleinste-Quadrate-Test (DF-GLS). Dies ist ein Einheitswurzel-Test von Elliot, Rothenberg und Stock (1996). Er verwendet für die OLS-Schätzung eine von Newey und West (1987) kreierte Kovarianzmatrix. Seine Ergebnisse zeigen, dass Goldpreisänderungen signifikante Determinanten der Inflation für diesen Zeitraum sind. Dies gilt für verschiedenste Länder mit dem optimalen Zeithorizont zwischen 12 und 18 Monaten. Er zeigt ebenso, dass in Ländern mit Inflationssteuerung Goldpreisänderungen verstärkten Einfluss auf die Inflation haben. Für Länder mit einem Inflationsziel wie Kanada, EU, Neuseeland und Schweden sind die Goldpreisänderung mindestens für einen Zeithorizont signifikant, wobei dies meist bei  $k=12$  zutrifft. Für die kleineren Länder aus der Gruppe der Länder mit Inflationsziel ist der Effekt der Goldpreisänderung höher. Das heißt, es liegt eine höhere Abhängigkeit von weltweiten Inflationserwartungen vor. Für OECD-Länder ohne Inflationsziel hat Gold generell geringere Erklärungskraft für die Inflationsentwicklung. Für nicht OECD-Länder sind die Ergebnisse zum Teil signifikant, für China nur für  $k=6$  und  $k=12$ .

Zu diesem Paper gibt es einige Kritikpunkte. Es wird nicht erklärt, wieso Länder wie Israel und Neuseeland beobachtet werden, aber ein Land wie Südkorea welches ein viel höheres Bruttoinlandsprodukt (BIP) aufweist, wie in Tabelle 1 ersichtlich, findet keine Erwähnung.

Ebenso erstaunlich ist die Miteinbeziehung von China, da dort der Privatbesitz von Gold erst seit 2003 erlaubt ist und der chinesische Wechselkurs im verwendeten Zeitraum zum Teil fixiert war. Zusätzlich wird  $k$  in den Formeln zwei Mal verwendet. Zuerst wird die Differenz zwischen zwei Zeitpunkten berechnet um eine Änderungsrate zu erhalten. Hier ist die Annahme von  $k=12$  sehr gut zu verstehen, da auch die statistischen Institutionen bei der Berechnung der Inflation die

Preise des jeweiligen Vorjahresmonats und des aktuellen Monats verwenden. Die Verwendung der anderen drei k-Werte 6, 18, und 24 werden nicht erklärt. Schließlich gäbe es auch die Möglichkeit, jeweils zwei hintereinander liegende Monate zu vergleichen oder die Quartale als Zeitraum zu verwenden. Der Grund für diese Abstände ist in diesem Paper nicht angegeben. Wieso jedoch Greg Tkacz in Formel (2.5), (2.6) und (2.7) für die Verschiebung der Beobachtungszeiträume das selbe k verwendet, ist nicht ersichtlich. Es könnte auch folgender Ansatz verwendet werden:

$$\pi_t = \alpha + \beta R_{t-j} + \varepsilon_t \quad \text{mit } j=1, \dots, m$$

Dies würde bedeuten, dass die Inflationsrate zum Zeitpunkt t durch die Goldpreisänderungsrate des Zeitpunkts t-j definiert ist.

<b>Platz</b>	<b>BIP gesamt 2005</b>	<b>BIP gesamt 2009</b>
1	<b>Eurozone</b>	<b>Eurozone</b>
2	<b>USA</b>	<b>USA</b>
3	<b>Japan</b>	<b>Japan</b>
4	<b>UK</b>	<b>China</b>
5	<b>China</b>	<b>UK</b>
6	<b>Kanada</b>	<b>Brasilien</b>
7	<b>Brasilien</b>	<b>Kanada</b>
8	<b>Mexiko</b>	<b>Indien</b>
9	Südkorea	Russland
10	<b>Indien</b>	<b>Australien</b>
11	Russland	<b>Mexiko</b>
12	<b>Australien</b>	Südkorea
13	Türkei	Türkei
14	Schweiz	Indonesien
15	<b>Schweden</b>	Schweiz
16	Taiwan	Polen
17	Saudi-Arabien	<b>Schweden</b>

Datenquelle IMF<sup>8</sup>

<sup>8</sup> <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2010/02/weodata/weoselgr.aspx>

## 3 Rohstoffe

In diesem Kapitel werden die für die Berechnungen verwendeten Rohstoffe Gold, Öl und Mais vorgestellt und ihre Preisentwicklung beschrieben.

### 3.1 Gold

Der Begriff Gold<sup>9</sup> wurde bereits im 8. Jahrhundert im Althochdeutschen verwendet und ist auf die Wurzel *ghel(ə)* - „glänzen, schimmern“ aber auch „gelb“ zurückzuführen und kann daher auch als „das Gelbschimmernde“ bezeichnet werden. Die Gier nach diesem „Gelbschimmernden“ war der Grund für Kriege, Eroberungszüge und Wanderbewegungen wie im Goldrausch des 19. Jahrhunderts. Die USA und Australien, welche damals Hauptziele der Auswanderer waren gewinnen auch heute<sup>10</sup> noch neben Südafrika und China mehr als 40% des aus Minen kommenden Berggoldes. Waschgold, auch Seifengold genannt, tritt in vielen Flüssen auf. Es wird durch Verwitterung aus dem Gestein als Seife im geologischen Sinn freigesetzt und gelangt so ins Wasser. Fast alle europäischen Flüsse enthalten Gold, doch die Goldförderung in Europa ist international gesehen unbedeutend. Alte historische Bergwerke Österreichs befinden sich im Zillertal und im Raurisertal.

Da direkt sichtbares Gold sehr selten ist, muss Gold mit speziellen mechanischen Verfahren wie Amalgamation und Goldwäscherei aus dem Golderz gewonnen werden. Es fällt auch als Nebenprodukt bei der Gewinnung anderer Metalle an und wird auch durch Recycling in großen Mengen wiedergewonnen. Die Daten des World Gold Council<sup>11</sup> geben an, dass etwa 80 Prozent des heute gewonnenen Goldes als Schmuck verarbeitet werden, 11 Prozent in der Industrie benötigt werden und die restlichen 9 Prozent werden als Anlageprodukt gekauft. Insgesamt wurden bis heute in etwa 155.000 Tonnen Gold geschürft. Dies wäre ein Würfel mit annähernd 20 Metern Kantenlänge. Der derzeitige Marktwert der gesamten jemals geförderten Goldmenge entspricht in etwa 8 Billion \$. Zum Vergleich beträgt der Wert aller Anleihen rund 700 Billionen \$ und das weltweite BIP betrug 2009 58 Billionen \$.<sup>12</sup>

Reines Gold entspricht 24 Karat jedoch wird diese Einheit nach Einführung des metrischen Systems nur mehr umgangssprachlich verwendet. Durch eine Punzierung von zum Beispiel 750

9 <http://www.dwds.de/?kompakt=1&qu=Gold>

10 <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/gold/mcs-2009-gold.pdf>

11 [http://www.gold.org/investment/statistics/supply\\_and\\_demand\\_statistics/](http://www.gold.org/investment/statistics/supply_and_demand_statistics/)

12 <http://www.wiwo.de/finanzen/der-neue-goldrausch-437490/2/>

wird angegeben, dass 750 von 1000 Gewichtsanteilen reines Gold sind. Dies entspräche 18 Karat. Bullionmünzen wie der Krugerrand haben 916,6 Promille und jene wie der Wiener Philharmoniker 999,9 Promille Gold. Ein Goldbarren enthält 12,44 kg Gold. Das entspricht 400 Unzen. Es werden aber auch kleinere Barren für Privatanleger gefertigt.

Das Edelmetall<sup>13</sup>, welches in der Natur in gediegener Form vorkommt, steht im Periodensystem in der 1. Nebengruppe, hat das Symbol Au (vom lateinischen Aurum) und die Ordnungszahl 79. Es lässt sich leicht legieren, hat moderate Schmelztemperaturen und korrodiert nicht. Auch daher wird Gold seit über 6500 Jahren für rituelle Gegenstände und Schmuck verwendet. In Mitteleuropa lassen sich goldene Gegenstände wie zum Beispiel die Himmelscheibe von Nebra<sup>14</sup> ab 2000 v. Chr. nachweisen. Briant (2002) weist darauf hin, dass Goldmünzen als Zahlungsmittel bereits im sechsten Jahrhundert v. Chr. verwendet wurden.

Ab 1684 wurden vom London Bullion Market (LBMA)<sup>15</sup> Preise für Edelmetalle bestimmt. Offiziell wurde 1897 der Silbermarkt eröffnet und 1919 entstand der Goldmarkt in der heutigen Form. Seit damals wird einmal täglich der Goldpreis fixiert, seit 1968 erfolgt ein zweites Fixing am Nachmittag.

### **3.1.1 Goldstandard und Goldpreisentwicklung<sup>16</sup>**

Im Goldstandard ist die Geldmenge direkt an die Menge des Goldes in Staatsbesitz gebunden und wächst nur in der Höhe der Neuförderung oder des Zukaufs von Gold. Dies ist ein wirksamer Schutz gegen Preissteigerungen, da sich die Neuförderung meist zwischen ein und zwei Prozent jährlich bewegt.

Zwischen 1871 und 1900 wurde in den meisten Industriestaaten der Goldstandard eingeführt, da die bis dahin verwendeten Silbermünzen durch Verfälschung mit anderen Metallen oder durch geringeres Gewicht an Wert und Vertrauen verloren hatten. Während und zwischen den beiden Weltkriegen wurde dieser Goldstandard von den Ländern beendet und zum Teil wieder neu eingeführt. Bereits 1942<sup>17</sup> wurde von den USA versucht, ein Weltwährungssystem auf Dollarbasis zu erreichen um einerseits die Vormachtstellung der USA zu verstärken und andererseits die Fehler, welche nach dem Ersten Weltkrieg erfolgten und wodurch die Wirtschaft der Verliererstaaten nicht wachsen konnte, nicht zu wiederholen. Der zentrale Punkt des 1944

---

13 <http://www.handbookofmineralogy.org/pdfs/gold.pdf>

14 [http://www.lda-lsa.de/himmelscheibe\\_von\\_nebra/](http://www.lda-lsa.de/himmelscheibe_von_nebra/)

15 [http://www.lbma.org.uk/pages/index.cfm?page\\_id=15&title=market\\_history](http://www.lbma.org.uk/pages/index.cfm?page_id=15&title=market_history)

16 [http://www.lbma.org.uk/pages/index.cfm?page\\_id=53&title=gold\\_fixings](http://www.lbma.org.uk/pages/index.cfm?page_id=53&title=gold_fixings)

17 <http://zeitenwende.ch/finanzgeschichte/der-zusammenbruch-des-bretton-woods-systems-1973/>

eingeführten Bretton-Wood-Systems war die Verpflichtung der Länder, welche dem ebenfalls damals gegründeten IWF beitraten, dass sie ihre Währung innerhalb einer schmalen Schwankungsbreite fix an den US-Dollar binden. Gleichzeitig konnte der US-Dollar jederzeit zu einem fixen Kurs gegen Gold eingetauscht werden. Aufgrund des Marshallplans erholte sich die Wirtschaft in Westeuropa rasch und die Produktion überstieg bald das Vorkriegsniveau. Bereits Ende der Fünfzigerjahre waren die hohen Dollarbestände im Ausland nicht mehr durch das Gold der USA gedeckt. Das hieß, dass die Eintauschmöglichkeit nicht mehr gegeben war. Anfang der 60er Jahre konnte das erste Mal am LBMA der fixierte Gold-Dollar-Kurs von 35 US-Dollar je Feinunze nicht mehr gehalten werden. Darauf hin bildeten die großen Notenbanken einen Goldpool um den Preis stabil zu halten, doch die Lösung war nur kurzfristig. Die fixen Wechselkurse zum Dollar gerieten immer stärker unter Druck, da die Wirtschaft der Staaten unterschiedlich stark wuchs. Speziell in Deutschland war die Produktionseffizienz stark angestiegen und erzeugte einen starken Aufwertungsdruck. 1971 gab die Deutsche Bundesregierung die D-Mark frei. Im selben Jahr hob Nixon die Goldkonvertibilität des Dollars auf und im März 1973 endete das Bretton-Wood-System. Seither gibt es keine rein goldgedeckten Währungen mehr.

Bereits zwei Monate nach dem Ende des Systems stieg der Goldpreis erstmals über die 100-Dollar-Grenze. In den nächsten Jahren stieg der Goldpreis leicht an. Rasant wurde diese Entwicklung 1979 aufgrund des Einmarschs der Sowjetunion in Afghanistan. Im Februar wurde erstmals über 250 \$ bezahlt und im Dezember fiel auch die 500-Dollar-Schranke. Im selben Zeitraum herrschte eine hohe Inflation und eine schwache Konjunktur. Die Ölkrise und die steigende Staatsverschuldung erzeugten eine Flucht in Sachwerte. Am 18. Jänner 1980 wurden erstmals über 850 \$ für eine Unze Gold bezahlt. Dieser Wert wurde in den nächsten 28 Jahren nicht wieder erreicht. Der Wirtschaftsaufschwung bot neue Investitionsmöglichkeiten und die Aktienkurse stiegen. Im Gegenzug sanken die Goldpreise wieder auf das Niveau von Anfang 1979. Im Juli 1999 wurde mit 252,80 \$ der Tiefststand erreicht. Im selben Jahr wurde von den Nationalbanken der EU eine Vereinbarung über die jährlich erlaubten zu verkaufenden Goldmengen getroffen und im Fünf-Jahres-Rhythmus erneuert. Seit 2009 gilt laut einer EZB-Verlautbarung eine maximale Verkaufsmenge von 400 Tonnen pro Jahr und von 2000 Tonnen über die nächsten fünf Jahre hinweg.

Ab 2001 stieg der Goldpreis zeitgleich mit der steigenden Verschuldung der USA kontinuierlich an. Der bisherige Höchststand aus dem Jahr 1980 wurde Anfang 2008 übertroffen und im März des selben Jahres erstmals die 1000-Dollar-Marke. Die Insolvenz von Lehman Brothers bewirkte starke Goldkäufe von den Zentralbanken Chinas, Russlands und Indiens.

Am 20. April 2011 stieg der Goldpreis erstmals über die 1500 \$ und am 23. August 2011 über 1900 US-Dollar. Mit ein Grund für diese Entwicklung ist die Sorge vor steigenden Preisen, die niedrigen Zinsen, die hohe Staatsverschuldung der Industrieländer und der rapide Verfall der Börsenkurse im August 2011. Zusätzlich notiert Gold in US-\$. Damit ist der Wert des Edelmetalls sehr stark von dessen Kursverlauf abhängig. Wertet der Dollar ab, so sinkt auch der Goldpreis in den Währungen anderer Länder. Ebenso wirken sich Änderungen der Geldmenge der USA direkt auf den Goldpreis aus. Eine laufend erhöhte Geldmenge und die damit verbundene Inflation treiben den Goldpreis in USD nach oben. Auch verstärkte Goldkäufe von Nationalbanken wie China, Indien und Russland, deren Goldbestände im Verhältnis zum BIP noch weit unter dem Level der Industriestaaten liegen, bewirken ein Steigen des Preises. Schocks wie die Unruhen und Umstürze im gesamten südlichen Mittelmeerraum 2011 oder die Erdbeben- und Atomkatastrophe in Japan sind starke Preistreiber genauso wie der gestiegene Ölpreis. Die zukünftige Preisentwicklung hängt auch mit der neu geförderten Menge des Edelmetalls zusammen. Goldinvest<sup>18</sup> verzeichnet für 2010 eine Steigerung der Produktion der Minen und auch in den nächsten Jahren wird ein Anstieg erwartet, da der hohe Goldpreis von den Minengesellschaften genutzt wird, auch tiefer liegendes Gold, welches bis jetzt zu kostenintensiv abzubauen war, zu gewinnen. Wenn diese Projekte jedoch abgeschlossen sind, wird ein Rückgang der Förderung prognostiziert, da es wenig große Neuentdeckungen gibt und damit wird der Goldpreis wieder steigen.

### **3.1.2 Gold Erwartungen**

Gold wird als eine langfristige Wertanlage betrachtet, speziell wenn die Aktienkurse und die Preise von Immobilien sinken und die Inflationsrate steigt. Dann wird in Gold investiert und durch die verstärkte Nachfrage steigen die Preise, da das Angebot nicht in der gleichen Geschwindigkeit von den Minengesellschaften abgedeckt werden kann. Um zu versuchen, in einer Krise die Wirtschaft am Laufen zu halten, wird von den Zentralbanken die Geldmenge erhöht. Dies bedeutet eine Verringerung der Kaufkraft und damit Inflation. Dieser Verlust der Kaufkraft wird als beängstigend empfunden und daher werden alternative Anlagemöglichkeiten gesucht und zum Teil in Gold gefunden. Ob diese Verlagerung auch gerechtfertigt ist, wird nicht näher untersucht da die Entscheidung speziell von Privatanlegern emotional getroffen wird. Wenn jedoch die Entwicklung des Goldpreises in den letzten 40 Jahren betrachtet wird, so sind die Renditen eher gering. Wenn jemand im Jahr 1980 Gold gekauft hat, so halbierte sich dieses

---

18 <http://www.goldinvest.de/index.php/experten-erwarten-langfristig-rueckgang-der-globalen-goldproduktion-20553>

gebundene Vermögen innerhalb kürzester Zeit und es dauerte 28 Jahre, bis wieder der selbe Preis erzielt werden konnte. In der Zwischenzeit lieferte Gold jedoch keine Zinsen so wie dies andere Anlagemöglichkeiten sehr wohl taten. Zusätzlich gilt in Krisenzeiten, dass die Verarmung der Bevölkerung den Verkauf von Gold verstärkt und damit auch der Preis fällt.

### **3.1.3 Langfristige Verhältnisse zwischen Gold und anderen Anlageformen**

Um die unterschiedliche Entwicklung zweier Anlageformen beobachten zu können, besteht die Möglichkeit, ein Verhältnis durch Division zu bilden. Je stärker sich die Entwicklung der beiden Anlageformen deckt, desto mehr gleicht sich die Kurve des Verhältnisses an seinen Mittelwert an. In der technischen Analyse der Erste Bank Research vom Juli 2009<sup>19</sup> werden verschiedene Goldverhältnisse wie Immobilien, Öl, Silber und Dow Jones dargestellt wobei mit Öl und Silber ebenso zwei Rohstoffe betrachtet werden.

Für das Immobilien-Gold-Verhältnis gilt im Juli 2009, dass 230 Unzen Gold benötigt werden, um ein Einfamilienhaus zu erwerben, der Median liegt bei 341 Unzen und 1980, wo der Goldpreis auf über 800 US-Dollar je Unze stieg, lag dieser Wert sogar bei nur 100 Unzen.

Für das Gold-Öl-Verhältnis wird der Marktpreis in \$/Unze Gold durch den Marktpreis von Öl in \$/Barrel dividiert wird. Das Verhältnis berührt oder kreuzt immer wieder den Median von 15 und im Zeitverlauf kann mit der selben Menge Gold die selbe Menge Öl gekauft werden. Dies widerspricht direkt der Aussage, dass Gold keine werterhaltende Anlageform ist.

Für das Gold-Silber-Verhältnis gilt, dass die Abweichungen vom Median, welcher bei 55 liegt, oft sehr groß sind. Der Wert lag Mitte 2009 bei 70, Ende April 2011 bei 45.

