

**Bachelorarbeit**  
**(Wirtschaftsingenieurwesen)**

Algorithmisches tägliches Handeln mit  
MA-Cross, Exponentielle Glättung und  
DFA

<b>Autoren</b>	Adrian Genoud Severin Holzer
<b>Hauptbetreuung</b>	Marc Wildi
<b>Industriepartner</b>	InCube AG
<b>Datum</b>	10.06.2016

## **Erklärung betreffend das selbständige Verfassen einer Bachelorarbeit an der School of Engineering**

Mit der Abgabe dieser Bachelorarbeit versichert der/die Studierende, dass er/sie die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst hat. (Bei Gruppenarbeiten gelten die Leistungen der übrigen Gruppenmitglieder nicht als fremde Hilfe.)

Der/die unterzeichnende Studierende erklärt, dass alle zitierten Quellen (auch Internetseiten) im Text oder Anhang korrekt nachgewiesen sind, d.h. dass die Bachelorarbeit keine Plagiate enthält, also keine Teile, die teilweise oder vollständig aus einem fremden Text oder einer fremden Arbeit unter Vorgabe der eigenen Urheberschaft bzw. ohne Quellenangabe übernommen worden sind.

**Bei Verfehlungen aller Art treten die Paragraphen 39 und 40 (Unredlichkeit und Verfahren bei Unredlichkeit) der ZHAW Prüfungsordnung sowie die Bestimmungen der Disziplinarmassnahmen der Hochschulordnung in Kraft.**

Ort, Datum:

Winterthur, 20.06.16

Unterschriften:

*A. Ganz* .....  
*S. Mayr* .....

.....

Das Original dieses Formulars ist bei der ZHAW-Version aller abgegebenen Bachelorarbeiten zu Beginn der Dokumentation nach dem Titelblatt mit Original-Unterschriften und -Datum (keine Kopie) einzufügen.

# Zusammenfassung

Heutzutage werden viele verschiedene Methoden verwendet um herauszufinden, ob man gerade auf ein Wertpapier investieren soll oder nicht. Ziel dieser Arbeit ist es, mit Hilfe von drei Filtermethoden ein Portfolio für 9 ausgewählte Spots zu erstellen. Dabei sollen vorgegebene Tradinggebühren berücksichtigt werden, da sie einen Einfluss auf die Performance haben. Die verwendeten drei Filtermethoden sind ein MA-Cross, eine Exponentielle Glättung und einem Direct Filter Approach. In einem ersten Schritt werden die drei Filter Methoden genauer erklärt und visualisiert. Dazu wird ein Anwendungsbeispiel gemacht und die Amplitude und der Time-Shift der Filter analysiert. Danach werden die Filter optimiert und ihre Performances, Drawdowns und annualisierten Sharpe Ratios miteinander verglichen. Da alle Filter auf die Logreturns der Spots oder direkt auf die Spots angewendet werden können, wurden beide Varianten einander gegenübergestellt. Zusätzlich testete man auch beide Varianten mit und ohne Tradinggebühren, da man sehen wollte, wie stark der Einfluss auf die Performance ist. Für den MA-Cross gab es das eindeutige Ergebnis, dass er bessere annualisierte Sharpe Ratios generiert, wenn man ihn auf die Logreturns anwendet. Auch die Optimierung wird mit diesem Vorgehen eindeutiger. Die Tradinggebühren hatten dabei keinen Einfluss. Bei der Exponentiellen Glättung kam man zum Ergebnis, dass es keinen merklichen Unterschied macht, ob man den Filter auf die Logreturns oder auf die Spots anwendet. Und wie beim MA-Cross haben auch bei der Exponentiellen Glättung die Tradinggebühren nichts daran geändert. Beim Direct Filter Approach kam man zum Schluss, dass die Performance besser ist, wenn man ihn auf die Logreturns anwendet. Wie bei den anderen beiden Filtern hatten auch hier die Tradinggebühren keinen Einfluss auf dieses Ergebnis. Allgemein waren die Ergebnisse der Performances der Filter im Out-of-sample-Test nicht sehr befriedigend. Man kam zum Schluss, dass dies möglicherweise daran lag, dass sich die Filter zu sehr auf die In-sample Daten anpassen. Wenn dann der Out-of-sample Bereich zu verschieden vom In-sample Bereich ist, passt sich der Filter sozusagen auf ein anderes Szenario an und generiert dann schlechte Trading-Signale. Ein weiterer Grund könnte sein, dass der gewählte Zeitpunkt einfach schlecht war. Wegen dem ersten Grund entschied man sich im nächsten Schritt das Portfolio mit zwei Varianten zu erstellen. Einmal das Kriterium basierend auf dem annualisierten Sharpe Ratio des In-sample-Tests und einmal auf dem annualisierten Sharpe Ratio des Out-of-sample-Tests. Man hat beide Portfolios mit allen drei Filtern für ein Jahr getestet und kam zum Schluss, dass der Direct Filter Approach in jedem Fall die besten Ergebnisse liefert. Bezüglich der beiden Krite-

rien, war das mit dem Out-of-Sample Kriterium eindeutig besser. Man hatte dabei, wie bei der Optimierung der Filter, wieder die Performance, Drawdowns und die annualisierten Sharpe Ratios verglichen. Zum Schluss wollte man noch herausfinden, ob Abhängigkeiten im Handel zu bestimmten Börsenöffnungszeiten bestehen. Dazu hat man das Portfolio so getestet, dass es nur zu bestimmten Zeiten handeln konnte. Interessant war, dass bei dieser Variante die Performance der Exponentiellen Glättung höher war wie der DFA beim normalen Portfolio.