Der Dow Jones wird bereits seit 1896 berechnet. Damals lag das Dow Jones-Gold-Verhältnis bei zwei. Erst in den 20er Jahren stieg es auf rund 18 Punkte und fiel danach sogar auf eins. Nach dem zweiten Weltkrieg im Zuge des Wirtschaftsaufschwungs stieg das Verhältnis auf 27, sank jedoch aufgrund des Endes des Bretton-Wood-Systems rasch wieder ab. 2000 gab es das letzte Allzeithoch, bevor das Platzen der Dotcom-Blase wieder ein Absinken des Verhältnisses erzeugte. Im Juli 2009 liegt der Wert bei rund 8 bei einem Median von 5. Sollte der Wert wieder auf eins sinken, so würde dies bei einem stabilen Dow Jones einen Goldpreis von rund 11500 USD je Unze (Wert 16. August 2011) bedeuten.

---

<sup>19</sup> <http://www.go-ahead.at/fileadmin/editorupload/downloads/specials/spezialreportgold.pdf>

### 3.2 Erdöl - Geschichte und Preisentwicklung

Der Begriff Erdöl<sup>20</sup> wird seit dem 18. Jahrhundert verwendet. Zuvor wurde es als Petroleum oder auch Steinöl bezeichnet, vom griechischen „petros“ – Stein – und dem lateinischen „oleum“ – Öl. Die Zusammensetzung des Rohöls hängt vom jeweiligen Förderort ab und besteht aus Naphthensäuren, unterschiedlichen Kohlenwasserstoffen, Phenolen, asphaltartigen Stoffen und organischen Schwefelverbindungen. 2009 waren die wichtigsten Erdöl fördernden Länder<sup>21</sup> Saudi-Arabien, Russland, USA, Mexiko, Kanada, Venezuela, Norwegen, Irak, China, Großbritannien und Vereinigte Arabische Emirate. Das dort gewonnene Öl dient nicht nur als Treibstoff und Heizöl sondern auch als Schmieröl und zur Herstellung von Kunststoffen und anderen Produkten der chemischen Industrie. In den frühen Hochkulturen und der Antike war Erdöl dort bekannt, wo es von selbst an die Erdoberfläche kam. Es wurde zum Abdichten von Boten und zur Konservierung wie in Ägypten für die Mumien verwendet. Im Laufe der Jahrhunderte wurde es zur Beleuchtung und in der Medizin, als Wagenschmiere und Brennstoff benutzt.

Im Buch „Der Preis“ von Yergin (1991) wird die moderne Geschichte des Erdöls erzählt. Sie beginnt 1859 in Pennsylvania in den USA. Dort wurde die erste größere Förderstätte eröffnet und damit begonnen, das Erdöl für Beleuchtung zu verwenden, da das Walöl zu teuer wurde.

**Tabelle 2**  
**Große Ölfelderfunde**

<b>Jahr</b>	<b>Lage</b>	<b>Gesellschaft/Person</b>
1859	Pennsylvania	Rock Oil Company, George Bissell
1871	Baku, Kaspisches Meer	Ludwig und Robert Nobel
1901	Beaumont, Texas	Texas Fuel Company, heute Texaco
1907	Sumatra, niederländisch Ostindien	Shell, Marcus Samuel
1908	Persien	Anglo Persien Oil Company – ab 1914 51% GB → BP
1927	Kirkut, Irak	
1927	Mexiko und Venezuela	
1932	Bahrein	Standard Oil Company of California, Rockefeller
1938	Burgan, Kuwait	Kuwait Oil Company (von Gulf Oil und Anglo Persian gegründet) zweitgrößtes bis heute gefundenes Feld
1938	Saudi-Arabien	Standard Oil Company of California
70er	Gabun, Algerien, Libyen	

20 <http://www.dwds.de/?qu=Petroleum>

21 [http://www.wirtschaftsmuseum.at/pdf/EadT\\_1-7-PDF/EadT\\_1\\_PDF/EadT\\_1-18.pdf](http://www.wirtschaftsmuseum.at/pdf/EadT_1-7-PDF/EadT_1_PDF/EadT_1-18.pdf)

Mit der Erfindung der Glühbirne Ende des Jahrhunderts wurde das Öl als Beleuchtungsmittel abgelöst und neue Verkaufszweige durch Ölöfen und Ölbrenner für Schiffe gesucht. Doch der wichtigste Markt wurde von Carl Benz mit der Erfindung des Verbrennungsmotors für Autos erzeugt. 1911 fand der Chemiker William M. Burton heraus, wie lange Kohlenstoffketten aufgebrochen werden können und damit der Ertrag von Benzin aus Rohöl verdoppelt werden kann. Damit kam auch die Zeit für mit Öl angetriebene Großkampfschiffe welche der damalige Marineminister Winston Churchill orderte und Öl wurde auch in Kriegsauseinandersetzungen ein entscheidender Faktor. Die Gebrüder Nobel entwickelten die benötigten Tankschiffe, wobei die ersten Mitte der 1880er Jahre hochseetauglich waren. Speziell in den beiden Weltkriegen waren die Gegner immer mehr von einem gut organisierten Nachschub abhängig. Deutschland versuchte im ersten Weltkrieg, sich die rumänischen und russischen Ölfelder zu sichern was nicht gelang. Dies war mit ein Grund für die Aufgabe Deutschlands. In der Zwischenkriegszeit stieg der Verbrauch aufgrund der stark gestiegenen Autoregistrierungen (Tabelle 3), doch noch schneller die Menge der gefundenen Ölfelder. Der Preis sank auf 10 Cent pro Barrel 1930. Zur gleichen Zeit entstanden die ersten Tankstellen.

<b>Jahr</b>	<b>Gesamtanzahl</b>
1900	9.000
1912	900.000
1920	9.200.000
1930	23.100.000
1945	26.000.000
1950	40.000.000
1972	119.000.000
2008 <sup>2223</sup>	136.000.000

Im zweiten Weltkrieg entwickelte das an Kohle reiche Deutschland synthetischen Treibstoff aus Kohle und verstärkte dies nach den gescheiterten Feldzügen nach den russischen Ölfeldern und in Nordafrika aufgrund des nicht funktionierenden Nachschubs. Nach der alliierten Invasion wurden diese Anlagen jedoch systematisch zerstört. Nach dem zweiten Weltkrieg stieg der Ölverbrauch auch aufgrund des Marshallplans massiv an und die Ölförderung konnte nicht mehr

22 <http://databank.worldbank.org/ddp/home.do>

23 [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/Laenderprofile/Content75/USA\\_property=file.pdf](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/Laenderprofile/Content75/USA_property=file.pdf)

mithalten. 1948 wurde die USA zum Nettoimporteur von Öl. Dadurch wurde das Öl aus dem Nahen Osten immer wichtiger speziell weil Mexiko die eigenen Ölvorkommen bereits 1917 verstaatlichte und 1943 Venezuela eine fünfzig:fünfzig-Regelung erreichte. Das Land erhielt über Steuern die Hälfte der Einkünfte. Die gleiche Regelung wurde für Saudi-Arabien, Kuwait und Irak aber nicht im Iran erzielt. Die dortigen Anlagen wurden 1951 verstaatlicht. Als 1956 Ägyptens Präsident Nasser den Suezkanal verstaatlichte, wurden Supertanker gebaut, da die Route um das Kap der Guten Hoffnung nur mit viel größeren Tankern wirtschaftlich betrieben werden konnte. Ende der 60er Anfang der 70er wurde aufgrund neuer Funde Öl billiger als Kohle und die Motorisierung auch außerhalb der USA stieg weiter an (Tabelle 4).

1949	19.000.000
1972	161.000.000
2003 <sup>24</sup>	613.000.000

Durch den hohen Erdölbedarf stieg die Bedeutung der Förderländer und diese verdoppelten von 1970 bis 1973 den Preis. Im Oktober 1973 griffen Ägypten und Syrien Israel an welches von den USA und anderen unterstützt wurde. Gegen diese Unterstützer erließen die arabischen Ölminister ein Embargo. Daraufhin stieg im Dezember der Preis auf über 11 Dollar. Die dadurch in den Industriestaaten entstandenen Probleme wurden durch die Suche nach neuen Ölfeldern in der Nordsee, durch die Nutzung anderer Energiequellen wie die Atomenergie und durch Energieeinsparungen bekämpft. 1976 begannen die Preise wieder zu sinken doch schon 1979 kam beim Umsturz im Iran die Ölproduktion völlig zu erliegen und der Preis stieg auf 34 Dollar je Barrel. Zusätzlich griff der Irak den Iran an und während des Krieges bis 1988 fielen die Ölfelder beider Kontrahenten aus was einen Preisanstieg auf 42 Dollar bewirkte. Öleinsparungen und Investitionen in Öl waren die Reaktionen. Die Effizienz der Nutzung stieg bis 1985 im Schnitt um 32 Prozent. Dadurch sank der Preis wieder auf unter 10 Dollar. 1990 besetzte der Irak Kuwait. Durch die rasch gebildete Allianz sanken die zuvor hochgeschossenen Preise wieder und die Asienkrise 1997 reduzierte den Ölverbrauch. Die reduzierten Fördermengen jedoch provozierten beim Anlaufen der Wirtschaft Preise von bis zu 34 Dollar, durch das Platzen der „New Economy“ sanken sie jedoch wieder ab.

Nach dem 11. September 2001 begann die USA mit Unterstützern den zweiten Golfkrieg. Die

24 <http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/p2k0data.asp>

Erdölförderung im Irak liegt bis heute noch immer unter dem technisch Möglichen. Zusätzlich stieg seit diesem Zeitpunkt der Preis<sup>25</sup> kontinuierlich an und im Juni 2005 wurden die 50 \$/Barrel das erste Mal übertroffen. Der Aufwärtstrend hielt weiter an und im April 2008 stieg der Preis für ein Barrel das erste Mal über 100 USD und bildete ein Monatshoch im Juli 2008 bei 131,2 USD je Barrel. Danach sank der Preis rasch um rund 25 Prozent ab und stieg im März 2011 wieder über die 100 USD. Die Preisbewegungen des ersten Jahrzehnts des neuen Jahrtausends haben jedoch nicht wie in den Jahrzehnten zuvor eindeutigen geopolitischen Ursachen. Der Preis wird verstärkt dadurch beeinflusst, dass die Produktionsteigerung nicht in der selben Höhe erfolgt wie die Nachfrage steigt. Speziell in den bevölkerungsreichen Ländern China und Indien beginnt die Motorisierung der Massen. Zusätzlich begannen im Frühjahr 2011 die Aufstände in Tunesien, Ägypten und Libyen welche die Preise wieder nach oben trieben.

---

25 <http://www.oenb.at/isaweb/report.do?report=6.9>

### 3.3 Mais

Der Name<sup>26</sup> der aus Mittelamerika stammenden Getreideart stammt aus der Sprache der Taino auf Haiti und lautet mahís. Im Zuge der Entdeckung Amerikas wurde es im Spanischen zu maíz und im 16. Jahrhundert im Deutschen erstmals als Maiz oder auch Mays bezeichnet und im 17. Jhdt. entwickelte sich der heute gebräuchliche Name Mais. Es wird als Nutzpflanze zur Ernährung als Maisbrei und Fladenbrot, als Gemüse, Maiskeimöl, Popcorn und Cornflakes oder als Maisstärke, als Futterpflanze, zur Herstellung von Bioethanol und Biogassubstrat und für Biokunststoffe zur Produktion von Geschirr, Besteck und ähnlichem verwendet. Botanisch gehört es zur Familie der Süßgräser und der Art *Zea Mays* L.<sup>27</sup> und wird heute weltweit am häufigsten angebaut<sup>28</sup>. Die weltweit größten Produzenten<sup>29</sup> von Mais sind USA, China, Brasilien, Mexiko, Argentinien, Indien, Indonesien, Frankreich und Südafrika.

Die Preise einer der ältesten Kulturpflanzen bewegen sich bis 1995 zwischen 90 und 125 USD je Tonne. Dann begannen die Preise zu steigen und erreichten im Mai 1996 das erste Mal über 200 USD. Danach sanken sie kontinuierlich bis zu Jahr 2000 ab und erreichten einen Tiefstwert im Juli mit 75,06 USD je Tonne. Danach stiegen sie wieder langsam an bis sie im Juli 2007 auf 177,35 USD kletterten. Nach einer kurzen Erholung stiegen sie im Juni 2008 auf 287,11 USD. Der dann eintretende Wirtschaftseinbruch ließ die Preise jedoch nicht auf das alte Level bei rund 100 USD zurückfallen sondern sie sanken nur bis auf 150 USD ab und stiegen ab Mitte 2009 wieder und erreichten im Juni 2011 ein neues Hoch bei 310,54 USD je Tonne (Stand August 2011). Die Preise<sup>30</sup> werden hauptsächlich durch das Angebot und die Nachfrage innerhalb der USA bestimmt und macht sie dadurch von den Wetterverhältnissen im „Corn Belt“ der USA abhängig.

In den 80er Jahren wurden am Weltmarkt für Mais Spitzenmengen an Europa und die damalige Sowjetunion verkauft. Seit damals sinken die Maisimporte in die EU, da Maisexporteure wie Ungarn zur Union beitraten. Nach dem Zerfall der Sowjetunion wurden viele Herden Lebewild liquidiert und daher weniger Futtermais eingeführt. Im selben Zeitraum steigerten Japan, Südkorea, Taiwan, Mexiko und Entwicklungsländer auf der ganzen Welt ihre Maisimporte. Dieses Wachstum hat ab 2000 die global gehandelte Menge an Mais auf über 70 Millionen Tonnen pro Jahr gesteigert.

---

26 <http://www.dwds.de/?qu=Mais>

27 <http://www.umweltlexikon-online.de/RUBlandwirtsrohstoffe/Mais.php>

28 <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/157859/umfrage/getreideproduktion-weltweit/>

29 <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>

30 <http://www.ers.usda.gov/Briefing/Corn/trade.htm>

## 4 Daten

Für die empirischen Untersuchungen werden die Inflationsraten der jeweiligen Länder, die Wechselkurse zum USD – da die Rohstoffpreise in USD angegeben sind – und der Gold-, Erdöl- und Maispreis in Monatsdurchschnittsdaten benötigt.

### 4.1 Datenherkunft

Für die Inflationsraten werden die von der OECD<sup>31</sup> gesammelt zur Verfügung gestellten Verbraucherpreisindizes (VPI) verwendet. VPIs messen Preisveränderungen aller Waren und Dienstleistungen inklusive aller Verbrauchssteuern und der Umsatzsteuer die von privaten Haushalten im städtischen Bereich für Konsumzwecke gekauft werden. Zur Berechnung werden landesweit in Städten in Einzelhandelsgeschäften und bei Dienstleistern Preise für Waren und Dienstleistungen erhoben und in einem Warenkorb zusammengefasst. Die monatliche Veränderung ergibt die Inflationsrate. Es gibt EU-weite harmonisierte Verbraucherpreisindizes mit standardisierten statistischen Berechnungsmethoden (Laspeyres-Indizes) aber auch nationale Richtlinien für Berechnungen die davon abweichen. Dadurch ist die internationale Vergleichbarkeit solcher Preisindizes nicht immer gegeben. Das Basisjahr der hier verwendeten VPIs ist das Jahr 2005.

Ein Wechselkurs ist der Preis einer Einheit einer Währung ausgedrückt in einer anderen Währung und bildet sich am Devisenmarkt. Der globale Devisenhandel<sup>32</sup> betrug im April 2010 rund vier Billionen USD und findet hauptsächlich direkt zwischen den Marktteilnehmern statt. Die Tabelle der Österreichischen Nationalbank (OeNB)<sup>33</sup> zeigt nach Währungen gegliederte Monatsdurchschnitte der von der Europäischen Zentralbank zur Verfügung gestellten täglichen Referenzkurse ab 1999. Die Daten der Wechselkurse für den ECU vor 1999 wurden direkt von der OeNB per Email zur Verfügung gestellt und enthalten Wechselkurse für den ATS zu allen anderen gewünschten Währungen.

Die Goldpreise der London Bullion Market Association (LBMA) werden für die Berechnungen verwendet. Die LBMA fixiert seit 80 Jahren die Goldpreise und bietet Marktteilnehmern die Möglichkeit, Gold zu einem fixen Kurs zu erwerben. Zwei Mal täglich wird mittels

---

31 <http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=CPL>/Prices and Purchasing Power Parities/Prices and Price Indices/Consumer Prices (MEI)/Consumer price indices (MEI)

32 <http://www.bis.org/publ/rpfx10.pdf>

33 [http://www.oenb.at/de/stat\\_melders/datenangebot/datenangebot.jsp](http://www.oenb.at/de/stat_melders/datenangebot/datenangebot.jsp)

Telefonkonferenz von den fünf Mitgliedern ein Goldpreis fixiert. Am Beginn jedes Fixings gibt der Vorsitzende einen Eröffnungskurs an die anderen vier Mitglieder welche diesen an ihre Kunden weitergeben, und aufgrund der von diesen erhaltenen Kauf- oder Verkauforders entsteht ein Preis, bei welchem die meisten Orders erfüllt werden können. Das Fixing läuft so lange, bis Kauf- und Verkaufsmenge für einen Preis annähernd gleich sind. Es wird der monatliche Durchschnitt der täglichen Daten des ersten Goldfixings in USD/Troyunze verwendet.

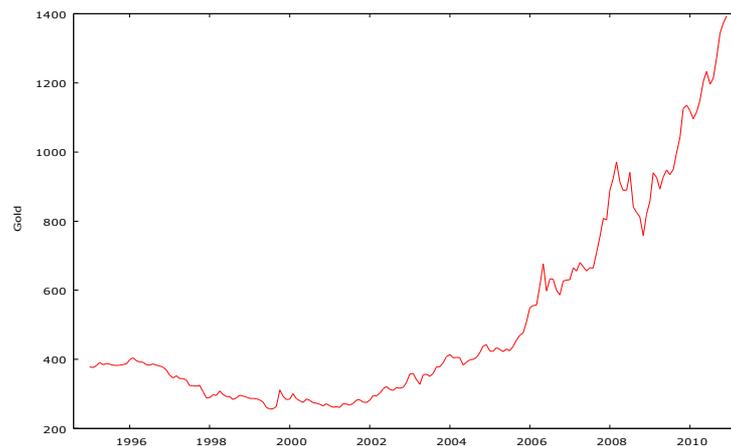


Abbildung 1: Goldpreis im Zeitverlauf von 1995-01 bis 2010-12

Die Daten für Öl ab 1995 sind aus den Tabellen der OeNB<sup>34</sup>. Es wird die Sorte Nordsee, Brent Loco verwendet welche an der Londoner Warenterminbörse Intercontinental Exchange gehandelt wird und als Referenzpreis<sup>35</sup> für den Atlantischen Raum verwendet wird. Der monatliche Preis ist in US-Dollar je Barrel angegeben wobei ein Barrel 159 Liter entspricht.