## Abstract

Today many different methods are applied to find out if it's a good time to invest into securities or not. The main goal of this work, is to create a portfolio of nine selected spots with the help of three filtering methods. In this the trading fees should be considered, because they can have a influence on the Performance. The three filtering methods are a MA-Cross, a Exponential Smooth and the Direct Filter Approach. In a first step the three filtering methods are explained and visualized. This is mainly done with an application example and the analysis of the amplitude as well as the timeshift of the filtering methods. After this the filtering methods have been optimized and their performances, drawdowns and annualized sharpe ratios compared. Because all of the three filtering methods can be applied both on the logreturns of the Spots or directly on the Spots, the two options were compared to each other. In addition the two options have been tested with and without trading fees in order to see how important the influence of the trading fees on the performance is. For the MA-Cross the result is clear: he is generating better annualized sharpe ratios if applied on the logreturns. Also the optimization becomes clearer with this method. The trading fees did not have any influence. For the Exponential Smooth the result was that it does not make any significant difference if the filtering method is applied on the logreturns or on the spots. And, same as for the MA-Cross, also for the Exponential Smooth the trading fees have now influence on the result. For the Direct Filter Approach the conclusion is that the performance is better if applied on the logreturns. Same as for the other two filtering methods also here the trading fees did not have any influence on this result. Generally speaking the performances of the filtering methods were not very satisfying in the out-of-sample tests. The conclusion is that maybe the filtering methods adopt too much to the in-sample data. If then the out-of-sample data is too different from the in-sample data, the filtering method is so-to-say adapting to another scenario and is then generating wrong trading signals. A further reason maybe that the selected test time is simply unfortunate. Because of the first reason in a next step one decided to create the portfolio with two different options: Once on the criteria based on the annualized sharpe ratio of the in-sample Test and once based on the annualized sharpe ratio of the out-of-sample test. Both Portfolios were tested for a year with all three filtering methods and the conclusion was that the Direct Filter Approach did generate the better results in all cases. With regard to the two criterias of the portfolio, the one with the out-of-sample criteria clearly had a better result. For this analysis, same as for the optimization of the filtering methods,

again the performances, drawdowns and annualized sharpe ratios were compared. At the end one also wanted to find out if there were any dependencies in trade between business hours of stock markets. To this avail the portfolio was tested in such a way that it could only trade during particular times. Interesting was that in this case the performance of the Exponential Smooth was higher then the performance of the DFA with the normal portfolio.

## Vorwort

Wir möchten uns ganz herzlich bei unserem Dozenten Herrn Wildi und der Firma InCube, namentlich Herr Blakely, für die grossartige Unterstützung und das Ermöglichen dieser Bachelorarbeit bedanken.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Daten .....</b>	<b>4</b>
2.1 Spots.....	4
2.2 Tradinggebühren.....	5
<b>3 Filter .....</b>	<b>6</b>
3.1 Filter Analyse .....	6
3.1.1 Amplitude.....	6
3.1.2 Time-Shift .....	7
3.2 MA-Cross .....	7
3.2.1 Anwendungsbeispiel .....	8
3.2.2 Amplitude und Time-Shift.....	9
3.3 Exponentielle Glättung .....	10
3.3.1 Anwendungsbeispiel .....	10
3.3.2 Amplitude und Time-Shift.....	12
3.4 Direct Filter Approach .....	13
3.4.1 Anwendungsbeispiel .....	14
3.4.2 Amplitude und Time-Shift.....	15
<b>4 Optimierung der Filtereinstellungen.....</b>	<b>17</b>
4.1 Performancemasse .....	17
4.1.1 Sharpe Ratio .....	17
4.1.2 Performance Berechnung .....	18
4.1.3 Absoluter Drawdown.....	19
4.2 MA-Cross .....	20
4.2.1 Ohne Tradinggebühren.....	20
4.2.2 Mit Tradinggebühren.....	21
4.2.3 Vergleich.....	22
4.3 Exponentielle Glättung .....	25
4.3.1 Ohne Tradinggebühren.....	25
4.3.2 Mit Tradinggebühren.....	26
4.3.3 Vergleich.....	27

4.4	Direct Filter Approach .....	31
4.4.1	Ohne Tradinggebühren.....	31
4.4.2	Mit Tradinggebühren.....	32
4.4.3	Vergleich.....	33
4.5	Vergleich .....	36
4.5.1	Erster Zeithorizont.....	36
4.5.2	Zweiter Zeithorizont .....	37
4.5.3	Dritter Zeithorizont .....	37
4.5.4	Fazit .....	38
<b>5</b>	<b>Portfolio .....</b>	<b>39</b>
5.1	Auswahlkriterium: In-sample .....	39
5.1.1	Random Walk .....	39
5.1.2	Portfolioperformance.....	41
5.2	Auswahlkriterium: Out-sample .....	45
5.2.1	Portfolioperformance.....	45
<b>6</b>	<b>Verschiedene Märkte .....</b>	<b>49</b>
6.1	Auswahlkriterium: In-sample .....	50
6.1.1	New York .....	50
6.1.2	Tokio .....	52
6.2	Auswahlkriterium: Out-sample .....	54
6.2.1	New York .....	54
6.2.2	Tokio .....	56
6.3	Vergleich .....	57
<b>7</b>	<b>Schlusswort.....</b>	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>59</b>
8.1	Literaturverzeichnis .....	59
8.2	Internetverzeichnis .....	59
8.3	Abbildungsverzeichnis .....	59
8.4	Tabellenverzeichnis .....	62
8.5	Formelverzeichnis .....	63
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>64</b>
9.1	Aufgabenstellung .....	64
9.2	Daten Plots .....	65

# 1 Einleitung

Um herauszufinden, ob ein guter Zeitpunkt ist um in ein Wertpapier oder ähnliches zu investieren, gibt es viele verschiedenen mathematische Modelle und Methoden. Diese Methoden filtern die vergangenen Daten, erstellen Prognosen usw. und werden dann im Optimalfall auf Wertpapiere in einem Portfolio angewendet. In dieser Arbeit werden drei mögliche Methoden zum Filtern untersucht und in einem zweiten Schritt in einem Portfolio getestet. Von InCube AG wurden dazu Daten von neun verschiedenen Spots (Wechselkurse) zur Verfügung gestellt, mit denen alle Test und Untersuchungen in dieser Arbeit durchgeführt wurden. Aus der Aufgabenstellung geht hervor, dass man mehrmals täglich handeln möchte. Die drei Filtermethoden die man testen möchte, sind der MA-Cross, die Exponentielle Glättung und der Direct Filter Approach.