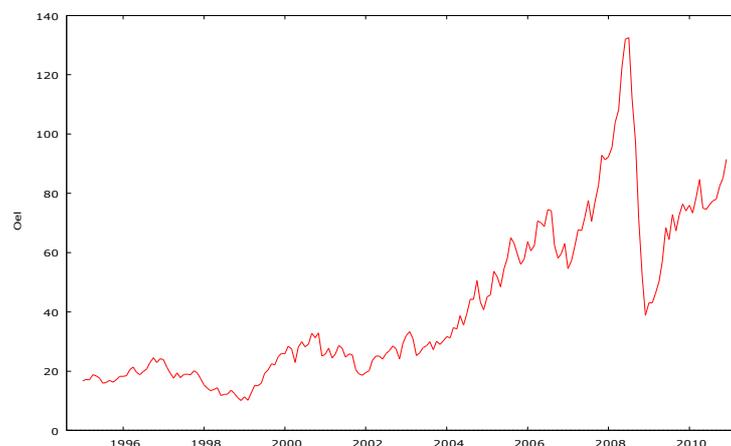


Abbildung 2: Ölpreis im Zeitverlauf von 1995-01 bis 2010-12

34 <http://www.oenb.at/isaweb/report.do?report=6.9#optionen>

35 <http://www.wallstreet-online.de/rohstoffe/Ölpreis>

Die Maisdaten sind von Index Mundi<sup>36</sup> und geben den monatlichen Durchschnittspreis für US-Mais Nummer 2 gelb FOB Golf von Mexico in USD je Tonne an. Dieser Preis wird auch als National Corn Index<sup>37</sup> bezeichnet und wird täglich vom Data Transmission Network veröffentlicht. Durch täglichen telefonischen Kontakt mit den über 1800 Bieter erzeugt sie den NCI Spotpreis auf der Bieterplattform der seit 1881 bestehenden Minneapolis Grain Exchange.

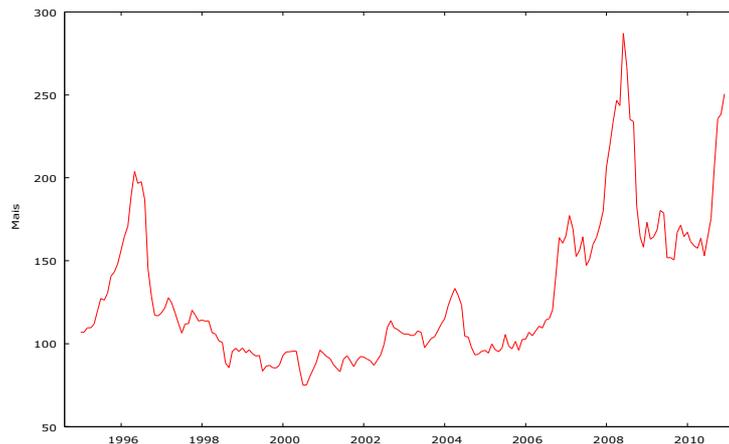


Abbildung 3: Maispreis im Zeitverlauf von 1995-01 bis 2010-12

---

36 <http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=corn&months=240>

37 <http://www.mgex.com/documents/NationalCornIndex.pdf>

## 4.2 Länderauswahl

Aufgrund der Datenlage wird entschieden, welche Länder für die Untersuchung verwendet werden. In Kapitel 2 in Tabelle 1 wird das Gesamt-BIP für 2009 ausgewiesen. Nun wird für die ersten 10 Länder und Schweden die Reihung nach BIP pro Kopf in Tabelle 5 aufgelistet.

<b>Platzierung weltweit</b>	<b>Reihung der Länder 2009</b>
7	EU
9	Vereinigte Staaten
11	Australien
13	Schweden
17	Japan
18	Kanada
22	Vereinigtes Königreich
60	Russland
61	Brasilien
99	China
140	Indien

Aufgrund des geringen Pro-Kopf-BIPs werden Länder wie Indien, China, Brasilien und Russland in den weiteren Berechnungen nicht verwendet obwohl ihr Gesamt-BIP sehr hoch ist. Für China gilt zusätzlich, dass die Wechselkurse zum Teil immer noch fix sind und der Privatbesitz von Gold erst seit 2003 erlaubt ist. Dies würde eine starke Verzerrung erzeugen und die Aussagekraft der Ergebnisse für China stark einschränken. Australien liegt in beiden Tabellen auf sehr guten Plätzen, stellt jedoch nur Quartalsdaten für den VPI zur Verfügung. Da die Verwendung dieser Daten aufgeteilt auf Monatsbasis ebenso eine starke Verzerrung bedeuten würde, muss auch auf Australien verzichtet werden. Weiters ist zu bemerken, dass für den Euroraum/EU der VPI erst ab 1996 von der OECD zur Verfügung gestellt wird. Schweden, obwohl im Gesamt-BIP nicht unter den ersten 10, wird auch mit betrachtet, da dies ebenfalls ein EU-Land ist, aber nicht den Euro als Währung hat und zum Vergleich interessant ist.

Für die weiteren Berechnungen bleiben 6 OECD-Staaten übrig, wobei vier davon, EU, Schweden, UK und Kanada Länder mit Inflationsziel sind und zwei, Japan und USA Länder ohne Inflationsziel sind.

Nachdem nun die zu bearbeiteten Länder bestimmt sind, ist zu überlegen, welcher Zeitraum

verwendet wird. Greg Tkacz verwendet für die meisten Länder in seinem Paper Daten ab 1994/9 oder 1995/1. Da für die EU die Daten für den VPI erst ab 1996/1 existieren kann für sie auch erst ab diesem Zeitpunkt gestartet werden. Die anderen fünf Länder starten die Datenreihe bei 1995/1. Die Goldpreisreihen welche von der LBMA erhältlich sind starten bei 1968 und die Wechselkurse, die von der OeNB zur Verfügung gestellt wurden, beginnen 1990. Beide werden auf die Zeit ab 1995/1 gekürzt.

Die Daten sind monatlich und reichen von Jänner 1995 bis Dezember 2010 mit Ausnahme des VPI der Eurozone (ab Jänner 1996). Die Länder mit Inflationsziel (Tabelle 6) betrieben dieses über den ganzen Zeitraum mit Ausnahme der EU, welche 1999 startete.

<b>Länder</b>	<b>Datenzeitraum</b>	<b>Inflationsziel seit:</b>
EU	1996/1 – 2010/12	Jänner 1999
Japan	1995/1 – 2010/12	–
Kanada	1995/1 – 2010/12	Februar 1991
Schweden	1995/1 – 2010/12	Jänner 1993
UK	1995/1 – 2010/12	Oktober 1992
USA	1995/1 – 2010/12	–

Die Unterscheidung ist insofern wichtig, da bei Setzung eines Inflationsziels die in einem Land zuständige Institution versucht, durch alle ihr zur Verfügung stehenden Mittel bei unerwünschten Entwicklungen gegenzusteuern und diese Beeinflussung dann auch in der Inflationsrate abgebildet ist. Die Information wie diese Beeinflussungen in der Vergangenheit aussahen, stehen jedoch nicht zur Verfügung und werden in den Berechnungen auch nicht berücksichtigt.

### 4.3 Datenaufbereitung

Die Daten für den Gold-, Erdöl- und Maispreis und den VPI können direkt verwendet werden. Die Daten für die Wechselkurse vor 1999 müssen jedoch berechnet werden da sie in ATS/ECU, ATS/Yen, ATS/Pfund, ATS/\$, ATS/Schwedischer Krone und ATS/Kanadischem Dollar vorliegen. Bei den Einheiten ist darauf zu achten, das die Umrechnung in \$-Wechselkurs folgendermaßen erfolgt:

$$1\text{USD/ECU}=(1\text{USD/ATS})\cdot 100/(100\text{ECU/ATS})$$

$$1\text{USD/JPY}=(1\text{USD/ATS})\cdot 100/(100\text{JPY/ATS})$$

$$1\text{USD/SEK}=(1\text{USD/ATS})\cdot 100/(100\text{SEK/ATS})$$

$$1\text{USD/CAD}=(1\text{USD/ATS})\cdot 1/(1\text{CAD/ATS})$$

$$1\text{USD/GBP}=(1\text{USD/ATS})\cdot 1/(1\text{GBP/ATS})$$

Da die Wechselkurse ab 1999 in EUR von der OeNB zur Verfügung gestellt werden, jedoch in USD benötigt werden, muss ebenfalls umgerechnet werden. Dies erfolgt durch:

$$1\text{USD/Fremdwährung}=[1/(\text{EUR/USD})]\cdot (\text{EUR/Fremdwährung})$$

Da für die ersten Berechnungen die jeweiligen Rostoffpreise in der jeweiligen Landeswährung verwendet werden, müssen die Rohstoffpreise, die in USD angegeben sind, mit dem Wechselkurs der anderen fünf Länder multipliziert werden.

Als Zeitraum stehen die Daten von Jänner 1995 bis Dezember 2010 zur Verfügung. Dies sind 180 Beobachtungen (für die EU nur 168). Die Daten werden mit den international gültigen Codes laut ISO 4217<sup>38</sup> wie in Tabelle 7 zu sehen ist bezeichnet:

<b>Währung</b>	<b>Land</b>
USD	USA
EUR	Euro-Zone
JPY	Japan
GBP	Großbritannien
CAD	Kanada
SEK	Schweden

38 [http://www.currency-iso.org/iso\\_index/iso\\_tables/iso\\_tables\\_a1.htm](http://www.currency-iso.org/iso_index/iso_tables/iso_tables_a1.htm)

## 5 Modell

In diesem Kapitel soll das in dieser Arbeit verwendete ökonometrische Modell inklusive der Probleme, die durch die Modellannahmen bei den Berechnungen auftreten können (Kapitel 5.1) und die zugrunde liegenden verwendeten Methoden (Kapitel 5.2) vorgestellt werden.

### 5.1 Die Modellannahmen

Die Änderung des Preises eines Produkts, sei dies ein Rohstoff oder ein Produkt für den Endverbrauch, muss immer im Kontext der Preisentwicklung anderer Güter betrachtet werden. Diese Beziehungen werden zum Beispiel in der Input-Output-Analyse beschrieben. Die strukturellen Zusammenhänge und die Transaktionsströme zwischen den verschiedenen Gütern und Sektoren zeigen auf, dass die Preise aller Güter stark voneinander abhängig sind. Trotzdem kann es in diesen Transaktionsströmen ein Gut geben, welches einen stärkeren Einfluss auf den Preis aller anderen Güter hat als alle anderen und damit als Vorläufer der Inflationsrate verwendet werden kann.

Die ausführliche Analyse Stock und Watsons (2003) im Literaturteil für den langen Zeitraum von vierzig Jahren weist darauf hin, dass keine Variable alleine vorlaufender Indikator der Inflationsrate für lange Zeiträume ist, Tkacz (2007) hingegen zeigt, dass Gold diese Bedingung für den Zeitraum von 10 Jahren erfüllt. Cheungs (2009) Ergebnisse weisen darauf hin, dass beide Aussagen korrekt sein können, da in den 70er und 80er Jahren Rohstoffpreisänderungen keine großen Auswirkungen auf das allgemeine Preisniveau hatten, dies sich jedoch ab Mitte der 90er Jahre änderte. Zusätzlich wird von Ciccarelli und Mojon (2005) gezeigt, dass rund 70 Prozent der Inflationsrate eines Landes von außen bestimmt werden und hierbei die Rohstoffe und der globale Wirtschaftszyklus Einflussfaktoren sind. Daher werden im Folgenden auf Grundlage dieser Literatur drei Rohstoffe auf ihre Eigenschaft zur Prognose der gesamtwirtschaftlichen Inflationsrate für einige ausgewählte Länder deutlich beizutragen analysiert. Dazu werden die drei Rohstoffe Gold, Öl und Mais verwendet.

Die Inflationsrate wird als lineare Funktion der Rohstoffpreise dargestellt. Vorerst sollen jeweils die einzelnen Rohstoffe separat auf ihre Erklärungskraft untersucht werden. Dazu wird das einfache Modell, **Modell I**, verwendet:

$$\pi_t = \alpha + \beta X_{j,t-k} + \varepsilon_t$$

$\pi_t$  ... Inflationsrate zum Zeitpunkt t

$X_{j,t-k}$  ... Rohstoff in heimischer Währung j zum Zeitpunkt t-k mit j=1, 2, 3 und t=1,...T

$\varepsilon_t$  ... unabhängig identisch verteilter Fehlerterm

k ... 6, 12, 18, 24 Monate

$\pi_t$  wird aus den Daten des Verbraucherpreisindex P generiert. Es werden Differenzen unter Benutzung der Verschiebung von k Monaten gebildet:

$$\pi_t = (\log P_t - \log P_{t-k}) \times 1200 / k$$

$X_{j,t}$  wird wie die Inflationsrate berechnet:

$$X_{j,t} = (\log(R_{j,t} \times E_t) - \log(R_{j,t-k} \times E_{t-k})) \times 1200 / k$$

Der jeweilige Rohstoffpreis in USD wird mit dem Wechselkurs USD/heimische Währung multipliziert. Die Verschiebung t-k, welche in Monaten definiert ist, erfolgt für Gold für vier Zeithorizonte, da durch die Studie von Tkacz Vergleichswerte vorhanden sind. Für Öl und Mais wird jedoch nur k=12 verwendet. Dies erscheint deshalb sinnvoll weil Änderungen im Jahresabstand in den wirtschaftspolitischen Diskussionen üblich sind und von den statistischen Institutionen erstellt werden. Weiters steht auch keine Vergleichsstudien wie für den Goldpreis zur Verfügung.  $X_{j,t-k}$ , die Preisänderungsrate der Rohstoffe in heimischer Währung mit Verzögerung k wird daher folgendermaßen berechnet:

$$X_{j,t-k} = (\log(R_{j,t-k} \times E_{t-k}) - \log(R_{j,t-2k} \times E_{t-2k})) \times 1200 / k$$

Die Variable R entspricht jeweils einmal dem Gold-, dem Öl- oder dem Maispreis zum Zeitpunkt t-k und t-2k in USD und E ist der Wechselkurs mit welchem die Rohstoffe multipliziert werden um damit die Rohstoffe in Landeswährung verwenden zu können.

Für die Preisänderungsrate der Rohstoffe ist die Modellannahme, dass der Wechselkurs und der Rohstoffpreis einen gleichen Effekt erzeugen sehr strikt. Diese Restriktion lässt sich sehr einfach berücksichtigen in dem die definierte Preiveränderungsrate in einheimischer Währung als unabhängige Variable verwendet wird. Zum Vergleich wird allerdings auch die unrestringierte Variante, **Modell II**, untersucht:

$$\pi_t = \alpha + \beta_1 X_{j,t-k}^{USD} + \beta_2 \dot{E}_{t-k} + \varepsilon_t$$

Die Inflationsrate setzt sich aus der Rohstoffpreisänderung in USD und der Veränderungsrate des Wechselkurses des jeweiligen Landes zusammen wobei gilt:

$$X_{j,t-k}^{USD} = (\log R_{j,t-k} - \log R_{j,t-2k}) \times 1200 / k$$

$$\dot{E}_{t-k} = (\log E_{j,t-k} - \log E_{j,t-2k}) \times 1200 / k$$

Da Stock und Watson jedoch herausgefunden haben, dass mehrere Variablen gemeinsam sehr gute Vorläufer für die Inflationsrate sind, wird ein restringiertes erweitertes Modell, **Modell III**, mit allen drei Rohstoffen formuliert:

$$\pi_t = \alpha + \beta_1 X_{1,t-k} + \beta_2 X_{2,t-k} + \beta_3 X_{3,t-k} + \varepsilon_t$$

Die Rohstoffe Gold, Öl und Mais werden wie zuvor in heimischer Währung verwendet. Dieser Ansatz ist sinnvoll, weil das Fehlen von im Modell wichtigen Variablen verzerrte Koeffizienten und eine fehlgeschätzte Varianz des Fehlerterms bewirkt, jedoch ein Modell mit zu vielen Variablen zwar ineffizient ist aber unverzerrte Koeffizienten erzeugt. Aus diesem Grund wird die Erweiterung auf mehrere Rohstoffe zusätzlich verallgemeinert indem die Effekte der Dollarpreise und des Wechselkurses in **Modell IV** separat geschätzt werden:

$$\pi_t = \alpha + \beta_1 X_{1,t-k}^{USD} + \beta_2 X_{2,t-k}^{USD} + \beta_3 X_{3,t-k}^{USD} + \dot{E}_{t-k} + \varepsilon_t$$

In den weiteren Überlegungen in dieser Arbeit ist dieses allgemeine Modell die Grundlage.

Die Daten der Rohstoffe, Wechselkurse und Inflationsraten sind Zeitreihen. Um die Zeitreihenanalyse auf die Daten anwenden zu können müssen diese auf Stationarität geprüft werden wobei schwache Stationarität gegeben ist wenn für einen stochastischen Prozess zum Zeitpunkt t gilt, dass die Varianz endlich, der Mittelwert konstant über den gesamten Zeitverlauf ist und die Autokovarianz nur von der Zeitdifferenz abhängt. Starke Stationarität ist gegeben wenn die Verteilung eines Prozesses für alle t gleich ist. Da nicht auszuschließen ist, dass die Zeitreihen trendbehaftet sind, ist zu prüfen, ob Trend- oder Differenzenstationarität vorliegt. Für die gegebenen Zeitreihen wird diese Eigenschaft durch Einheitswurzeltests überprüft. Wegen der unterschiedlichen Qualität der Tests werden drei verschiedene Tests verwendet: der ADF-, der ADF-GLS- und der KPSS-Test. Die drei Tests werden im Unterkapitel 5.2.3 hinsichtlich ihrer Funktionsweise beschrieben.