Alle diese Filter können auf die Logreturns der Spots oder auf die eigentlichen Preise der Spots angewendet werden. Deshalb soll als erstes erklärt werden, welche Variante für welchen Filter am besten geeignet ist.

Das Handeln mit Spots ist natürlich auch mit Kosten verbunden. Diese Fallen für jeden Kauf oder Verkauf eines Spots an und werden deshalb Tradinggebühren genannt. Weil in dieser Arbeit mehrmals täglich gehandelt werden soll, will man untersuchen, ob die Tradinggebühren einen grossen Einfluss auf die Performance haben. Denn je mehr man handelt desto mehr Tradinggebühren entstehen, was einen negativen Einfluss auf die Performance hat.

Weiter soll herausgefunden werden, welcher der drei Filter am besten für das mehrmalige Handeln pro Tag geeignet ist. Dies wird mit einem Portfolio und dessen Performance untersucht.

Als letztes möchte man herausfinden ob Zusammenhänge im Handeln von verschiedenen Zeiten bestehen. Genauer gesagt, möchte man herausfinden, ob die Performance verbessert werden kann, wenn man zum Beispiel nur zu den Marktöffnungszeiten von Tokio handelt.

## 2 Daten

In diesem Kapitel werden die von der Firma InCube zur Verfügung gestellten Daten kurz erläutert.

### 2.1 Spots

In dieser Arbeit wurden Wechselkurse, auch Spots genannt, von folgenden Währungen verwendet: AUD zu CAD, CHF zu JPY, EUR zu JPY, EUR zu USD, GBP zu CAD, GBP zu JPY, GBP zu USD, NZD zu CAD, USD zu CAD. Alle verwendeten Sportkurse sind intraday-Daten mit einem Intervall von 15 Minuten und sind ab dem 14.12.2008, 17:15 Uhr bis zum 23.11.2015, 17:15 Uhr vorhanden. Für die ganze Arbeit wurden nur die Originaldaten oder die Logreturns davon verwendet so wie in Abbildung 1 ersichtlich.

$$\text{Logreturn}_i = \log(Spot_i) - \log(Spot_{i-1})$$

Formel 1: Berechnung der Logreturns.

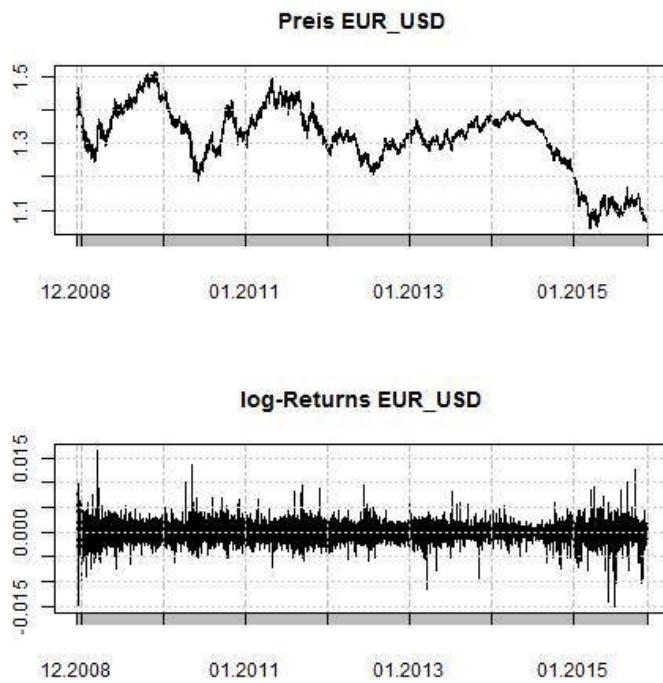


Abbildung 1: Originaldaten von EUR\_USD und die dazugehörigen Logreturns

Alle weiteren Plots der Spots und ihren Logreturns sind im Anhang zu finden. Bei genauerer Betrachtung der Daten fiel auf, dass zum Teil einzelne Einträge in den Daten fehlen. Diese kommen sehr wahrscheinlich durch Feiertage oder auch

durch Übermittlungsfehler zustande. In der Tabelle 1 ist ersichtlich, wie viele Lücken in den Daten existieren und wie hoch ihr prozentualer Anteil am jeweiligen Spot ist. Aufgrund dieser Zahlen sah man, dass die fehlenden Einträge vernachlässigbar wären. Trotzdem wurde entschieden die fehlenden Einträge aufzufüllen, um die zukünftigen Resultate nicht zu verfälschen. Dabei wurde immer der unmittelbar vorhergehende Wert verwendet. Damit bewirkte man, dass der Spot in der betroffenen Zeitspanne keine Wertveränderung erfuhr.

Spot	Anz Lücken	Anteil
AUD – CAD	63	0.04 %
CHF – JPY	95	0.06 %
EUR – JPY	19	0.01 %
EUR – USD	23	0.01 %
GBP – CAD	98	0.06 %
GBP – JPY	48	0.03 %
GBP – USD	23	0.01 %
NZD – CAD	91	0.05 %
USD – CAD	57	0.03 %
Komp.Datensatz	254	0.15 %

Tabelle 1: Anzahl und Anteile der Lücken in den Daten

Insgesamt fehlen über die 9 Spots ca. 2.5 Tage an Daten. Über den Zeitraum von ca. 7 Jahren ist dies ein sehr tiefer Wert.

## 2.2 Tradinggebühren

Jeder Wechsel der Investition („Long“ / „Short“) ist mit Kosten verbunden, welche Tradinggebühren genannt werden. In der folgenden Tabelle sind diese für jeden Spot aufgeführt.

Spot	Gebühren *10 <sup>-4</sup>
AUD - CAD	1.5
CHF – JPY	2.7
EUR – JPY	0.4
EUR – USD	0.2
GBP – CAD	1.5
GBP – JPY	1.4
GBP – USD	0.7
NZD – CAD	2.1
USD - CAD	0.6

Tabelle 2: Tradinggebühren der jeweiligen Spots

Die Gebühren können zu den Logreturns der Spots summiert werden. Sie müssen jeweils mit dem Faktor 10<sup>-4</sup> multipliziert werden. Man kann beobachten, dass die Tradinggebühren teilweise sehr unterschiedlich sind. Dies hängt von der Liquidität des jeweiligen Spots ab.

## 3 Filter

In diesem Kapitel werden die drei verwendeten Filter und ihre Analyse genauer beschrieben und mit einem Anwendungsbeispiel veranschaulicht.

### 3.1 Filter Analyse

Um besser zu verstehen, was in den jeweiligen Filtern mit den Input Daten genau passiert, wurden zwei gängige Masse verwendet. Zum einen die Amplitude und zum anderen der Time-Shift. In folgenden Abschnitten werden diese genauer erläutert.

#### 3.1.1 Amplitude

Mit Hilfe der Amplitude kann gesagt werden, welche Frequenzen des Filterinputs wie stark gedämpft oder verstärkt werden. In den folgenden Zeilen wird erklärt, wie man Sie berechnet.

Wenn  $x_t$  der Filterinput ist, wird der Filteroutput  $y_t$  wie folgt beschrieben:

$$y_t = \sum_{k=-\infty}^{\infty} y_k * x_{t-k}$$

Formel 2: Definition des Filteroutputs

Um die Filtereffekte besser ableiten zu können wird eine spezielle Inputreihe angenommen:

$$x_t := e^{it\omega}$$

Formel 3: Spezieller Filterinput

Der Output wird dann zu:

$$y_t = \sum_{k=-\infty}^{\infty} y_k * e^{i\omega(t-k)} = e^{i\omega t} * \sum_{k=-\infty}^{\infty} y_k * e^{-i\omega k} = e^{i\omega t} * \Gamma_\omega$$

Formel 4: Filteroutput mit Filterinput aus Formel 3

$$\Gamma_\omega := \sum_{k=-\infty}^{\infty} y_k * e^{-ik\omega}$$

Formel 5: Transferfunktion

Dabei ist  $\Gamma_\omega$  die sogenannte Transferfunktion des Filters und  $y_k$  sind seine Fourier-Koeffizienten. Die komplexe Zahl  $\Gamma_\omega$  kann nun wie folgt in Polarkoordinaten umgeschrieben werden:

$$\Gamma_\omega = A_\omega * e^{-i\Phi(\omega)}$$

Formel 6: Transferfunktion in Polarkoordinaten

$$A_\omega = |\Gamma_\omega|$$

Formel 7: Amplitude

Formel 7 ist dabei die Amplitude des Filters und  $\Phi(\omega)$  die dazugehörige Frequenz.

### 3.1.2 Time-Shift

Der Time-Shift dient zur Interpretation der Zeitverschiebung zwischen dem Filteroutput und dem Filterinput. Zur Berechnung des Time-Shifts wird wieder die Transferfunktion aus Formel 5 verwendet,  $\Phi(\omega)$  ist dabei wieder die jeweilige Frequenz zum Time-Shift.

$$T_\omega = \arg(\Gamma_\omega)$$

Formel 8: Time-Shift

## 3.2 MA-Cross

Der MA-Cross ist ein Trading-Indikator, der zwei Moving-Average-Filter miteinander kombiniert. Er generiert jedes Mal ein Trading-Signal, wenn sich diese zwei schneiden. Ein Moving-Average-Filter berechnet über die letzten „n“ Beobachtungen den Mittelwert. Die Anzahl gewählter Beobachtungen entspricht der MA-Ordnung. Ein Moving-Average mit tiefer Ordnung reagiert somit stärker auf extreme Werte. Einer mit hoher Ordnung ist stabiler, wodurch extreme Werte weniger ins Gewicht fallen.

$$MA(n) = \frac{\sum_{i=1}^n Spot_i}{n}$$

Formel 9: Berechnung eines Moving-Average-Filters mit Ordnung n

Die Ordnungen der MA-Filter hängen davon ab, wie viel Mal man am Tag handeln will. Um einen ersten Ansatz verfolgen zu können, ging man davon aus, dass ca. drei Mal pro Tag gehandelt wird, daher alle 8 Stunden (24/3). Da man jetzt einen

Moving-Average-Filter mit tiefer und einen mit hoher Ordnung haben möchte, berechnet man diese mit einer Halterdauer, die leicht kleiner als 8 Stunden und einer, die leicht grösser als 8 Stunden ist. Somit wurde als Halterdauer 3 und 12 Stunden gewählt.

$$\text{Ordnung} = \text{Halteredauer} * \text{Anz. Beo./h} * 2$$

Formel 10: Berechnung der Ordnung für den MA-Filter

Da die Spotkurse ein Intervall von 15 Minuten haben, ist die Anz. Beo./h gleich 4. Ausserdem Besitzt eine Schwingung eine Long- und eine Short-Phase, deshalb muss in der Formel mit 2 multipliziert werden. In diesem Beispiel kommt man somit auf die Ordnung 24 und 96.

### 3.2.1 Anwendungsbeispiel

Der Indikator gibt bei jedem Kreuzen der beiden MA-Filter ein Trading-Signal. Immer wenn sich der MA-Filter mit der tiefen Ordnung (24) unter dem Niveau dessen mit der hohen Ordnung (96) befindet, sollte man „Short“ und bei der umgekehrten Situation „Long“ gehen. In der Abbildung 2 kann man dies an einem Beispiel sehen.