Wenn die verwendeten Zeitreihen stationär sind, kann der Ordinary Least Square-Schätzer (OLS), im Deutschen als Kleinst-Quadrat-Schätzer bezeichnet, verwendet werden. Das Ziel dieses Schätzers ist es, die Quadratsumme der Fehler des Modells zu minimieren. Das Gauß-Markoff-Theorem definiert Voraussetzungen bei welchen der Schätzer unverzerrt, konsistent und effizient ist. Wenn diese Voraussetzungen verletzt werden, so können einige oder alle gute Qualitäten (Johnston und DiNardo, 1997, S. 162) für den Schätzer nicht mehr gelten. Eine hier besonders bedeutsame Verletzung ist das Auftreten von Autokorrelation. Dazu gibt es verschiedenste Tests. Für Autokorrelation erster Ordnung wird meist der Durbin-Watson Test verwendet, für Autokorrelation höherer Ordnung kann der Breusch-Godfrey Test verwendet

werden. Da Autokorrelation bedeutet, dass die Fehlerterme nicht unabhängig sind, wird dadurch ineffizient geschätzt. Daher wird das Modell mittels OLS und heteroskedastie- und autokorrelations-konsistenten Standardfehlern neu geschätzt. Die erhaltenen Koeffizienten weisen dadurch robuste Standardfehler auf. Wenn weiterhin Autokorrelation vorhanden ist, so wird in einem ersten Schritt die Cochrane-Orcutt-Transformation zur Schätzung verwendet, da sie Autokorrelation erster Ordnung berücksichtigt. Für Autokorrelation höherer Ordnung ist es jedoch notwendig, die Dynamik des Modells entsprechend der Autokorrelationsfunktion der Residuen zu modifizieren. Ein theoretisches Modell für Autokorrelation erster Ordnung, welches in etwa der Cochrane-Orcutt-Transformation entspricht, wird in einem zweiten Schritt ähnlich dem Modell der adaptiven Erwartungen welches im Literaturkapitel kurz vorgestellt wurde entwickelt.

$$\pi_t - \pi_{t-1} = \lambda (\pi_t^* - \pi_{t-1})$$

Die Differenz zwischen den realisierten Inflationsraten zum Zeitpunkt t und t-1 ist proportional zur Differenz zwischen der erwarteten und der vergangenen Inflationsrate zum Zeitpunkt t-1. Die realisierte Inflationsrate zum Zeitpunkt t lässt sich durch Umformung als ein gewichteter Durchschnitt von der erwarteten Rate  $\pi_t^*$  und der vergangenen Rate  $\pi_{t-1}$  darstellen:

$$\pi_t = \lambda \pi_t^* + (1 - \lambda) \pi_{t-1}$$

Allerdings können keine erwarteten sondern nur realisierte Inflationsraten beobachtet werden. Daher wird Modell I adaptiert und die Hypothese vertreten, dass die Inflationserwartung durch vorlaufende Indikatoren erklärt werden kann. Es wird angenommen, dass dies wie zuvor durch eine lineare Regression zu modellieren ist.

$$\pi_t^* = \alpha_0 + \alpha_1 X_{j,t-k} + \varepsilon_t$$

Da die Rohstoffdaten mit Verzögerung berechnet wurden und zum besseren Vergleich mit den anderen Modellen wird ebenso k als Verzögerung verwendet. Damit wird die Inflationsrate zum Zeitpunkt t  $\pi_t$  im **Modell V** durch die gewichtete Rohstoffpreisentwicklung und die gewichtete Inflationsrate des Zeitpunkts t-1  $\pi_{t-1}$  beschrieben.

$$\pi_t = \lambda (\alpha_0 + \alpha_1 X_{j,t-k} + \varepsilon_t) + (1 - \lambda) \pi_{t-1}$$

**Modell VI** verallgemeinert wie bereits zuvor den restringierten Ansatz von Modell V:

$$\pi_t = \lambda (\alpha_0 + \alpha_1 X_{j,t-k}^{USD} + \dot{E}_t + \varepsilon_t) + (1 - \lambda) \pi_{t-1}$$

Diese beiden Ansätze werden wieder auf alle drei Rohstoffe erweitert (**Modell VII**):

$$\pi_t = \lambda_1 \left( \sum_{j=1}^3 \alpha_j X_{j,t-k} + \varepsilon_t \right) + (1 - \lambda) \pi_{t-1}$$

**Modell VIII:**

$$\pi_t = \lambda_1 \left( \sum_{j=1}^3 \alpha_j X_{j,t-k}^{USD} + \dot{E}_{t-k} + \varepsilon_t \right) + (1 - \lambda) \pi_{t-1}$$

Wenn weiterhin Autokorrelation auftritt, so bedeutet dies, dass die Fehler der Residuen noch Informationen über die abhängige Variable enthalten. Diese Fehlerdynamik wird durch das Hinzufügen von weiteren vergangenen Inflationsraten in das System transferiert. Die Anzahl der Verzögerungen von t bestimmen sich durch die Werte der Autokorrelationsfunktion. Daher werden weitere Modelle spezifiziert, welche die Verzögerungen und einen zusätzlichen Fehler enthalten:

$$\pi_t = \lambda_1 \left( \sum_{j=1}^3 \alpha_j X_{j,t-k} + \varepsilon_t \right) + (1 - \lambda) \pi_{t-1} + \sum_{j=2}^L \gamma_j \pi_{t-j} + u_t$$

$$\pi_t = \lambda_1 \left( \sum_{j=1}^3 \alpha_j X_{j,t-k}^{USD} + \dot{E}_{t-k} + \varepsilon_t \right) + (1 - \lambda) \pi_{t-1} + \sum_{j=2}^L \gamma_j \pi_{t-j} + u_t$$

Wenn diese Modelle in dieser Form geschätzt werden tritt jedoch das Problem auf, dass zwei Fehlerterme vorhanden sind wobei diese aber nicht identifiziert werden können. Daher entsprechen diese nicht Weißem Rauschen sondern sind noch miteinander korreliert. Daher werden beide Modelle vereinfacht indem nur ein Fehler verwendet wird wobei dieser eine Zusammenfassung der Fehler  $\varepsilon_t$  und  $u_t$  ist, da diese nicht separat zu identifizieren sind.

$$\pi_t = \lambda_1 \sum_{j=1}^3 \alpha_j X_{j,t-k} + (1 - \lambda) \pi_{t-1} + \sum_{j=2}^L \gamma_j \pi_{t-j} + \varepsilon_t^*$$

$$\pi_t = \lambda_1 \sum_{j=1}^3 \alpha_j X_{j,t-k}^{USD} + \lambda_1 \dot{E}_{t-k} + (1 - \lambda) \pi_{t-1} + \sum_{j=2}^L \gamma_j \pi_{t-j} + \varepsilon_t^*$$

Für diese beiden Modelle, **Modell IX** und **Modell X**, orientiert sich die Dynamik daran, dass in den Residuen keine Information mehr vorhanden ist. Um dies zu überprüfen wird die Autokorrelationsfunktion der Residuen für den Zeithorizont von 36 Monaten betrachtet. Wenn sich keine Autokorrelation mehr zeigt so ist das Modell zufriedenstellend spezifiziert und kann sinnvoll interpretiert werden. Dies wird im Besonderen dadurch erreicht dass so lange verzögerte Inflationsraten in die Gleichung aufgenommen werden bis die Residuen keine Autokorrelation in den Werten der vergangenen drei Jahre zeigen.



## 5.2 Die ökonomischen Grundlagen der Modellannahme

Die im Teilkapitel 5.1 verwendeten ökonomischen Begriffe werden nun genauer erklärt. Als Grundlage dienen die Lehrbücher von Johnston (1997) und Green (1990).

### 5.2.1 Schätzer

#### Das Gauß-Markoff-Theorem:

Für das lineare Standardmodell  $y=X\beta+u$  mit den Voraussetzungen

- A)  $E(u)=0$ , bzw.  $E(u_t)=0$  für  $t=1,\dots,T$
- B)  $E(uu')=\text{Var}(u)=\sigma^2 I$
- C)  $E(X'u)=0$  und  $X \dots$  txk-Marix
- D)  $r(X)=K$
- E)  $K<T$

gilt, dass der Kleinst-Quadrate-Schätzer

$$b = (X'X)^{-1} X'y$$

unverzerrt, effizient und konsistent ist.

#### Verallgemeinerter Kleinst-Quadrate-Schätzer (General Least Quares Estimator GLS):

Unter den A), C), D) und E) des Gauß-Markoff-Theorems und der veränderten Bedingung B):

$E(uu')=\text{Var}(u)=\sigma^2\Omega$  und  $\Omega$  eine symmetrische positiv definite Matrix

ist der verallgemeinerte Kleinst-Quadrate-Schätzer

$$b = (X'\Omega^{-1}X)^{-1} X'\Omega^{-1}y$$

linear, unverzerrt und konsistent. Die Varianzkovarianzmatrix ist gegeben durch:

$$\text{Var}(b_{GLS}) = (X'\Omega^{-1}X)^{-1}\sigma^2$$

Dies bedeutet, dass der GLS-Schätzer unverzerrt aber nicht mehr effizient ist.

Da  $\Omega$  normalerweise nicht bekannt ist, muss ein konsistenter Schätzer dafür gefunden werden. Dieser wird als zulässiger GLS-Schätzer (FGLS) bezeichnet. Die Schätzung aus der Stichprobe ist nicht möglich, jedoch gibt es Fälle in denen genug Informationen vorhanden sind, um die Kovarianzmatrix zu schätzen.

## 5.2.2 Verletzung der Bedingungen des Gauß-Markoff-Theorems

Die Varianzkovarianzmatrix des Fehlerterms enthält zwei starke Annahmen. Die erste Annahme sagt aus, dass die Fehler unabhängig sind, das heißt sie sind paarweise unkorreliert. Wird diese Annahme nicht erfüllt so wird dies als **Autokorrelation** bezeichnet und die Kovarianz der Fehlerterme ist ungleich Null. Bei Autokorrelation erster Ordnung sind jeweils die benachbarten Fehler von einander abhängig. Je höher die Ordnung über desto längere Zeithorizonte ist die Kovarianz der Fehler ungleich Null. Prinzipiell ist Autokorrelation ein Zeichen für ein schlecht spezifiziertes Modell. Aus der Autokovarianzfunktion:

$$\gamma_s = E[(y_t - \mu)(y_{t-s} - \mu)]$$

wird die Autokorrelationsfunktion definiert:

$$\rho_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_0} \quad s = 0, 1, 2, \dots$$

Der Kleinst-Quadrate-Schätzer ist konsistent, unverzerrt aber nicht effizient und der Varianzschätzer verzerrt. Für Berechnungen kann ein verallgemeinerte Kleinst-Quadrate-Schätzer verwendet werden. Der **Durbin-Watson** Test bietet die Möglichkeit Autokorrelation erster Ordnung zu diagnostizieren.

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^T (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T e^2}$$

Autokorrelation erster Ordnung:

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t$$

Die Nullhypothese lautet  $\rho=0$  und die Gegenhypothese dass es ungleich Null ist. Das Ergebniss der Berechnung kann mit den dU („upper“) und dL („lower“) Werten der Tabelle verglichen werden. Die Nullhypothese wird abgelehnt, wenn  $DW < dL$  oder  $DW > dU$ , sie kann nicht abgelehnt werden wenn  $dU < DW < 4-dU$ . Der Test ist unschlussig wenn  $dL < DW < dU$  oder  $4-dU < DW < dL$ .

Bei Autokorrelation erster Ordnung wird zur Berechnung eines Schätzers die **Cochrane-Orcutt-Transformation** verwendet. Sie ist äquivalent zu einer GLS-Schätzung:

$$\begin{aligned} y_t &= x_t \beta + u_t \\ \rightarrow \rho y_{t-1} &= \rho x_{t-1} \beta + \rho u_{t-1} \\ \rightarrow y_t - \rho y_{t-1} &= (x_t - \rho x_{t-1}) \beta - \underbrace{\rho u_{t-1} + u_t}_{\varepsilon_t} \end{aligned}$$

Als iterative Schätzmethode wird für  $\rho$  ein Wert angenommen und eingesetzt. Dann wird eine OLS-Schätzung durchgeführt und Beta erhalten. Dieses wird in OLS eingesetzt und ein Rho berechnet. Dies erfolgt so lange, bis ein hoher Grad an Konvergenz erreicht ist. Zu beachten ist, dass iterative Prozeduren ein Optimum erreichen, jedoch ist nicht eindeutig bestimmbar ob dies ein globales oder ein lokales Optimum ist.

Zur Diagnose von Autokorrelation in den Residuen wird die **Box-Pierce Q-Statistik**, welche die Quadrate der ersten  $p$  Autokorrelationskoeffizienten der OLS-Residuen begutachtet verwendet. Die Statistik ist definiert durch:

$$Q = n \sum_{j=1}^p r_j^2$$

wobei gilt:

$$r_j = \frac{\sum_{t=j+1}^n e_t e_{t-j}}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

Unter der Hypothese dass keine Autokorrelation der Residuen vorliegt ist  $Q$  asymptotisch  $\chi^2$  verteilt mit Freiheitsgraden  $p$  minus den geschätzten Parametern.

Die zweite Annahme für die Varianzkovarianzmatrix des Fehlerterms lautet

$$Var(u_i) = Var(u_j), i \neq j$$

Die Verletzung dieser Bedingung wird Heteroskedastie genannt. Die Konsequenz für die Qualität der OLS-Schätzung daraus ist, dass die Fehlervarianz einer OLS-Schätzung verzerrt ist und dadurch die Tests nicht korrekt sind. Der Kleinst-Quadrate-Schätzer der Koeffizienten ist linear und unverzerrt, aber nicht effizient. Die Diagnose ist durch die Analyse von Streudiagrammen oder Unterteilung der Stichproben möglich. Um trotzdem Tests durchführen zu können, werden heteroskedastie-konsistente Standardfehler eingesetzt.

Schätzer, die bei Heteroskedastie und Autokorrelation verwendet werden werden HAC, heteroskedasticity and autocorrelation consistent, genannt. Ein Beispiel dafür ist der Schätzer von Newey und West (1987) welcher mit linear abnehmenden Gewichten für die einzelnen Autokovarianzen arbeitet und den Bartlett Kernel verwendet. Des Schätzer des  $\sigma^2 \Omega$  der asymptotischen Kovarianzmatrix lautet:

$$\hat{Q}_* = S_0 + \frac{1}{n} \sum_{l=1}^L \sum_{t=l+1}^n w_l e_t e_{t-l} (x_t x'_{t-l} + x_{t-l} x'_t)$$

mit  $w_l = 1 - \frac{l}{(L+1)}$  und  $L \approx T^{1/4}$ .

### 5.2.3 Autoregressiver Prozess und Einheitswurzel

Die erklärende Variable eines autoregressiven Prozesses ist der Prozess selbst in der Zeit versetzt. Ein einfaches Beispiel dazu ist der autoregressive Prozess erster Ordnung, auch als AR(1) bezeichnet, mit unabhängig identisch verteiltem Fehlerterm:

$$y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Wenn  $y_{t-1}$  durch alle vergangenen  $y$  ersetzt wird und angenommen wird, dass der Prozess vor sehr langer Zeit begann, dann folgt daraus:

$$y_t = \alpha \frac{1 - \beta^t}{1 - \beta} + \beta^t y_0 + \sum_{i=0}^{t-1} \beta^i \varepsilon_{t-i}$$

Im Grenzfall  $t \rightarrow \infty$  für  $|\beta| < 1$  gilt:

$$y_t = \frac{\alpha}{1 - \beta} + \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \varepsilon_{t-i}$$

Dann hat die Zeitreihe  $y$  einen konstanten Erwartungswert und die Varianz ist ebenfalls konstant und unabhängig von der Zeit.

Wenn nun  $|\beta| = 1$ , dann besitzt der AR(1)-Prozess eine Einheitswurzel welche als Random Walk mit Drift bezeichnet wird:

$$y_t = \alpha + y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Die bedingte Erwartung und die bedingte Varianz von  $y$  sind von der Zeit abhängig und steigen ohne Begrenzung an. Daher sind der Erwartungswert und die Varianz von der Zeit abhängig und  $y$  ist nicht stationär. Getestet wird dies durch Tests auf Einheitswurzel. Der bekannteste Test ist der Dickey-Fuller-Test.

#### Dickey-Fuller-Test:

Verwendet wird eine trendstationäre Reihe  $y_t = \alpha + \beta t + u_t$  welche aus einem deterministischen Trend, einer Konstanten und einem Fehlerterm der Weißes Rauschen ist besteht. Dieser Fehlerterm wird jedoch ersetzt mit einem Fehlerterm der erste Ordnung autokorreliert ist,  $u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t$ . Wenn der Fehlerterm in das Modell eingesetzt wird, folgt

daraus

$$y_t = \alpha + \beta t + \rho u_{t-1} + \varepsilon_t$$

und durch Umformen und Einsetzen von  $u_{t-1}$  und weiteren Umformungen erhält man eine autoregressive Gleichung in  $y$ :

$$y_t = [(1 - \rho)\alpha + \rho\beta] + (1 - \rho)\beta t + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Nach der Subtraktion von  $y_{t-1}$  lautet die Gleichung:

$$\Delta y_t = \underbrace{[(1 - \rho)\alpha + \rho\beta]}_{\text{Konstante}} + \underbrace{(1 - \rho)\beta t}_{\text{Trend}} + \underbrace{(\rho - 1)}_{\gamma} y_{t-1} + \underbrace{\varepsilon_t}_{\text{Weißes Rauschen}}$$

Die Nullhypothese des Tests lautet nun  $\gamma = 0$ . Wird diese bestätigt, so ist eine Einheitswurzel vorhanden, wird sie verworfen, so liegt Stationarität vor. Die Teststatistik ist allerdings keine t-Verteilung sondern folgt einer von Dickey und Fuller abgeleiteten bzw. empirisch approximierten tabellierten Verteilung. Dabei werden drei verschiedene Fälle berücksichtigt: Prozesse mit deterministischem Trend und Konstante, Prozesse mit Konstante gleich Null und Prozesse mit Mittel Null ( $\alpha$  und  $\beta$  gleich Null). Die Teststatistik ist mit den kritischen Werten der publizierten Tabellen zu beurteilen. Die neueste Tabelle stammt von MacKinnon (1993).

### Augmented Dickey-Fuller-Test (ADF)

Wenn die Modellannahme nahelegt, dass für die Fehlerterme der Testgleichung Autokorrelation höherer Ordnung vorliegt, so wird der ADF-Test verwendet. Der ursprüngliche DF-Test wird mit verzögerten Differenzen der abhängigen Variable erweitert und der Koeffizient von  $y_{(t-1)}$  wird getestet. Diese Erweiterung der Differenzen erfolgt so lange, bis die Residuen Weißes Rauschen sind.

$$\Delta y_t = f(\text{const.}, \text{trend}, y_{t-1}, \Delta y_{t-1}, \dots, \Delta y_{t-p+1})$$

### ADF-GLS-Test

Elliott, Rothenberg und Stock (1996) entwickelten eine Methode, welche die Formulierung des Fehlerterms verallgemeinert. Im ersten Schritt wird eine GLS-Schätzung von  $\beta$  unter der Annahme, dass der Fehlerterm ein autoregressiver Prozess erster Ordnung ist, durchgeführt, das heißt,  $y$  wird durch  $x$  regressiert. Dann wird  $y_t^* \equiv y_t - x_t \beta_{GLS}$  definiert und die Schätzung der erweiterten Autoregression ohne Konstante ausgeführt:

$$y_t^* = \rho y_{t-1}^* + \zeta_1 (y_{t-1}^* - y_{t-2}^*) + \dots + \zeta_p (y_{t-p}^* - y_{t-p-1}^*) + \varepsilon_t$$

Der Wert des t-Tests wird mit den kritischen Werte von MacKinnon (1993) verglichen.

### KPSS-Test

Der Test wurde von Kwiatkowski, Phillips, Schmidt und Shin (1992) entwickelt und testet die

Nullhypothese Stationarität für das Modell:

$$y_t = \alpha + \beta t + \gamma \sum_{i=1}^t z_i + \varepsilon_t$$

$\varepsilon_t$  ist eine stationäre Reihe und  $z_t$  eine stationäre Reihe mit Erwartungswert Null und Varianz eins. Wenn  $\gamma=0$  dann ist für  $\beta=0$  der Prozess stationär und für  $\beta$  ungleich Null trendstationär. Gilt die Nullhypothese so kann mittels OLS (siehe Kleinst-Quadrate-Schätzung) geschätzt werden wobei  $e$  das Residuum der OLS-Schätzung ist. Die partielle Summe lautet

$$E_t = \sum_{i=1}^t e_i$$

und die KPSS-Statistik:

$$KPSS = \frac{\sum_{t=1}^T E_t^2}{T^2 \hat{\sigma}^2}$$

wobei

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{t=1}^T e_t^2}{T} + 2 \sum_{j=1}^L \left(1 - \frac{j}{L+1}\right) r_j \quad \text{und} \quad r_j = \frac{\sum_{s=j+1}^T e_s e_{s-j}}{T}$$

Wird die Nullhypothese verworfen, so ist die Reihe nicht stationär. Die verwendeten kritischen Werte sind von Sephton (1995).

### 5.2.4 Likelihood-Ratio-Test

Bei der Spezifizierung eines allgemeinen Modells können in dieses Variablen einfließen welche keinen oder kaum einen Effekt auf die abhängige Variable der Gleichung erzielen. Dies bewirkt jedoch, dass der Schätzer nicht effizient ist. Um feststellen zu können, ob dies zutrifft wird der Likelihood-Verhältnis-Test herangezogen welcher verwendet wird, wenn versucht wird die Wahrscheinlichkeit, dass die Nullhypothese akzeptiert wird obwohl sie nicht korrekt ist, so klein wie möglich zu halten.

Dieser Test vergleicht hier das allgemeine Modell mit einem Modell, in dem Variablen welche im allgemeinen Modell noch enthalten sind nicht mehr mit einbezogen werden. Das heißt, die Nullhypothese lautet, die Restriktion ist korrekt. Daher werden für beide Modelle Likelihoodfunktionen berechnet.