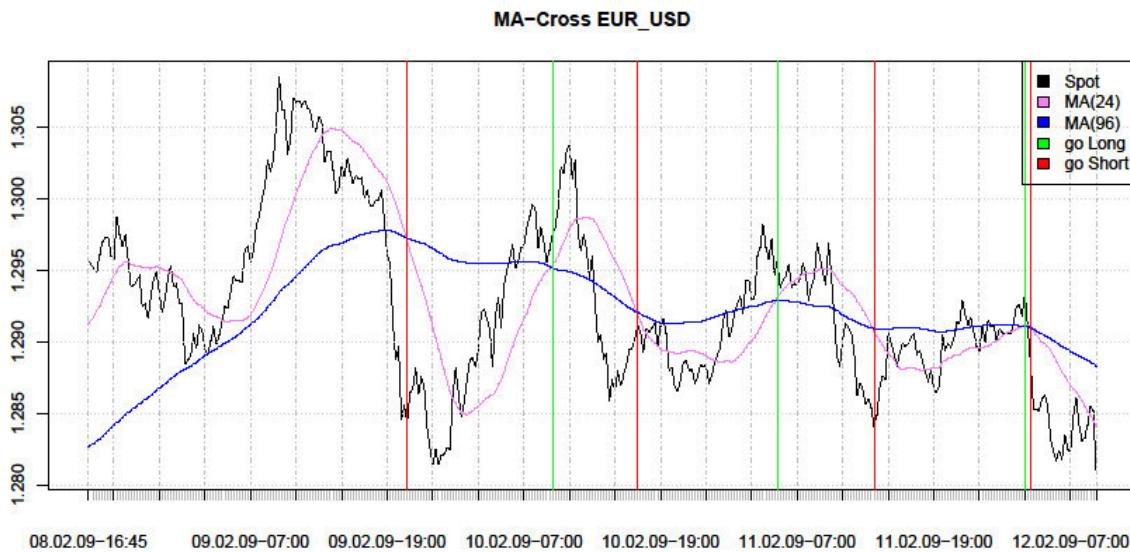


Abbildung 2: MA-Cross Anwendungsbeispiel

Man sieht, dass die gewählten Ordnungen der beiden Moving-Average-Filter noch nicht optimal sind. Bei den Abwärtsphasen ist er noch zu lange „Long“, und bei den aufwärts Phasen zu lange „Short“. Er ist also immer etwas zu spät mit

den Trading-Signalen. Deswegen werden die Filter in einem späteren Kapitel optimiert. In dieser Zeitspanne würde man mit diesen Einstellungen einen starken Verlust einfahren.

An diesem Beispiel kann man sehr gut sehen, wie extreme Beobachtungen die zwei MA-Filter beeinflussen. Der mit hoher Ordnung ändert sich sehr wenig. Anders sieht es beim Filter mit tiefer Ordnung aus, der von den extremen Beobachtungen sehr stark geprägt wird.

### 3.2.2 Amplitude und Time-Shift

In der Abbildung 3 wurden die Amplitude und der Time-Shift des MA-Cross mit den Ordnungen 24 und 96 dargestellt.

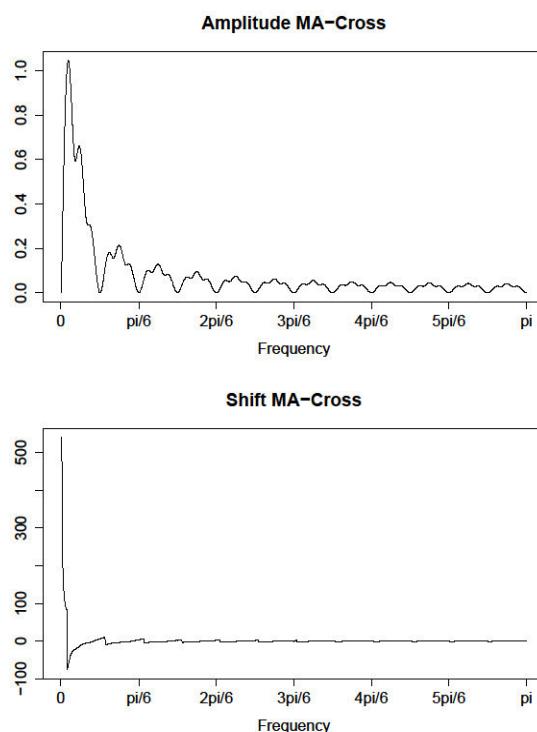


Abbildung 3: Amplitude und Shift vom MA-Cross mit MA(96) und MA(24)

Durch die Amplitude lässt sich erkennen, dass der MA-Cross die Daten in den hohen Frequenzen sehr stark dämpft. Die tiefen Frequenzen werden kaum verändert. Man erkennt auch, dass es sich beim MA-Cross um ein Bandpassfilter handelt, da die Amplitude am Anfang null ist, dann steigt und sich gegen Ende wieder dem Niveau null nähert.

Der Shift zeigt, dass die Wendepunkte bei der Frequenz null verspätet sind und dafür bei einer leicht höheren Frequenz eine Voraussage erfolgt. Bei noch höheren Frequenzen pendelt sich der Shift wieder bei dem Niveau null ein.

### 3.3 Exponentielle Glättung

Die Exponentielle Glättung funktioniert ähnlich wie der Moving-Average-Filter, bei welchem die vergangenen Beobachtungen durch den Mittelwert gemittelt werden. Bei diesem Filter wird der aktuelle Spot-Wert mit dem Faktor „1-Alpha“ gewichtet und mit dem vorhergehenden gefilterten Wert, welcher mit dem Faktor Alpha gewichtet wird, summiert. Dies wird durch einen Autoregressiven-Prozess erster Ordnung erreicht.

$$ExpSmooth_i = \alpha * Spot_i + (1 - \alpha) * ExpSmooth_{i-1}$$

Formel 11: Berechnung der Exponentiellen Glättung

Alpha ist ein Gewichtungsfaktor zwischen null und eins. Je grösser Alpha, desto geringer die Glättung des Filteroutputs. Grund dafür ist, dass bei grossem Alpha ein grösseres Gewicht auf der aktuellen Beobachtung liegt als auf dem vorhergehenden Filteroutput. Folglich hat die aktuelle Beobachtung mehr Einfluss und die Glättung wird daher gering ausfallen.