Die Likelihoodfunktion für das allgemeine Modell wird mit  $L(\hat{\beta}, \hat{\sigma}^2)$  und jene für das restringiert Modell mit  $L(\tilde{\beta}, \tilde{\sigma}^2)$  bezeichnet. Wenn die Restriktion zu Recht ausgeführt wurde, dann wird angenommen, dass die Likelihoodfunktion der restringierten Variante nahe am

allgemeinen Modell liegt. Daher wird das Verhältnis der beiden definiert als:

$$\lambda = \frac{L(\tilde{\beta}, \tilde{\sigma}^2)}{L(\hat{\beta}, \hat{\sigma}^2)}$$

Dieses Verhältnis kann für den Test für große Stichproben folgendermaßen verwendet werden:

$$LR = -2 \ln \lambda = 2 \left[ \ln L(\hat{\beta}, \hat{\sigma}^2) - \ln L(\tilde{\beta}, \tilde{\sigma}^2) \right] \overset{a}{\sim} \chi^2(q)$$

Das Ergebnis des LR wird mit der Tabelle der  $\chi^2$ -Verteilung verglichen. Liegt das Ergebnis über dem Wert des gewünschten Signifikanzniveaus wurde zu unrecht restringiert.

## 6 Empirische Ergebnisse

Für die Berechnungen wurde das Programm Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library (GRET) verwendet. Es ist eine freie Software für ökonomische Aufgabenstellungen.

### 6.1 Einheitswurzeltests

Die Ergebnisse der Einheitswurzeltests werden als erstes präsentiert. Dabei wird im Besonderen auf die unterschiedlichen Ergebnisse des ADF-Tests, des ADF-GLS-Tests und des KPSS-Tests aufmerksam gemacht. Die Ergebnisse dieser Tests sind in der Tabellen 8 für die Inflationsrate, in Tabelle 9 für Gold, in Tabelle 10 für Öl und in Tabelle 11 für Mais aufgelistet.

Die Tests wurden mit Konstante durchgeführt und die Lags entsprechen den  $k$  welche bei der Berechnung der jeweiligen Zeitreihen verwendet wurden. Bei der Beurteilung der Ergebnisse ist zu beachten, dass für die ADF- und ADF-GLS-Tests gilt, dass die Nullhypothese der Nichtstationarität verworfen wird, wenn der  $p$ -Wert der Teststatistik kleiner ist als das gewählte Signifikanzniveau. Für den KPSS-Test gilt, dass die Nullhypothese der Stationarität verworfen wird, wenn das Ergebnis größer ist als der angegebene kritische Wert.

#### 6.1.1 Inflationsrate

In Tabelle 8 sind die Ergebnisse der drei Tests aufgelistet. Es wurde getrennt nach Ländern und Zeithorizonten gerechnet und als Signifikanzniveau wird 10 Prozent gewählt.

Für die USA wird für den Zeithorizont  $k=6$  für alle drei Testarten die Nichtstationarität verworfen, für  $k=12$  gilt dies für den ADF-GLS und den KPSS-Test und für  $k=18$  und 24 nur der KPSS-Test.

Die Eurozone und Schweden weisen bei den Einheitswurzeltests der Inflationsrate sehr unterschiedliche Ergebnisse auf. Der ADF-Test bestätigt für alle Zeithorizonte die Nullhypothese der Nichtstationarität, der ADF-GLS-Test weist für  $k=6, 12$  und 18 Stationarität auf und der KPSS-Test verwirft die Nichtstationarität sehr eindeutig für alle vier Zeitreihen.

Japan weist für  $k=6$  für alle Tests Stationarität auf. Für  $k=12, 18$  und 24 weisen die Ergebnisse von ADF-GLS- und KPSS-Test auf Stationarität hin.

Die Zeitreihe  $k=6$  für Kanada und Großbritannien ergibt in allen drei Tests Stationarität, für  $k=12$  und 18 weisen dies ADF-GLS-Test und KPSS-Test auf und für  $k=24$  gibt der KPSS-Test Stationarität an.

### 6.1.2 Gold

Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 aufgelistet. Für die USA und Kanada ist die Zeitreihe mit dem Zeithorizont von  $k=6$  laut ADF und ADF-GLS-Test stationär und jene für  $k=24$  laut KPSS-Test.

Die Eurozone hat für  $k=6$  aufgrund des ADF-GLS-Tests eine stationäre Zeitreihe und für  $k=12$  durch den ADF-GLS- und dem KPSS-Test. Für  $k=18$  und  $24$  ergibt die Berechnung mit dem KPSS-Test dass die Nullhypothese der Stationarität angenommen werden kann.

Für Japan sind alle vier Zeitreihen laut KPSS-Test stationär. Für  $k=6$  wird dieses Ergebnis auch von den anderen beiden Tests bestätigt.

Großbritannien hat nur für  $k=24$  aufgrund des Ergebnisses des KPSS-Tests eine stationäre Zeitreihe.

Für Schweden weist der ADF-Test für  $k=6$  und der KPSS-Test für  $k=24$  Stationarität auf.

### 6.1.3 Öl und Mais

Wie in Tabelle 10 zu sehen ist ergeben alle Testreihen für Öl für alle Länder Stationarität. Die Einheitswurzeltests für Mais laut Tabelle 11 ergaben für alle Länder für den ADF-Test nur nichtstationäre Zeitreihen. In eindeutigem Widerspruch dazu stehen die Ergebnisse des ADF-GLS- und des KPSS-Tests welche beide für alle Zeitreihen für alle Länder Stationarität ergeben.

Die Ergebnisse der Tests bieten ein sehr gemischtes Bild und zeigen Widersprüche auf. Auffällig ist, dass für Öl die Ergebnisse sehr eindeutig stationär sind und bei Gold die Tests sehr unterschiedliche Aussagen treffen. Mais und die Inflationsrate weisen für die meisten Zeitreihen bei zumindest zwei Tests Stationarität auf.

Aufgrund des nicht einheitlichen Bildes der Ergebnisse für Gold wird die Annahme getroffen, dass die starken Schwankungen in den Daten zwischen 2008 und 2010 der Grund sein könnten. Daher wurde ein eingeschränkter Zeitraum für die Einheitswurzeltests für  $k=6$  für alle Länder verwendet: 1995/7 bis 2007/12. Es zeigt sich, dass immer mindestens einer der Tests die Nichtstationarität verwirft.

Daher ist es nicht notwendig, zusätzlich Differenzen zu bilden sondern kann angenommen werden, dass die verwendeten Zeitreihen bis auf Gold eindeutig stationär sind und für Gold die Stationarität sehr stark von der Zeitperiode abhängig ist.

**Tabelle 8**  
**Einheitswurzeltests für die Inflationsrate über 6, 12, 18 und 24 Monate**

Währung	E*	StA**	ADF			ADF-GLS			KPSS***
			$\rho - 1$	t	P-Wert von t	$\rho - 1$	t	P-Wert von t	
USD									
6	1,03	0,97	-0,15	-3,24	0,018	-0,14	-3,11	0,000	0,090
12	1,04	0,53	0,00	-1,97	0,300	-0,06	-1,86	0,060	0,112
18	1,04	0,44	0,00	-1,24	0,660	0,00	-0,96	0,301	0,104
24	1,04	0,34	0,00	-1,77	0,398	0,00	-1,55	0,114	0,109
EUR									
6	0,82	0,52	0,00	-2,36	0,153	-0,09	-2,14	0,031	0,135
12	0,83	0,33	0,00	-2,54	0,110	-0,08	-2,49	0,012	0,141
18	0,83	0,28	0,00	-1,79	0,387	0,00	-1,60	0,102	0,157
24	0,84	0,22	0,00	-2,03	0,280	0,00	-0,82	0,360	0,168
JPY									
6	-0,03	0,64	-0,13	-2,60	0,092	-0,08	-2,03	0,040	0,163
12	-0,03	0,41	0,00	-2,14	0,228	-0,06	-2,03	0,040	0,184
18	-0,03	0,37	0,00	-2,11	0,241	-0,07	-2,12	0,033	0,177
24	-0,02	0,30	0,00	-2,00	0,285	0,00	-1,65	0,094	0,166
CAD									
6	0,82	0,78	-0,25	-3,87	0,002	-0,14	-2,95	0,003	0,088
12	0,83	0,39	0,00	-2,42	0,135	-0,10	-2,21	0,026	0,161
18	0,83	0,33	0,00	-1,88	0,340	-0,08	-1,73	0,079	0,174
24	0,83	0,25	0,00	-1,83	0,366	0,00	-1,49	0,130	0,172
GBP									
6	0,82	0,78	-0,24	-6,55	0,000	-0,14	-2,95	0,000	0,088
12	0,83	0,39	0,00	-2,42	0,135	-0,10	-2,21	0,026	0,161
18	0,83	0,33	0,00	-1,88	0,340	-0,08	-1,73	0,079	0,174
24	0,83	0,25	0,00	-1,83	0,366	0,00	-1,49	0,130	0,172
SEK									
6	0,51	0,69	0,00	-2,49	0,118	-0,06	-1,86	0,061	0,233
12	0,50	0,51	0,00	-2,14	0,230	-0,06	-2,10	0,034	0,227
18	0,50	0,43	0,00	-1,65	0,460	0,00	-1,63	0,100	0,222
24	0,51	0,37	0,00	-1,37	0,598	0,00	-0,54	0,484	0,206

\* E ... Erwartungswert

\*\* StA ... Standardabweichung

\*\*\* Kritische Werte für KPSS-Teststatistik für 10, 5 und 1 % sind 0,349, 0,464 und 0,738

**Tabelle 9**  
**Einheitswurzeltests für die Änderungsrate von Gold über 6, 12, 18 und 24 Monate**

Währung	E*	StA**	ADF			ADF-GLS			KPSS***
			$\rho - 1$	t	P-Wert von t	$\rho - 1$	t	P-Wert von t	
USD									
6	3,41	8,54	0,12	-2,61	0,091	-0,11	-2,55	0,010	1,272
12	3,35	6,39	-0,03	-1,16	0,695	-0,03	-1,07	0,256	1,057
18	3,27	5,61	-0,03	-1,21	0,670	-0,01	-0,16	0,517	0,849
24	3,22	5,25	-0,03	-1,37	0,597	0,00	0,13	0,723	0,680
EUR									
6	3,21	7,91	0,00	-2,36	0,153	-0,07	-1,73	0,079	0,804
12	2,64	5,08	-0,08	-2,01	0,280	-0,07	-1,90	0,054	0,631
18	0,35	0,64	-0,04	-1,11	0,713	-0,02	-0,68	0,421	0,575
24	1,90	3,64	-0,03	-1,11	0,713	0,01	0,39	0,795	0,494
JPY									
6	2,80	9,23	-0,15	-3,05	0,030	-0,11	-2,52	0,011	0,499
12	2,43	6,67	-0,05	-1,70	0,431	-0,02	-0,89	0,329	0,480
18	0,37	0,85	-0,04	-1,39	0,591	-0,02	-0,99	0,291	0,501
24	2,40	5,06	-0,03	-1,32	0,623	-0,02	-0,98	0,294	0,495
CAD									
6	2,28	7,59	-0,15	-2,66	0,081	-0,13	-2,50	0,012	1,050
12	2,16	5,00	-0,04	-1,22	0,669	-0,04	-1,26	0,192	0,983
18	0,30	0,67	-0,01	-0,44	0,900	-0,02	-0,58	0,467	0,745
24	1,61	3,62	-0,02	-0,53	0,883	-0,02	-1,06	0,261	0,505
GBP									
6	3,14	9,20	-0,07	-1,78	0,391	-0,04	-1,18	0,219	1,324
12	2,62	6,55	-0,03	-1,14	0,702	-0,01	-0,60	0,459	1,022
18	0,33	0,87	-0,00	-0,11	0,947	0,01	0,44	0,808	0,795
24	1,56	4,56	0,01	0,61	0,979	-0,01	-0,26	0,592	0,578
SEK									
6	3,01	8,31	-0,14	-2,63	0,087	-0,06	-1,48	0,130	1,047
12	2,65	5,61	-0,05	-1,59	0,489	-0,01	-0,39	0,543	0,944
18	0,34	0,72	-0,02	-0,75	0,833	0,01	0,32	0,778	0,765
24	1,82	3,86	-0,01	-0,25	0,930	-0,02	-0,87	0,338	0,546

\* E ... Erwartungswert

\*\* StA ... Standardabweichung

\*\*\* Kritische Werte für KPSS-Teststatistik für 10, 5 und 1 % sind 0,349, 0,464 und 0,738

**Tabelle 10**  
**Einheitswurzeltests für die Änderungsrate von Öl für 12 Monate**

Währung	E*	StA**	ADF			ADF-GLS			KPSS***
			$\rho - 1$	t	P-Wert von t	$\rho - 1$	t	P-Wert von t	
USD	4,43	15,78	-0,14	-3,07	0,029	-0,14	-3,09	0,002	0,065
EUR	4,34	15,60	-0,15	-3,34	0,013	-0,15	-3,35	0,001	0,039
JPY	4,23	15,43	-0,14	-2,96	0,038	-0,13	-2,88	0,004	0,071
CAD	3,59	13,56	-0,16	-3,32	0,014	-0,15	-3,32	0,001	0,049
GBP	4,49	14,69	-0,15	-3,33	0,014	-0,15	-3,33	0,001	0,067
SEK	4,46	14,14	-0,15	-3,31	0,015	-0,13	-3,01	0,003	0,045

\* E ... Erwartungswert  
\*\* StA ... Standardabweichung  
\*\*\* Kritische Werte für KPSS-Teststatistik für 10, 5 und 1 % sind 0,349, 0,464 und 0,738

**Tabelle 11**  
**Einheitswurzeltests für die Änderungsrate von Mais für 12 Monate**

Währung	E*	StA**	ADF			ADF-GLS			KPSS***
			$\rho - 1$	t	P-Wert von t	$\rho - 1$	t	P-Wert von t	
USD	1,04	0,53	-0,07	-1,97	0,301	-0,06	-1,86	0,060	0,112
EUR	0,83	0,33	-0,09	-2,54	0,105	-0,08	-2,49	0,012	0,141
JPY	0,03	0,41	-0,07	-2,14	0,228	-0,06	-2,03	0,040	0,184
CAD	0,32	0,39	-0,09	-2,15	0,226	-0,02	-1,12	0,024	0,108
GBP	0,83	0,39	-0,12	-2,42	0,136	-0,10	-2,21	0,026	0,161
SEK	0,50	0,51	-0,07	-2,14	0,231	-0,06	-2,10	0,034	0,227

\* E ... Erwartungswert  
\*\* StA ... Standardabweichung  
\*\*\* Kritische Werte für KPSS-Teststatistik für 10, 5 und 1 % sind 0,349, 0,464 und 0,738

## 6.2 Resultate der Modelle für 12 Monate für die einzelnen Länder

Für Modell I bis IV und für ihre adaptiven Erweiterungen gelten für alle Länder, dass die Ergebnisse hohe Residuenautokorrelation aufweisen. Daher muss angenommen werden, dass die Spezifikation dieser Modelle noch nicht ausreichend erfolgte da die vorhandene Dynamik, wenn sie nicht berücksichtigt wird, den Schätzer verzerrt und dies ein entscheidendes Problem für die Fragestellung bedeutet. Daher beziehen sich die Ergebnisse der Tabellen und die Graphiken der Autokorrelationsfunktionen der Residuen auf das Modell IX und X, welche versuchen, durch Hinzunahme von zusätzlichen vergangenen Inflationsraten dieses Problem zu beheben. Die Berechnungen verwenden nur die Daten für  $k=12$ .

### 6.2.1 USA

Modell IX USD: KQ, benutze die Beobachtungen 1999:02-2010:12 (T = 143)

Abhängige Variable: Pi\_USD

HAC Standardfehler, Bandbreite 3 (Bartlett-Kern)

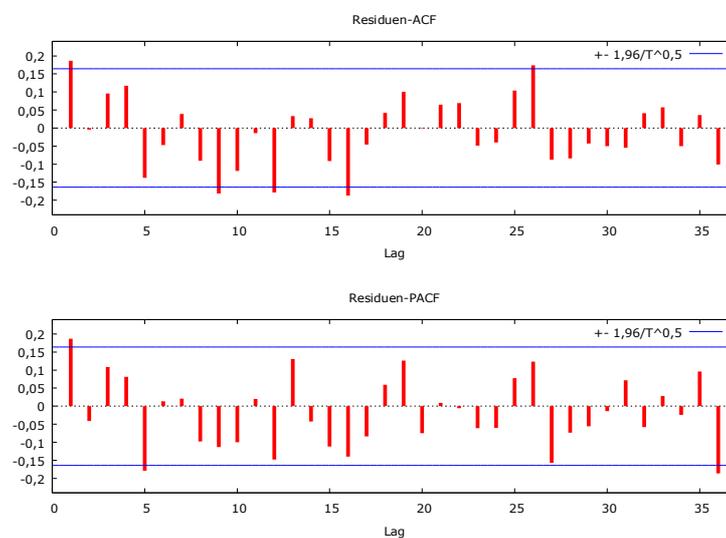
	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>p-Wert</i>	
const	0,264843	0,131706	2,0109	0,04639	**
Pi_USD_t-1	1,04209	0,0762485	13,6670	<0,00001	***
Gold_USD	-0,000202517	0,00267126	-0,0758	0,93968	
Mais_USD	0,00261122	0,00168096	1,5534	0,12274	
Öl_USD	0,0063755	0,00184872	3,4486	0,00076	***
Pi_USD_t-2	-0,282778	0,0648637	-4,3596	0,00003	***
Pi_USD_t-6	0,0874407	0,0322858	2,7083	0,00767	***
Pi_USD_t-12	-0,748912	0,0963745	-7,7708	<0,00001	***
Pi_USD_t-13	0,779189	0,0787628	9,8929	<0,00001	***
Pi_USD_t-24	-0,562606	0,113414	-4,9606	<0,00001	***
Pi_USD_t-25	0,52538	0,101113	5,1960	<0,00001	***
Pi_USD_t-36	-0,126661	0,0524507	-2,4149	0,01712	**
Mittel d. abh. Var.	1,054443	Stdabw. d. abh. Var.		0,574690	
Summe d. quad. Res.	2,421456	Stdfehler d. Regress.		0,135957	
R-Quadrat	0,948368	Korrigiertes R-Quadrat		0,944032	
F(11, 131)	345,6827	P-Wert(F)		4,92e-91	
Log-Likelihood	88,70279	Akaike-Kriterium		-153,4056	
Schwarz-Kriterium	-117,8514	Hannan-Quinn-Kriterium		-138,9581	
rho	0,188731	Durbin-Watson-Stat		1,613631	

Es ist zu sehen, dass Öl einen hochsignifikanten Beitrag zur Inflationsrate der USA leistet, Mais und Gold jedoch einzeln getestet keinen Beitrag leisten. Daher wird ein Modell geschätzt, welches weder Mais noch Gold enthält. Dieses weist für Öl und die Inflationsraten durchgängig signifikante Werte auf. Um beurteilen zu können, ob die Restriktion zu Recht erfolgte, wird der Likelihood Ratio Test verwendet. Der Test ergibt, dass die beiden Variablen zu Recht aus der Gleichung genommen worden sind, da sie scheinbar auch gemeinsam keine erklärende Kraft

besitzen. Dies passt auch zu der Tatsache, dass der Koeffizient von Öl nur auf 0,00642216 steigt, also fast gleich bleibt.

Die Stabilität des Modells kann untersucht werden, in dem überprüft wird, ob die Summe der Koeffizienten der Verzögerungen der abhängigen Variable kleiner eins ist. Dies trifft mit einem Mittelwert von 0,715 zu.