Natürlich wäre auch ein Alpha möglich, welches ausserhalb des oben erwähnten Bereichs liegt. Da dies aber eher sinnlos ist, wurden Werte ausserhalb von null und eins nicht untersucht.

#### 3.3.1 Anwendungsbeispiel

In Abbildung 4 sieht man eine Abbildung für zwei unterschiedliche Exponentielle Glättungen mit Alpha gleich 0.1 und Alpha gleich 0.3.

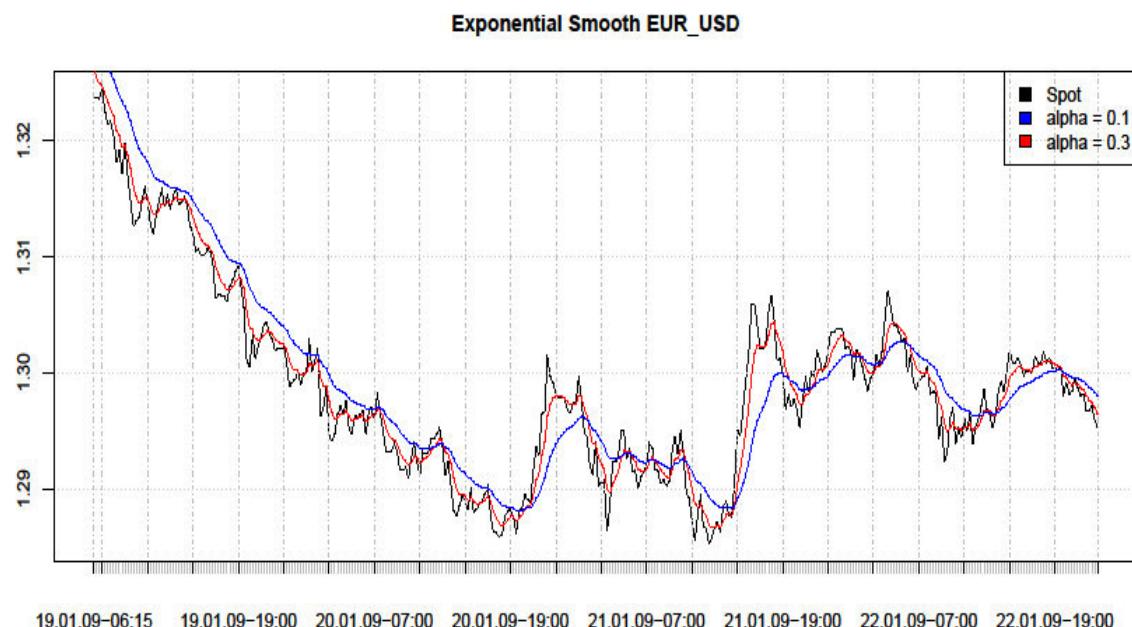


Abbildung 4: Exponentielle Glättung Beispiel mit Alpha 0.1 und 0.3

Für das Trading-Signal werden von diesen exponentiell geglätteten Daten die Logreturns gebildet. Wenn diese negativ sind, wird ein „go Short“-Signal generiert. Das Umgekehrte gilt für positive Werte, bei diesen werden „go Long“-Signale erzeugt. In Abbildung 5 kann dies für eine Exponentielle Glättung mit Alpha=0.1 beobachtet werden. Natürlich wäre es auch möglich, zuerst die Logreturns zu bilden und dann diese zu filtern.

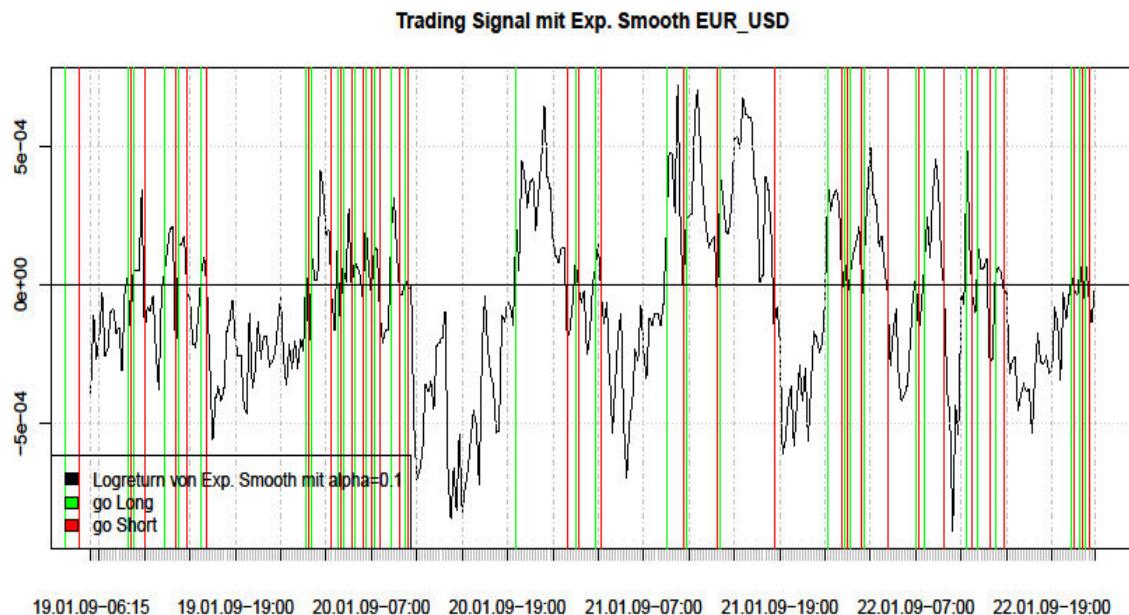


Abbildung 5: Trading Signale aus den exponentiell geglätteten Daten mit Alpha=0.1

Auf den ersten Blick kann man erkennen, dass sehr viele Signale entstanden sind. Daher werden für ein höheres Alpha noch mehr Signale erwartet, da der Filter dann stärker auf extreme Beobachtungen reagiert. Dies würde zu sehr hohen Tradinggebühren führen, was sich negativ auf die Performance des Filters auswirken könnte.

Für die Optimierung wird mit einem Alpha zwischen 0 und 0.1 gerechnet. Wenn die Tradinggebühren nicht beachtet werden, könnten sich die Werte auch in einem höheren Bereich bewegen.

### 3.3.2 Amplitude und Time-Shift

Um die Exponentielle Glättung noch besser zu verstehen, wurden die Amplitude und der Time-Shift in Abbildung 6 wieder mit Alpha gleich 0.1 und Alpha gleich 0.3 dargestellt.

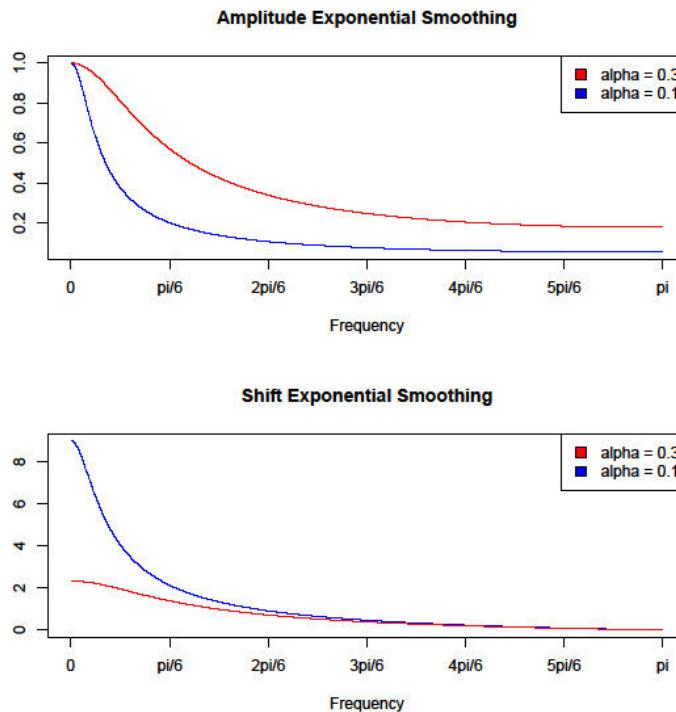


Abbildung 6: Amplitude und Time-Shift der Exponentiellen Glättung mit Alpha 0.1 und 0.3.

In der Darstellung der Amplitude kann beobachtet werden, wie sie mit zunehmender Frequenz exponentiell abfällt. Der Unterschied der beiden Filter bedeutet wie bereits angesprochen, dass ein höheres Alpha zu einem glatteren Filtern führt. Somit hat die aktuelle Beobachtung einen geringeren Einfluss auf den Output des Filters. Außerdem sieht man, dass dieser Filter ein Tiefpassfilter ist, da er tiefe Frequenzen weniger dämpft als hohe Frequenzen und die Amplitude bei dem Niveau null beginnt. Mit abnehmendem Alpha werden die höheren Frequenzen stärker herausgefiltert.

Der Time-Shift zeigt, dass die Wendepunkte bei tiefen Frequenzen mit abnehmendem Alpha immer später erkannt werden. Bei den höheren Frequenzen hat das Alpha keinen erwähnenswerten Einfluss mehr auf den Time-Shift.

### 3.4 Direct Filter Approach

Der DFA versucht optimale Filtergewichte für die vergangenen Beobachtungen zu berechnen. Grundsätzlich werden mit einer Frequenzfunktion des Spots und einer Zielfunktion die Filtergewichte nach einem Meansquare-Kriterium minimiert.

$$y_t = Spot_t - Spot_{t-1}$$

$$y'_t := \sum_{k=0}^{L-1} b_k * x_{t-k}$$

$$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (y_t - y'_t)^2 = \frac{2\pi}{T} \sum_{k=-[T/2]}^{[T/2]} I_{T\Delta Y}(\omega_k) \approx \frac{2\pi}{T} \sum_{k=-[T/2]}^{[T/2]} |\Delta \Gamma(\varpi_k)|^2 I_{TX}(\omega_k) \rightarrow \min_b$$

Formel 12: Berechnungen für die Optimierung der Filterkoeffizienten

Dieser Filter besitzt die folgenden Inputmöglichkeiten.

- L: Filterlänge, je grösser dieser Wert ist, desto höher ist die Gefahr von Überschätzten
- Lambda: mit steigendem Wert wird der Time-Shift reduziert, jedoch gibt es kleinere Fehler in der Aktualität → sinnvolle Werte liegen zwischen 0-16
- weight\_func: hier wird die Frequenzfunktion übergeben → in dieser Arbeit wird das Periodogram verwendet
- Lag: um Echtzeitfilter zu erhalten, muss 0 gewählt werden
- Gamma: Ziel symmetrischer Filter
- Eta: mit steigendem Wert wird das Glätten betont und somit verbessert sich die Rauschunterdrückung → sinnvolle Werte liegen zwischen 0-1.5
- cutoff: bis zu welcher Frequenz das Passband gehen soll
- i1: um Amplitude bei 1 starten zu lassen → T wählen
- i2: um Time-Shift bei 0 starten zu lassen → T wählen

Um einen Ansatz verfolgen zu können, ging man wieder von dreimal handeln pro Tag aus. Damit beträgt die durchschnittliche Dauer eines Trades 32 Viertelstunden ((24/3)\*4=32). Eine vollständige Schwingung dauert somit 64 Viertelstunden (32\*2=64), womit die Haltedauer gefunden wurde.

$$cutoff = \frac{2\pi}{Haltedauer}$$

Formel 13: Berechnung des cutoff

Der cutoff beträgt demnach  $\pi/32$  und die Länge des Filters 64. Das Lambda und Eta wurde vorerst auf 0 gesetzt. Zusätzlich definierte man das  $i_1$  und  $i_2$  gleich F. Das Gamma wurde aus dem cutoff berechnet. Da ein Echtzeitfilter angewendet werden sollte, wurde der Lag gleich 0 gesetzt. Für die weight\_func wurde das Periodogram über den letzten Monat benutzt.