Für die USA wurde zusätzlich zur Inflationsrate des vergangenen Monats noch sieben weitere vergangene Inflationsraten in das Modell aufgenommen. Der gewählte Erwartungshorizont  $k=12$  prägt die Autokorrelationsfunktion der Residuen. Nur die Inflationsraten für  $t-2$  und  $t-6$  entsprechen nicht dieser Wiederholung.



In der Graphik sind die Autokorrelationsfunktion und die partielle Autokorrelationsfunktion der Residuen dargestellt. Die Box-Pierce-Statistik, kurz auch Q-Statistik genannt, welche testet, ob alle Autokorrelationskoeffizienten einer Variable bis zu einer bestimmten Verzögerung gleich null sind, zeigt für die USA jedoch auf, dass für die Verzögerung  $t-1$ ,  $t-5$  und ab  $t-9$  bis  $t-36$  diese Nullhypothese verworfen werden muss. Das heißt, dass in den Residuen noch weitere Dynamik enthalten ist. Daher wurde noch weiter untersucht und festgestellt, dass bei zusätzlicher Erweiterung der Verzögerung mit  $t-3$ ,  $t-5$ ,  $t-14$ ,  $t-15$ ,  $t-23$  und dem Streichen von  $t-36$  die Q-Statistik der Autokorrelationskoeffizienten angibt, dass diese gleich Null ist. Dies bedeutet für die USA eine sehr starke Abhängigkeit von der vergangenen Inflationsrate.

## 6.2.2 Eurozone

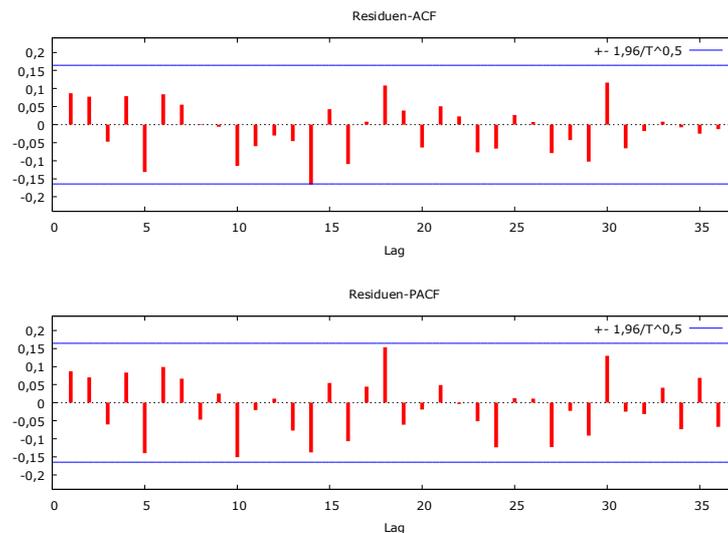
Modell IX Eurozone: KQ, benutze die Beobachtungen 1999:03-2010:12 (T = 142)

Abhängige Variable: Pi\_EUR

	HAC Standardfehler, Bandbreite 3 (Bartlett-Kern)				
	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>p-Wert</i>	
const	0,100496	0,0485759	2,0688	0,04050	**
Pi_EUR_t-1	0,981625	0,0262523	37,3920	<0,00001	***
Gold_EUR	0,000922794	0,00158972	0,5805	0,56258	
Mais_EUR	-0,000375616	0,00101006	-0,3719	0,71058	
Öl_EUR	0,000770218	0,000688692	1,1184	0,26542	
Pi_EUR_t-12	-0,776712	0,0882008	-8,8062	<0,00001	***
Pi_EUR_t-13	0,725292	0,0793203	9,1438	<0,00001	***
Pi_EUR_t-24	-0,481985	0,0840309	-5,7358	<0,00001	***
Pi_EUR_t-25	0,432709	0,0783624	5,5219	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	0,867537	Stdabw. d. abh. Var.	0,340504		
Summe d. quad. Res.	0,994448	Stdfehler d. Regress.	0,086470		
R-Quadrat	0,939170	Korrigiertes R-Quadrat	0,935511		
F(8, 133)	268,7329	P-Wert(F)	3,54e-78		
Log-Likelihood	150,7698	Akaike-Kriterium	-283,5395		
Schwarz-Kriterium	-256,9371	Hannan-Quinn-Kriterium	-272,7294		
rho	0,089228	Durbin-Watson-Stat	1,799936		

Für die Eurozone zeigt sich für keinen der Rohstoffe ein signifikanter Koeffizient. Daher werden alle drei Rohstoffe aus dem Modell entnommen. Die neue Schätzung weist für alle verzögerten Inflationsraten Signifikanz zum ein-Prozent-Niveau auf. Der Likelihood-Ratio-Test, in der Folge als LR abgekürzt, ergibt 1,2934 und liegt deutlich unter dem Wert der  $\chi^2_3$ -Verteilung von 7,815. Daher wird die Nullhypothese, dass die Restriktion nicht abzulehnen ist, angenommen. Die drei Rohstoffe dürften auch gemeinsam für die Eurozone keine erklärende Kraft besitzen. Zusätzlich ist das Modell stabil, da die Koeffizienten der Inflationsraten summiert eindeutig unter eins liegen.

Die Q-Statistik zeigt für die Eurozone für Modell IX und das dazu restringierte Modell keine signifikanten Werte auf. Daher dürfte auch keine Autokorrelation mehr vorliegen und somit die Spezifikation von Modell IX zutreffend sein.



Modell X, Eurozone: KQ, benutze die Beobachtungen 1999:03-2010:12 (T = 142)

Abhängige Variable: Pi\_EUR

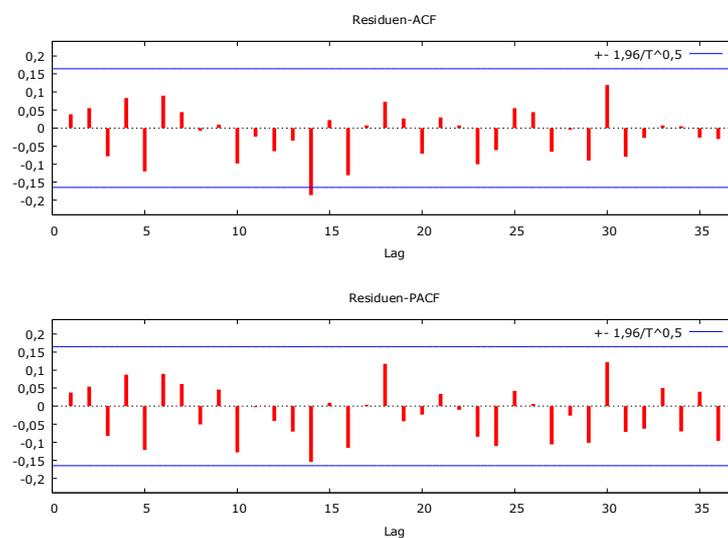
HAC Standardfehler, Bandbreite 3 (Bartlett-Kern)

	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>p-Wert</i>	
const	0,258132	0,0750526	3,4393	0,00078	***
Gold_USD	0,00232341	0,00198015	1,1734	0,24277	
Öl_USD	0,000394074	0,000615906	0,6398	0,52339	
Mais_USD	8,31848e-05	0,00077966	0,1067	0,91519	
WK_EUR_k12	-0,00538255	0,00215858	-2,4936	0,01388	**
Pi_EUR_t-1	0,930679	0,0325423	28,5990	<0,00001	***
Pi_EUR_t-12	-0,743564	0,0796113	-9,3399	<0,00001	***
Pi_EUR_t-13	0,643759	0,075017	8,5815	<0,00001	***
Pi_EUR_t-24	-0,491213	0,0779747	-6,2997	<0,00001	***
Pi_EUR_t-25	0,349062	0,0734074	4,7551	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	0,867537	Stdabw. d. abh. Var.	0,340504		
Summe d. quad. Res.	0,929719	Stdfehler d. Regress.	0,083925		
R-Quadrat	0,943130	Korrigiertes R-Quadrat	0,939252		
F(9, 132)	350,6861	P-Wert(F)	1,35e-87		
Log-Likelihood	155,5485	Akaike-Kriterium	-291,0969		
Schwarz-Kriterium	-261,5386	Hannan-Quinn-Kriterium	-279,0856		
rho	0,038618	Durbin-Watson-Stat	1,905285		

Wenn das Modell X, welches als allgemeines Modell für drei Rohstoffe in USD und Wechselkurs konzipiert ist, betrachtet wird, so zeigt sich für den Wechselkurs Signifikanz am fünf-Prozent-Niveau. Um zu sehen, ob die Rohstoffe tatsächlich keinen Beitrag zum Modell leisten können, wird restringiert. Dies erfolgt in einem ersten Schritt sehr radikal und es werden alle drei Rohstoffe und der Wechselkurs entnommen. Das Ergebnis des LR zeigt jedoch deutlich, dass zu Unrecht so strikt restringiert wurde. In einem zweiten Schritt werden nur die Rohstoffe entnommen. Das Ergebnis des LR liegt mit rund 2,4 deutlich unter dem Wert der  $\chi^2_3$ -Verteilung

von 7,815. Daher ist die Restriktion, das Modell ohne Rohstoffe zu verwenden durchaus korrekt. Der Effekt des Wechselkurses steigt sogar auf das ein-Prozent-Niveau und der Koeffizient fällt auf  $-0,00605987$ . Das negative Vorzeichen des Wechselkurses bewirkt bei steigendem Wechselkurs, dass die Preise der importierten Waren billiger werden und dies die Inflation dämpft.

Das Modell ist stabil. Für die Autokorrelation zeigt wie im Modell IX die Q-Statistik keine signifikanten Werte auf. Daher dürften mit den fünf verzögerten Inflationsraten alle notwendigen Variablen gefunden worden sein. Die Rohstoffpreisänderungen in USD können hier allerdings keinen Beitrag zur Inflationsentwicklung liefern.



### 6.2.3 Japan

Modell IX, Japan: KQ, benutze die Beobachtungen 1998:03-2010:12 (T = 154)

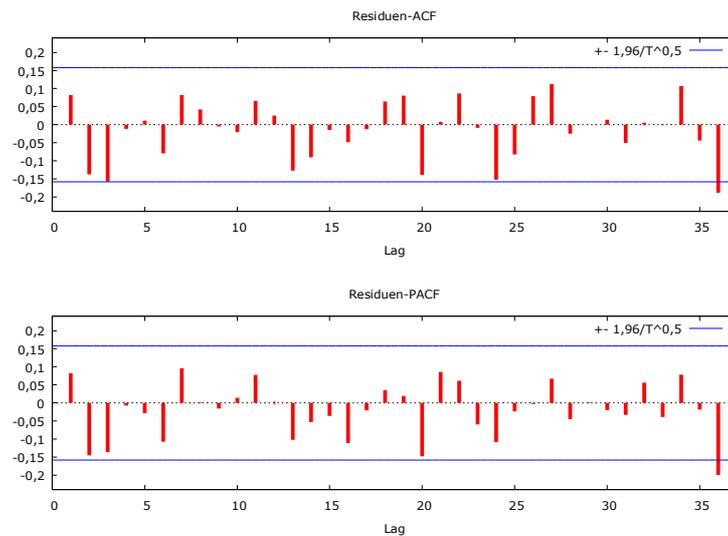
Abhängige Variable: Pi\_JPY

HAC Standardfehler, Bandbreite 4 (Bartlett-Kern)

	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>p-Wert</i>	
const	-0,0286614	0,011393	-2,5157	0,01297	**
Pi_JPY_t-1	0,931077	0,025919	35,9226	<0,00001	***
Gold_JPY	0,00203399	0,00137636	1,4778	0,14163	
Mais_JPY	0,00226482	0,000920256	2,4611	0,01503	**
Öl_JPY	0,00214744	0,000671611	3,1974	0,00170	***
Pi_JPY_t-12	-0,576309	0,120709	-4,7744	<0,00001	***
Pi_JPY_t-13	0,58912	0,116264	5,0671	<0,00001	***
Pi_JPY_t-24	-0,209852	0,0920141	-2,2807	0,02403	**
Pi_JPY_t-25	0,177281	0,0913833	1,9400	0,05432	*
Mittel d. abh. Var.	-0,111035	Stdabw. d. abh. Var.		0,354173	
Summe d. quad. Res.	1,751701	Stdfehler d. Regress.		0,109912	
R-Quadrat	0,908728	Korrigiertes R-Quadrat		0,903692	
F(8, 145)	231,9046	P-Wert(F)		1,30e-78	
Log-Likelihood	126,1636	Akaike-Kriterium		-234,3272	
Schwarz-Kriterium	-206,9946	Hannan-Quinn-Kriterium		-223,2247	
rho	0,082170	Durbin-Watson-Stat		1,799725	

Für Japan zeigt sich für das restriktive Modell ein anderes Bild als für die Eurozone. Öl und die Inflationsraten t-1, t-12 und t-13 sind zum ein-Prozent-Niveau signifikant, Mais und die Inflationsrate t-24 zum fünf-Prozent-Niveau und die Inflationsrate t-25 zum zehn-Prozent-Niveau. Gold kann mit einem p-Wert von 0,14 keinen signifikanten Beitrag leisten. Wenn Gold aus der Gleichung herausgenommen wird, verringert sich die Signifikanz von Mais auf das ein-Prozent-Niveau. Gleichzeitig sagt auch der LR-Test, dass die Restiktion zu Recht durchgeführt wurde. Die Koeffizienten der beiden Rohstoffe haben sich leicht geändert. Für Mais ist er leicht gestiegen und für Öl leicht gesunken.

Das Modell ist stabil, jedoch zeigt für die Autokorrelationsfunktion der Verzögerung t-3 die Q-Statistik einen signifikanten Wert auf. Daher ist noch Autokorrelation in den Residuen vorhanden. Diese wird durch zwei zusätzliche Verzögerungen t-3 und t-4 eliminiert.



Modell X, Japan: KQ, benutze die Beobachtungen 1998:03-2010:12 (T = 154)

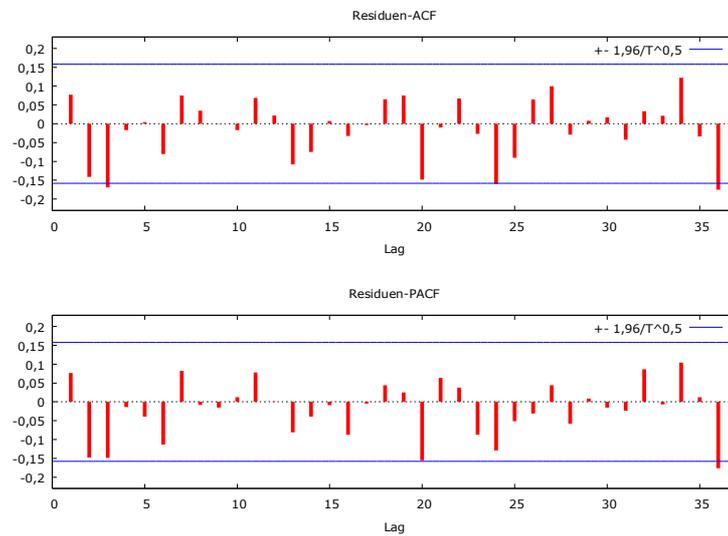
Abhängige Variable: Pi\_JPY

HAC Standardfehler, Bandbreite 4 (Bartlett-Kern)

	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>p-Wert</i>	
const	-0,0285167	0,0117752	-2,4218	0,01669	**
Gold_USD	0,000471106	0,001492	0,3158	0,75265	
Öl_USD	0,0018432	0,000665274	2,7706	0,00633	***
Mais_USD	0,00340345	0,00108002	3,1513	0,00198	***
WK_JPY_k12	0,00185772	0,00209822	0,8854	0,37743	
Pi_JPY_t-1	0,925222	0,023299	39,7108	<0,00001	***
Pi_JPY_t-12	-0,561214	0,121808	-4,6074	<0,00001	***
Pi_JPY_t-13	0,581581	0,118154	4,9222	<0,00001	***
Pi_JPY_t-24	-0,212154	0,0926625	-2,2895	0,02350	**
Pi_JPY_t-25	0,166251	0,0911764	1,8234	0,07032	*
Mittel d. abh. Var.	-0,111035	Stdabw. d. abh. Var.		0,354173	
Summe d. quad. Res.	1,748631	Stdfehler d. Regress.		0,110197	
R-Quadrat	0,908888	Korrigiertes R-Quadrat		0,903193	
F(9, 144)	284,2300	P-Wert(F)		5,24e-87	
Log-Likelihood	126,2986	Akaike-Kriterium		-232,5973	
Schwarz-Kriterium	-202,2278	Hannan-Quinn-Kriterium		-220,2613	
rho	0,076738	Durbin-Watson-Stat		1,809589	

Wenn das allgemeine Modell für drei Rohstoffe und Wechselkurs betrachtet wird, so ist das Ergebnis sehr ähnlich zum restringierten Modell. Gold und der Wechselkurs sind nicht signifikant, Öl, Mais und die Inflationsrate zum Zeitpunkt t-1, t-12, und t-13 sind am ein-Prozent-Niveau, t-24 am fünf-Prozent-Niveau und t-25 am zehn-Prozent-Niveau signifikant. Wenn nun Gold und der Wechselkurs aus der Gleichung genommen werden so zeigt sich durch den LR-Test, dass auch beide gemeinsam keine Aussagekraft besitzen. Der Koeffizient von Öl ist geringfügig gesunken und jener von Mais leicht gestiegen. Die Summe der Koeffizienten der

verzögerten Inflationsraten zeigt, dass das Modell stabil ist, da das Ergebnis bei rund 0,89 liegt. Die Q-Statistik zeigt für das allgemeine Modell ebenfalls für t-3 Autokorrelation auf. Diese wird ebenso wie im restringierten Fall mit Hinzunahme der Zeithorizonte t-3 und t-4 aus der Statistik entfernt.



## 6.2.4 Kanada

Modell IX, Kanada: KQ, benutze die Beobachtungen 1999:03-2010:12 (T = 142)

Abhängige Variable: Pi\_CAD

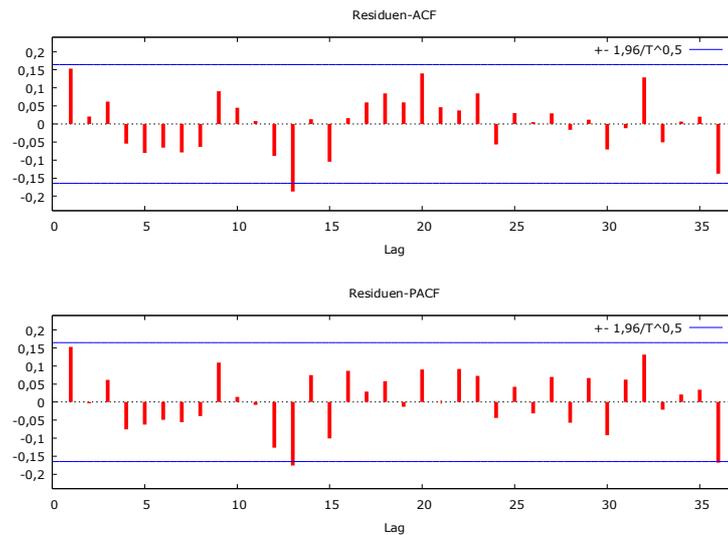
HAC Standardfehler, Bandbreite 3 (Bartlett-Kern)

	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>p-Wert</i>	
const	0,185324	0,0685498	2,7035	0,00778	***
Pi_CAD_t-1	0,791648	0,0522576	15,1490	<0,00001	***
Gold_CAD	-0,00459191	0,00256597	-1,7895	0,07586	*
Mais_CAD	0,00374885	0,00152663	2,4556	0,01538	**
Öl_CAD	0,00471823	0,00120975	3,9002	0,00015	***
Pi_CAD_t-11	0,14962	0,060607	2,4687	0,01486	**
Pi_CAD_t-12	-0,895529	0,102971	-8,6969	<0,00001	***
Pi_CAD_t-13	0,747266	0,0793562	9,4166	<0,00001	***
Pi_CAD_t-24	-0,512887	0,0790534	-6,4879	<0,00001	***
Pi_CAD_t-25	0,547481	0,0921274	5,9427	<0,00001	***
Pi_CAD_t-36	-0,302693	0,0699124	-4,3296	0,00003	***
Pi_CAD_t-37	0,25479	0,0809762	3,1465	0,00205	***
Mittel d. abh. Var.	0,891306	Stdabw. d. abh. Var.		0,405102	
Summe d. quad. Res.	2,856472	Stdfehler d. Regress.		0,148232	
R-Quadrat	0,876553	Korrigiertes R-Quadrat		0,866107	
F(11, 130)	92,29072	P-Wert(F)		7,37e-56	
Log-Likelihood	75,85374	Akaike-Kriterium		-127,7075	
Schwarz-Kriterium	-92,23755	Hannan-Quinn-Kriterium		-113,2939	
rho	0,153267	Durbin-Watson-Stat		1,692182	

Das restringierte Modell für Kanada zeigt als bisher einziges Modell einen signifikanten Wert für Gold. Dieser liegt jedoch nur am zehnjährigen Niveau. Daher wird in einem restringierten Modell Gold nicht verwendet, um durch den LR-Test zu sehen, ob es wirklich eine notwendige Variable ist. Das Ergebnis von rund 2,4 liegt unter der  $\chi^2$ -Verteilung von 3,841 und bestätigt die Nullhypothese, dass Gold zu Recht nicht weiter betrachtet wird. Der Koeffizient von Mais sinkt etwas und jener von Öl steigt leicht.

Wenn jedoch angenommen wird, dass Gold doch einen Einfluss besitzt, so ist der negative Wert des Koeffizienten ein interessanter Punkt. Dieser könnte dadurch erklärt werden, dass bei starkem Goldkauf das Investitionsvolumen anderer Finanzinstrumente wie Aktien verringert wird. Dies könnte mit geringeren Gewinnaussichten aufgrund einer schlechten Wirtschaftslage zusammenhängen. Eine schlechte Wirtschaftslage kann auch höhere Arbeitslosigkeit bedeuten und damit eine geringe Kaufkraft und geringere Preise.

Ein anderer Unterschied zu den Ergebnissen der USA, Eurozone und Japan liegt in den Inflationsraten. Kanada hat auch zusätzlich noch die Verzögerungen t-36 und t-37 im Modell. Dadurch weist die Autokorrelationsfunktion der Residuen laut Q-Statistik auf keine weiteren Probleme hin.



Modell X, Kanada: KQ, benutze die Beobachtungen 1999:03-2010:12 (T = 142)  
Abhängige Variable: Pi\_CAD

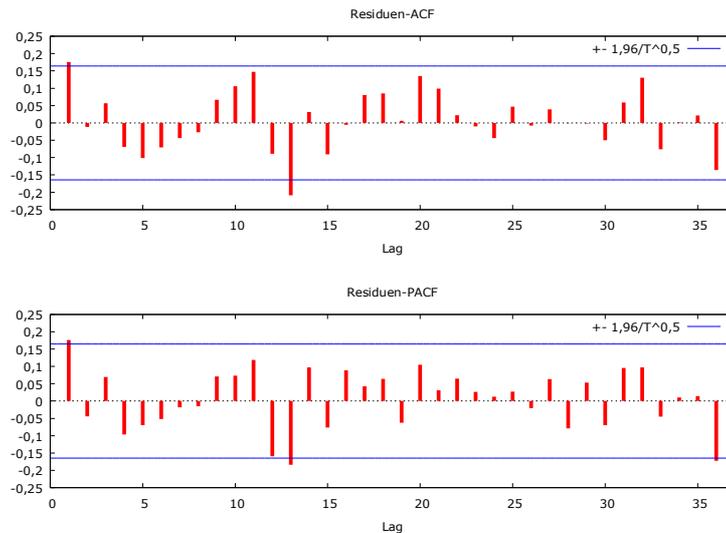
HAC Standardfehler, Bandbreite 3 (Bartlett-Kern)

	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>p-Wert</i>	
const	0,158042	0,0839069	1,8835	0,06186	*
Gold_USD	-0,00259914	0,00304187	-0,8545	0,39442	
Öl_USD	0,00531696	0,00150474	3,5335	0,00057	***
Mais_USD	0,0038655	0,00145737	2,6524	0,00899	***
WK_CAD	0,0107617	0,00719292	1,4962	0,13704	
Pi_CAD_t-1	0,806257	0,0531061	15,1820	<0,00001	***
Pi_CAD_t-12	-0,741374	0,0764639	-9,6957	<0,00001	***
Pi_CAD_t-13	0,734175	0,0765461	9,5913	<0,00001	***
Pi_CAD_t-24	-0,544601	0,0810039	-6,7231	<0,00001	***
Pi_CAD_t-25	0,595974	0,0932262	6,3928	<0,00001	***
Pi_CAD_t-36	-0,291588	0,0706226	-4,1288	0,00006	***
Pi_CAD_t-37	0,248473	0,0852606	2,9143	0,00420	***
Mittel d. abh. Var.	0,891306	Stdabw. d. abh. Var.	0,405102		
Summe d. quad. Res.	3,004774	Stdfehler d. Regress.	0,152032		
R-Quadrat	0,870144	Korrigiertes R-Quadrat	0,859156		
F(11, 130)	109,4939	P-Wert(F)	3,84e-60		
Log-Likelihood	72,26008	Akaike-Kriterium	-120,5202		
Schwarz-Kriterium	-85,05024	Hannan-Quinn-Kriterium	-106,1066		
rho	0,175864	Durbin-Watson-Stat	1,646557		

Das allgemeine Modell zeigt für Öl und Mais zum ein-Prozent-Niveau signifikante Werte auf. Gold und der Wechselkurs sind nicht signifikant. Wenn diese beiden aus dem Modell ausgeschieden werden, so sagt zwar der LR-Test, dass dies durchaus zu Recht erfolgt, jedoch die Koeffizienten von Öl und Mais verändern sich stark zu 0,00255771 und 0,00255771. Zusätzlich sind die zuvor am ein-Prozent-Niveau signifikanten Variablen nur mehr am fünf-Prozent-Niveau und zehn-Prozent-Niveau signifikant. Wenn allerdings nur Gold aus der Gleichung entfernt der

Wechselkurs aber berücksichtigt wird dann sind die Koeffizienten jenem im unrestringierten Modell ähnlich und Öl wieder im Modell X zum ein-Prozent-Niveau signifikant. Mais ist am fünf-Prozent-Niveau und der Wechselkurs am zehn-Prozent-Niveau signifikant. Der LR-Test weist auch diese Restriktion als korrekt aus.

Die Q-Statistik weist jedoch für das allgemeine Modell X im Unterschied zu Modell IX Autokorrelation für  $t-1$  und  $t-13$  aus. Das heißt, dass in den Residuen noch Dynamik enthalten ist für die noch keine entsprechenden Variablen gefunden wurden.



## 6.2.5 Großbritannien

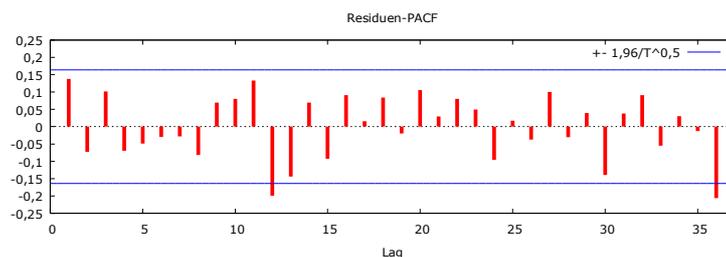
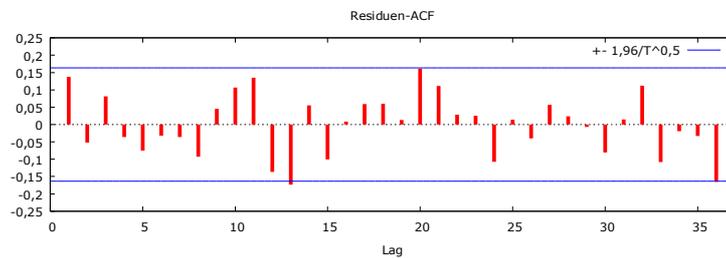
Modell IX, Großbritannien: KQ, benutze die Beobachtungen 1999:02-2010:12 (T = 143)

Abhängige Variable: Pi\_GBP

HAC Standardfehler, Bandbreite 3 (Bartlett-Kern)

	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>p-Wert</i>	
const	0,203552	0,0674601	3,0174	0,00306	***
Pi_GBP_t-1	0,806488	0,0500769	16,1050	<0,00001	***
Gold_GBP	-0,00555443	0,00190722	-2,9123	0,00421	***
Mais_GBP	0,00489046	0,00177485	2,7554	0,00668	***
Öl_GBP	0,00367854	0,0012162	3,0246	0,00299	***
Pi_GBP_t-12	-0,665747	0,0809634	-8,2228	<0,00001	***
Pi_GBP_t-13	0,653268	0,0805789	8,1072	<0,00001	***
Pi_GBP_t-24	-0,369894	0,0917241	-4,0327	0,00009	***
Pi_GBP_t-25	0,419914	0,0900279	4,6643	<0,00001	***
Pi_GBP_t-36	-0,0879805	0,033668	-2,6132	0,01000	**
Mittel d. abh. Var.	0,886852	Stdabw. d. abh. Var.	0,407172		
Summe d. quad. Res.	3,141671	Stdfehler d. Regress.	0,153693		
R-Quadrat	0,866550	Korrigiertes R-Quadrat	0,857520		
F(9, 133)	106,6859	P-Wert(F)	2,16e-56		
Log-Likelihood	70,08521	Akaike-Kriterium	-120,1704		
Schwarz-Kriterium	-90,54198	Hannan-Quinn-Kriterium	-108,1308		
rho	0,137948	Durbin-Watson-Stat	1,716468		

Für Großbritannien zeigt das Modell in heimischen Rohstoffpreisen ein völlig anderes Bild. Alle Rohstoffe sind zum ein-Prozent-Niveau signifikant. Gleiches gilt für die Inflationsraten t-1, t-12, t-13, t-24 und t-25. Nur die Inflationsrate t-36 ist am fünf-Prozent-Niveau signifikant. LR-Tests zeigen, dass keine Variable aus dem Modell herausgenommen werden kann. Der Koeffizient von Gold ist auch wie bei Kanada negativ. Das Modell ist stabil und die Residuen zeigen laut Q-Statistik keine weitere Autokorrelation für die getesteten Bereiche auf.



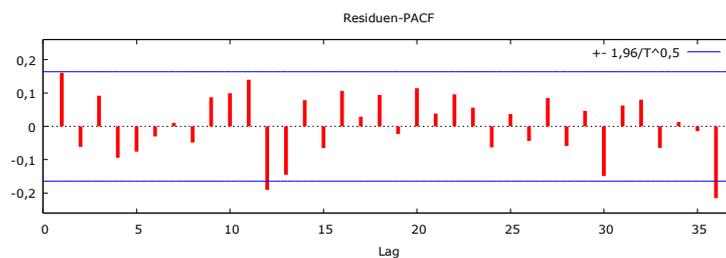
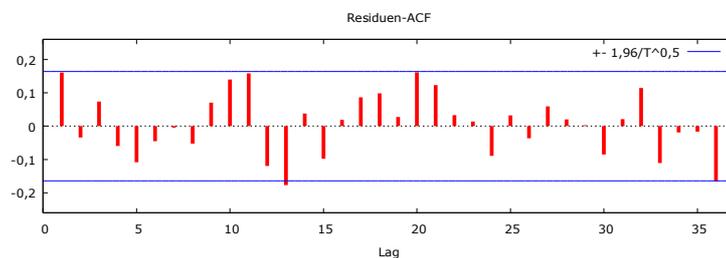
Modell X Großbritannien: KQ, benutze die Beobachtungen 1999:02-2010:12 (T = 143)

Abhängige Variable: Pi\_GBP

HAC Standardfehler, Bandbreite 3 (Bartlett-Kern)

	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>p-Wert</i>	
const	0,166915	0,0839256	1,9888	0,04879	**
Gold_USD	-0,00486604	0,00276802	-1,7580	0,08107	*
Öl_USD	0,00517836	0,00133709	3,8729	0,00017	***
Mais_USD	0,00535595	0,00183151	2,9243	0,00406	***
WK_GBP_k12	0,00761178	0,00471799	1,6134	0,10906	
Pi_GBP_t-1	0,793986	0,0565473	14,0411	<0,00001	***
Pi_GBP_t-12	-0,645589	0,0808831	-7,9818	<0,00001	***
Pi_GBP_t-13	0,652311	0,0816838	7,9858	<0,00001	***
Pi_GBP_t-24	-0,372413	0,0937927	-3,9706	0,00012	***
Pi_GBP_t-25	0,433192	0,0945779	4,5803	0,00001	***
Pi_GBP_t-36	-0,0725429	0,034484	-2,1037	0,03730	**
Mittel d. abh. Var.	0,886852	Stdabw. d. abh. Var.	0,407172		
Summe d. quad. Res.	3,207192	Stdfehler d. Regress.	0,155875		
R-Quadrat	0,863767	Korrigiertes R-Quadrat	0,853447		
F(10, 132)	113,5941	P-Wert(F)	8,47e-60		
Log-Likelihood	68,60938	Akaike-Kriterium	-115,2188		
Schwarz-Kriterium	-82,62748	Hannan-Quinn-Kriterium	-101,9752		
rho	0,161214	Durbin-Watson-Stat	1,675690		

Wenn das allgemeine Modell betrachtet wird, so verhält es sich ähnlich zum restringierten Modell. Nur der Wechselkurs ist nicht signifikant und die Signifikanz der Variable Gold verringert sich auf das zehnjährige Niveau. Wenn versucht wird, die Gleichung auf weniger Variablen zu reduzieren, in dem der Wechselkurs herausgenommen wird, ergibt zwar der LR-Test einen Wert unter der kritischen Teststatistik der  $\chi^2$ -Verteilung jedoch steigt die Autokorrelation der Residuen stark an und die Q-Statistik weist auf eine hohe Dynamik in den Residuen hin.



## 6.2.6 Schweden

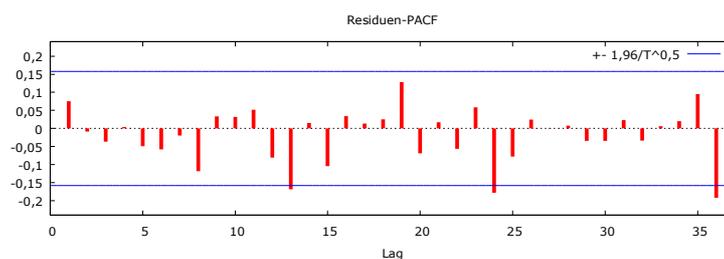
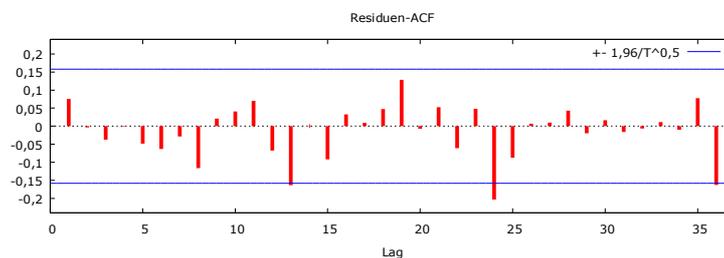
Modell IX, Schweden: KQ, benutze die Beobachtungen 1998:03-2010:12 (T = 154)

Abhängige Variable: Pi\_SEK

HAC Standardfehler, Bandbreite 4 (Bartlett-Kern)

	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>p-Wert</i>	
const	0,0544957	0,0193572	2,8153	0,00555	***
Pi_SEK_t-1	0,982338	0,0260966	37,6424	<0,00001	***
Gold_SEK	0,00213851	0,00207798	1,0291	0,30513	
Mais_SEK	0,00239802	0,00181683	1,3199	0,18895	
Öl_SEK	0,000952122	0,000871336	1,0927	0,27633	
Pi_SEK_t-12	-0,729613	0,106342	-6,8610	<0,00001	***
Pi_SEK_t-13	0,692267	0,107716	6,4268	<0,00001	***
Pi_SEK_t-24	-0,343894	0,115095	-2,9879	0,00330	***
Pi_SEK_t-25	0,283576	0,115065	2,4645	0,01489	**
Mittel d. abh. Var.	0,545711	Stdabw. d. abh. Var.	0,525822		
Summe d. quad. Res.	2,841672	Stdfehler d. Regress.	0,139992		
R-Quadrat	0,932825	Korrigiertes R-Quadrat	0,929119		
F(8, 145)	376,2820	P-Wert(F)	6,27e-93		
Log-Likelihood	88,91058	Akaike-Kriterium	-159,8212		
Schwarz-Kriterium	-132,4886	Hannan-Quinn-Kriterium	-148,7187		
rho	0,081219	Durbin-Watson-Stat	1,775620		

Das restriktive Modell für Schweden zeigt keinerlei signifikanten Werte für die Rohstoffe. Werden alle drei Rohstoffe aus der Gleichung herausgenommen, so verändert sich nichts an den signifikanten Werten der verzögerten Inflationsraten. Das Ergebnis des LR-Tests liegt mit rund 3,6 weit unter dem kritischen Wert der  $\chi^2_3$ -Verteilung von 7,815. Daher sollte diese Restriktion korrekt sein. Das Modell ist stabil und die Q-Statistik weist für den getesteten Bereich keine Autokorrelation der Residuen auf.



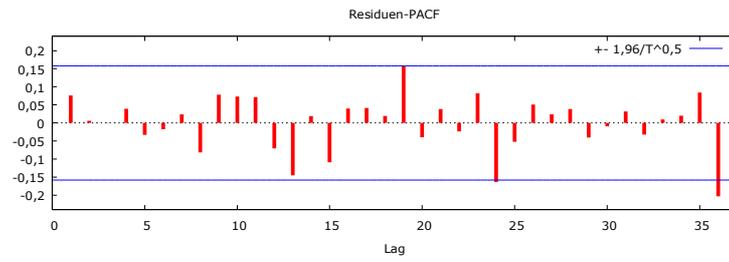
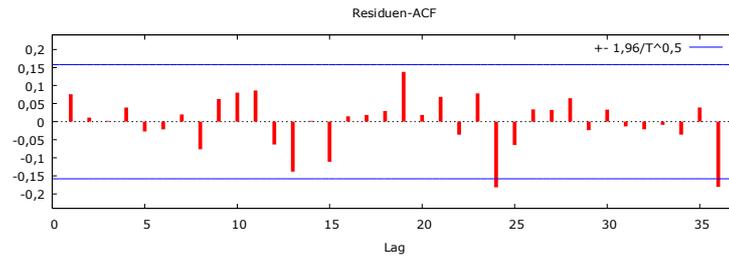
Modell X, Schweden: KQ, benutze die Beobachtungen 1998:03-2010:12 (T = 154)

Abhängige Variable: Pi\_SEK

HAC Standardfehler, Bandbreite 4 (Bartlett-Kern)

	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>p-Wert</i>	
const	0,0790061	0,0266903	2,9601	0,00360	***
Gold_USD	0,00531122	0,00296823	1,7894	0,07566	*
Öl_USD	6,89269e-05	0,000775683	0,0889	0,92932	
Mais_USD	0,00265885	0,00165412	1,6074	0,11015	
WK_SEK_k12	-0,000633258	0,00326468	-0,1940	0,84647	
Pi_SEK_t-1	0,95317	0,0349123	27,3018	<0,00001	***
Pi_SEK_t-12	-0,675525	0,103436	-6,5308	<0,00001	***
Pi_SEK_t-13	0,624138	0,105493	5,9164	<0,00001	***
Pi_SEK_t-24	-0,308048	0,108853	-2,8299	0,00532	***
Pi_SEK_t-25	0,221422	0,111225	1,9908	0,04840	**
Mittel d. abh. Var.	0,545711	Stdabw. d. abh. Var.		0,525822	
Summe d. quad. Res.	2,671909	Stdfehler d. Regress.		0,136216	
R-Quadrat	0,936838	Korrigiertes R-Quadrat		0,932891	
F(9, 144)	304,1075	P-Wert(F)		5,25e-89	
Log-Likelihood	93,65373	Akaike-Kriterium		-167,3075	
Schwarz-Kriterium	-136,9379	Hannan-Quinn-Kriterium		-154,9714	
rho	0,081790	Durbin-Watson-Stat		1,775758	

Das allgemeine Modell unterscheidet sich vom restriktiven nur darin, dass Gold am zehner-Prozent-Niveau signifikant ist. Wenn wie zuvor alle Rohstoffe und der Wechselkurs aus der Gleichung gestrichen werden, so zeigt jedoch sofort der LR-Test, dass dies nicht zulässig ist, dass zwar individuell die Variablen wenig Gewicht haben aber gemeinsam sehr wohl aussagekräftig sind. Daher wird in einem ersten Schritt Öl und der Wechselkurs aus dem Modell genommen, da beide sehr hohe p-Werte aufweisen. Durch diesen Schritt wird in der Folge Mais am zehner-Prozent-Niveau signifikant. Die Restriktion wird durch den LR-Test bestätigt. Wenn nun auch Mais gestrichen wird, so steigt die Signifikanz von Gold auf ein fünf-Prozent-Niveau aber auch der Koeffizient steigt stark an. Das heißt, dass beide Modellvarianten möglich sind, jedoch bei der Elimination von Mais sehr viel Information in den Koeffizienten von Gold fließt. Die Residuen weisen in der Q-Statistik keine Autokorrelation der Residuen im getesteten Bereich auf.



### 6.3 Ergebnisse für Modell II und Modell V im Vergleich mit der Studie von Tkacz

Die bisher vorgestellten Ergebnisse enthalten alle eine Dynamik die durch den Einfluss von verzögerten Inflationsraten modelliert wurde. Die Ergebnisse von Tkacz wurden ohne derartige Einflüsse erzielt. Daher werden für den Vergleich der hier vorliegenden Resultate mit denen von Tkacz Ergebnisse herangezogen, welche durch die Verwendung des Modells II entstanden sind. Dafür wurde wie bei Tkacz eine OLS-Schätzung mit heteroskedastie- und autokorrelationskonsistenten Standardfehlern verwendet. Die folgende Tabelle 12 vergleicht die Ergebnisse von Tkacz mit den hier erreichten Ergebnissen für Gold alleine. Die Schätzmethode ist OLS mit HAC und einmal zusätzlich der adaptive Ansatz der Miteinbeziehung der Inflationsrate des Vormonats.

<b>Tabelle 12</b>																		
<b>Gold: Tkacz, OLS +HAC, adaptives Modell</b>																		
	USD			EUR			JPY			CAD			GBP			SEK		
	T	OH	A	T	OH	A	T	OH	A	T	OH	A	T	OH	A	T	OH	A
k=6																		
Gold			**	**					*									
WK						*	*		**				*					
k=12																		
Gold	**	*	*	*	*				**							**	**	*
WK									**				*			**		
k=18																		
Gold				**			*	**					**			**	**	*
WK				**						***	*			**		**		
k=24																		
Gold				**				**					**				***	**
WK				**		**				*				*	*	*		

T ... Ergebnisse von Tkacz  
 OH ... Ergebnisse dieser Arbeit Gleichung (5.1) mit OLS und HAC geschätzt  
 A ... adaptiver Ansatz Modell I  
 Signifikanzniveau: \* ... zehn Prozent, \*\* ... fünf Prozent, \*\*\* ... ein Prozent

Daten siehe Anhang

In der Tabelle ist zu sehen, dass nur in wenigen Ländern und Zeitbereichen gleiche Ergebnisse auftreten wie zum Beispiel für die USA bei k=12 oder Schweden bei k=12 und k=18. Zwischen dem adaptiven Ansatz und den beiden anderen ist dieses Ergebnis keine Überraschung da die

Dynamik im Modell von Tkacz noch nicht berücksichtigt wurde. Dass jedoch für die beiden sich ähnlichen Ansätze von Tkacz und OLS mit HAC nur drei Überschneidungen aufscheinen, ist doch sehr überraschend. Es ist anzunehmen, dass die Verlängerung des Beobachtungszeitraumes auf 15 Jahre Daten in das Modell transferiert hat, die die Annahmen des Modells von Tkacz nicht unterstützen.

### **Erweiterung des adaptiven Ansatzes**

Die verwendeten Ergebnisse für HAC mit OLS und adaptiven Ansatz enthalten autokorrelierte Residuen. Daher werden zusätzlich die Ergebnisse für den adaptiven Ansatz für Gold mit weiteren verzögerten Inflationsraten für die Zeithorizonte 6, 18 und 24 betrachtet. Die Ergebnisse werden im Besonderen darauf hin betrachtet, ob Gold einen Beitrag leisten kann oder nicht. Da jedoch das restringierte Modell betrachtet wird, kann nicht eindeutig gesagt werden, ob durch weitere Rohstoffe ein anderer Effekt erzielt werden würde.

#### **k=6**

Für Gold als vorlaufender Inflationsindikator für 6 Monate im Modell IX zeigt sich, dass nur für die USA und Schweden signifikante Ergebnisse am fünf-Prozent-Niveau erreicht wurden.

Wenn das Modell X in den Berechnungen verwendet wird, so ist für die Eurozone der Wechselkurs zum zehn-Prozent-Niveau und für Japan zum fünf-Prozent-Niveau signifikant. Zusätzlich gilt für Japan und Schweden, dass Gold zum zehn-Prozent-Niveau Signifikanz aufweist.

#### **k=18**

Für k=18 weisen im restringierten Modell Japan zum fünf- und Schweden zum ein-Prozent-Niveau signifikante Werte für Gold auf.

Das allgemeine Modell weist für Gold für Japan zum fünf-Prozent-Niveau und für Schweden zum zehn-Prozent-Niveau signifikante Werte auf. Für Großbritannien ist der Wechselkurs zum fünf-Prozent-Niveau und für Kanada zum zehn-Prozent-Niveau signifikant.

#### **k=24**

Für die zweijährige Verschiebung im Modell IX hat Kanada zum fünf-Prozent-Niveau und Schweden zum zehn-Prozent-Niveau einen signifikanten Wert für Gold.

Das Modell X weist für Gold für Japan und Schweden zum fünf-Prozent-Niveau signifikante Werte auf. Der Wechselkurs ist für die Eurozone und Großbritannien ebenso zum fünf-Prozent-Niveau signifikant.

Es zeigt sich für alle drei k, dass die Verzögerungen für beide Modelle Perioden der Zeithorizonte sind.

## 7 Zusammenfassung

Die Forschungsstrategie dieser Arbeit war, ein Modell zu erstellen, welches die Beziehung der Preisänderung von Gold, Öl und Mais zur Inflationsrate beschreibt. Es wurden dabei verschiedene Aspekte berücksichtigt. Als Basis wurde ein restringiertes Modell entwickelt, welches den Preis eines Rohstoffs in der Währung des Landes dessen Inflationsrate betrachtet wird verwendet. Ein zweites allgemeineres Modell verwendet den erweiterten Ansatz, den Rohstoff in der Originalwährung des Marktes und den Wechselkurs einzusetzen.

Zusätzlich wurden beide Modelle auf ein Drei-Rohstoff-Modell erweitert. Dazu wurden Gold, Öl und Mais gemeinsam im restringierten und im allgemeinen Modell verwendet um zu sehen, ob auch ein gemeinsamer Effekt der Rohstoffe vorhanden ist, auch wenn sie einzeln keinen Effekt erzielen.

In weiterer Folge wurde ein adaptives Modell entwickelt, welches die Dynamik des Modells aus den Fehlern der Residuen in die Spezifikation der Variablen transferiert. Dazu wurden Verzögerungen der abhängigen Variable miteinbezogen. Diese Variablen spiegeln die Erwartung dass die Inflationsrate auch von ihrer eigenen Vergangenheit abhängig ist. Da das Maß der notwendigen Verzögerung nicht von vornherein bestimmbar war, wurde festgelegt, dass so lange verzögerte Inflationsraten in das Modell aufgenommen werden bis die Fehler keine Dynamik mehr enthalten.

Die Ergebnisse sind für das Modell IX, dem adaptiven restringierten erweiterten Fall, sehr unterschiedlich. Es scheint, dass für die USA nur Öl als Vorläufer der Inflationsrate angesehen werden kann. Für Japan und Kanada erfüllen diese Eigenschaft Öl und Mais und für Großbritannien alle drei Rohstoffe. Für die Eurozone und Schweden hat keiner der drei Rohstoffe einen signifikanten Einfluss auf die Inflationsrate.

Für das Modell X, dem adaptiven allgemeinen erweiterten Fall, zeigt für die Eurozone nur der Wechselkurs einen relevanten Einfluss auf die Inflationsrate. Im Gegensatz dazu scheinen für Japan und auch Kanada wie zuvor im restringierten Modell Mais und Öl vorlaufende Indikatoren der Inflationsrate zu sein. Für Schweden gilt dies für Mais und Gold und für Großbritannien können alle drei Rohstoffe als vorlaufende Indikatoren der Inflationsrate betrachtet werden.

Der Vergleich mit der Studie von Tkacz zeigt auf, dass offensichtlich eine erweiterte Datenmenge einen großen Einfluss auf das Ergebnis hat. Daher kann auch seine Aussage, dass für Länder mit Inflationsziel Gold einen höheren Einfluss besitzt nicht bestätigt werden. Japan und die USA weisen sehr unterschiedliche Ergebnisse auf, obwohl beide kein Inflationsziel

haben. Kanada und Schweden sind Staaten mit Inflationsziel aber mit äußerst unterschiedlichem Einfluss von Gold auf die Inflationsrate. Wenn die Eurozone isoliert betrachtet wird, so könnte jedoch sehr wohl vermutet werden, dass kein Rohstoff Einfluss besitzt, da die Inflationsrate von anderen Einflüssen gesteuert wird. Hier wäre ein interessanter Ansatz für weitere Modelle die Verwendung von wirtschaftlichen Variablen wie Bruttoinlandsprodukt, Geldmenge oder Zinssatz. Eine weitere Suche nach anderen Einflussfaktoren durch Verwendung anderer Industriemetalle oder Agrarrohstoffe wie zum Beispiel Kupfer oder Platin oder Weizen anstatt Mais wäre ein weiterer Ansatzpunkt. Dies wäre eine Annäherung an die Arbeiten von Stock und Watson und Ciccarelli und Mojon und eine interessante Grundlage für weiterführende Arbeiten.

## 8 Literatur

Armour, J., J. Atta-Mensah, W. Engert und S. Hendry (1996) „A Distant-Early-Warning Model of Inflation based on M1 Disequilibria“ Bank of Canada, Working Paper 1996-5

Blinder, A. S. (1979) „Economic Policy and the Great Stagflation“ New York, Academic Press

Briant, P. (2002) „From Cyrus to Alexander: A History of the Persian Empire“ Winona Lake/Warsaw, Eisenbrauns, S. 1184

Branson, W. H. (1979) „Macroeconomic Theory and Policy“ New York und London, Harper and Row, S. 375

Cheung, C. (2009) „Are Commodity Prices Useful Leading Indicators of Inflation?“ Bank of Canada, Working Paper 2009-5

Ciccarelli, M. und B. Mojon (2005) „Global Inflation“ European Central Bank, Working Paper Series Nr. 537

Côté, D. und C. de Resende (2008) „Globalization and Inflation: The Role of China“ Bank of Canada, Working Paper 2008-35

Elliott, G., T. J. Rothenberg und J. H. Stock (1996) „Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root“ *Econometrica* 64, S. 813–836

Fisher, I. (1920) „The Purchasing Power of Money: Its Determination and Relation to Credit, Interest and Crisis“ London, Macmillan

Flemming, J. S. (1978) „The Economic Explanation of Inflation“ aus „The Political Economy of Inflation“ von Hirsch F. und J. H. Goldthorpe, Harvard University Pr., S. 13-36

Friedmann, M. (1956) „The Role of Monetary Policy“ *American Economic Review* 58, S. 1

Friedmann, M. (1975) „Unemployment versus Inflation?“ Institute of Economic Affairs, Occasional Paper 44

GRETl (2011) <http://gretl.sourceforge.net/>, Version 1.9.5

Green, W. H. (1990) „Econometric Analysis“ 6. Edition, New Jersey, Prentice Hall

Hansen, B. (1951) „A Study in the Theorie of Inflation“ New York, Rinehart

Hicks, J. R. (1946) „Value and Capital“ Gloucestershire, Clarendon Press

Hofmann, B. (2008) „Do monetary Indicators lead Euro Area Inflation?“ European Central Bank, Working Paper Series Nr. 867

Johnston, J. und J. DiNardo (1997) „Econometric Methods“ 4. Edition, McGraw-Hill

Keynes, J. M. (1940) „How to pay for the War“ Neuauflage in Keynes, J. M. (1972) „Essays in Persuasion“ editiert von Johanson E. und Maggridge D., New York, W. W. Norton & Company, S. 367-439

Kwiatkowski, D., P. C. B. Phillips, P. Schmidt and Y. Shin (1992) „Testing the null of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root“ Journal of Econometrics 54, S. 159–178

LeBlanc, M. und M. D. Chinn (2004) „Do High Oil Prices Presage Inflation? The Evidence from G-5 Countries“ Department of Economics, Santa Cruz

Lucas, R. E. (1972) „Expectations and the Neutrality of Money“ Journal of Economic Theorie 4, S. 103

MacKinnon, J. G. und Russell Davidson (1993) „Estimation and Inference in Econometrics“ Oxford University Press 1992, S. 708

Mayer, Th. et al. (1978) „The Structure of Monetarism“ New York, Norton

- Maynard, G. und W. v. Ryckeghem (1976) „A World of Inflation“ London, B.T. Batsford
- Muth, J. F. (1961) „Rational Expectations and the Theorie of Price Movements“ *Econometrica* 29, S. 315
- Newey, W. und K. D. West (1987) „A simple positive Semi-definite Heteroskedasticity and Autocorrelation-consistent Covariance Matrix“ *Econometrica* 55, S. 703-708
- Phelps, E. S. (1967) „Phillips Curves, Expectations of Inflation and Optimal Unemployment over Time“ *Economica* 34, S. 254
- Phelps, E. S. (1972) „Inflation Policy and Unemployment Theory: The Cost-Benefit Approach to Monetary Planing“ London, Macmillan
- Phillips, A. W. (1958) „The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1975“ *Economica* 22, S. 283
- Samuelson, P.A. Und R. M. Solow (1960) „ The Problem of Achieving and Maintaining a Stable Price Level: Analytical Aspects of Anti-Inflation Policy“ *American Economic Reviews* 50, S. 177
- Sargent, T. J. und Wallace (1975) „Rational Expectations, the Optimal Monetary Instrument, and the Optimal Money Supply Rule“ *Journal of Political Economy* 83, S. 241
- Sephton, P. S. (1995) „Response surface estimates of the KPSS stationarity test“ *Economics Letters* 47, S. 255–261
- Stock, J. H. und M. W. Watson (2003) „Forecasting Output and Inflation: The Role of Asset Prices“ *Journal of Economic Literature* XLI, S. 788-829
- Tkacz, G. (2007) „Gold Prices and Inflation“, Bank of Canada, Working Paper 2007-35
- Yergin, D. (1991) „Der Preis. Die Jagd nach Öl, Geld und Macht“ Frankfurt, S. Fischer

## Anhang

### Inhalt der beiliegenden CD:

#### Ausgangsdaten:

Die Daten für die Berechnungen sind in Excel-Files gespeichert. Die Daten für Mais und Öl für das restringierte und allgemeine Modell sind in einem File abgespeichert. Für die Daten von Gold wurden die Daten für die beiden Modelle getrennt.

<b>Tabelle 13</b>			
<b>Beschreibung der Bezeichnungen der Daten in den Dateien</b>			
Tabelle	Bezeichnungen	Tabelle	Bezeichnungen
<b>Mais, Öl für k=12.xls</b>			
Mais in Landeswährung	Mais_USD Mais_EUR Mais_JPY Mais_CAD Mais_GBP Mais_SEK	Öl in Landeswährung	Öl_USD Öl_EUR Öl_JPY Öl_CAD Öl_GBP Öl_SEK
<b>WK Gold multipliziert für R.xls</b>			
Gold k=6 in Landeswährung	USD_k6 EUR_k6 JPY_k6 CAD_k6 GBP_k6 SEK_k6	Gold k=18 in Landeswährung	USD_k18 EUR_k18 JPY_k18 CAD_k18 GBP_k18 SEK_k18
Gold k=12 in Landeswährung	USD_k12 EUR_k12 JPY_k12 CAD_k12 GBP_k12 SEK_k12	Gold k=24 in Landeswährung	USD_k24 EUR_k24 JPY_k24 CAD_k24 GBP_k24 SEK_k24
<b>WK Gold getrennt entwickelt für R.xls</b>			
Wechselkurse k=6, 12, 18 und 24	EUR_k6 JPY_k6 CAD_k6 GBP_k6 SEK_k6 EUR_k12 JPY_k12 CAD_k12 GBP_k12 SEK_k12 EUR_k18 JPY_k18 CAD_k18	Pi k=6, 12, 18 und 24	Pi_USD_k6 Pi_USD_k12 Pi_USD_k18 Pi_USD_k24 Pi_EUR_k6 Pi_EUR_k12 Pi_EUR_k18 Pi_EUR_k24 Pi_JPY_k6 Pi_JPY_k12 Pi_JPY_k18 Pi_JPY_k24 Pi_CAD_k6

	GBP_k18 SEK_k18 EUR_k24 JPY_k24 CAD_k24 GBP_k24 SEK_k24		Pi_CAD_k12 Pi_CAD_k18 Pi_CAD_k24 Pi_GBP_k6 Pi_GBP_k12 Pi_GBP_k18 Pi_GBP_k24 Pi_SEK_k6 Pi_SEK_k12 Pi_SEK_k18 Pi_SEK_k24
--	---	--	--

### Grundlegende Ergebnisse für Tabelle 12:

Die verwendeten Abkürzungen entsprechen jenen in Tabelle 13. Die beiden Dateien enthalten die Ergebnisse für die adaptiven Lösungen zu Kapitel 6.3.

Ergebnisse adaptiv Gold Öl Mais allgemeines Modell OLS mit HAC.pdf

Ergebnisse Gold Öl Mais allgemeines Modell OLS mit HAC.pdf