### 3.4.1 Anwendungsbeispiel

In Abbildung 7 sieht man einen Ausschnitt des Filteroutputs des DFA. Um davon Trading-Signale zu generieren, wurden von den Filteroutputs die Logreturns gebildet. Wenn diese negativ sind wird ein „go Short“-Signal generiert, wenn sie positiv sind, ein „go Long“-Signal.

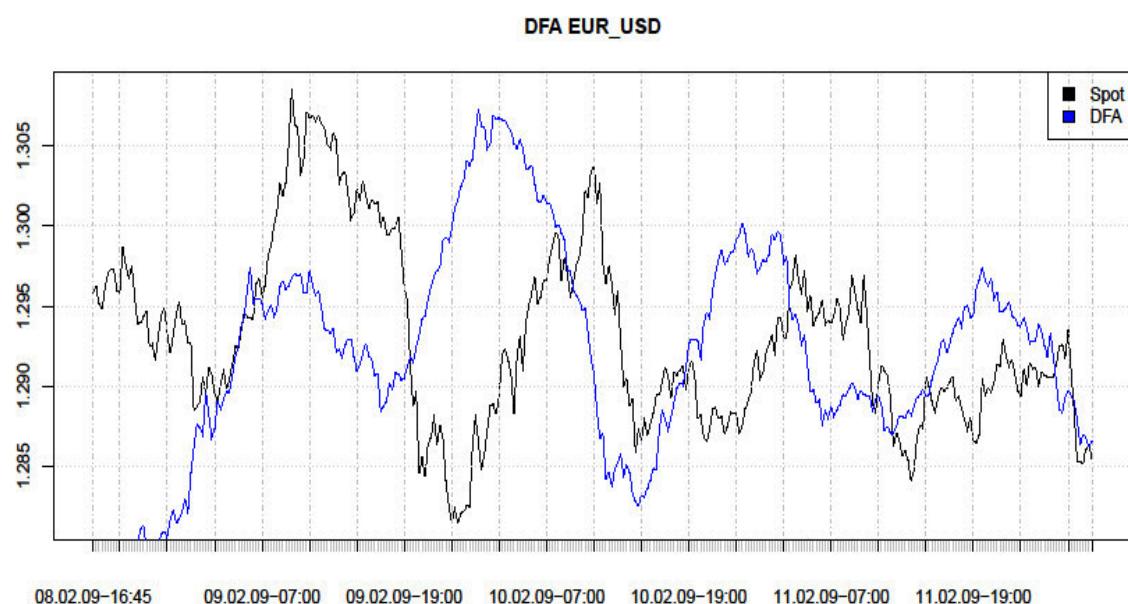


Abbildung 7: DFA Anwendungsbeispiel

Es lässt sich erkennen, dass der Filter das Rauschen zwar recht gut herausfiltert, dieser aber eine Zeitverzögerung im Trend aufweist, die mehr als 16 Stunden beträgt. Daher wird eine schlechte Performance in dieser Zeitspanne erwartet.

Bei einer späteren Optimierung des Filters werden die Eta und Lambda in einem gewissen Bereich definiert. Damit hofft man ein besseres Ergebnis erzielen zu können.

Die Abbildung 7 wurde zusammen mit Herrn Wildi betrachtet. Dabei betonte er, dass dies nicht stimmen kann. Wenn man das Resultat mit dem Time-Shift aus Abbildung 9 vergleicht, muss man vermuten, dass Herr Wildi Recht hat. Es wurde in mehreren Anläufen versucht den Fehler zu finden, dies gelang aber leider nicht in der zur Verfügung stehenden Zeit.

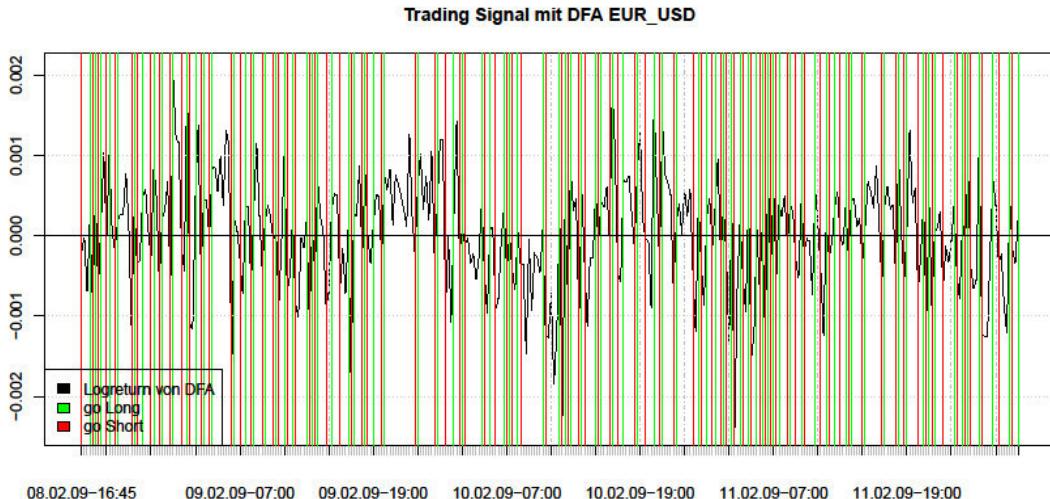


Abbildung 8: Trading Signale des DFA

In dieser Grafik kann man noch besser sehen, dass Eta und Lambda vermutlich angepasst werden müssen, da zu viele Trading-Signale entstehen und dadurch die Tradinggebühren sehr hoch sind.

### 3.4.2 Amplitude und Time-Shift

Da der DFA aufgrund des jeweiligen Spots die Filtergewichte berechnet, sind die Amplitude und der Time-Shift je nach Spot unterschiedlich. Deshalb wurde nur jeweils eine Grafik erstellt. Die Amplitude und der Time-Shift wurden über einen Monat bis zum 15.01.2009, 5:30 Uhr für den EUR-USD Spot berechnet.

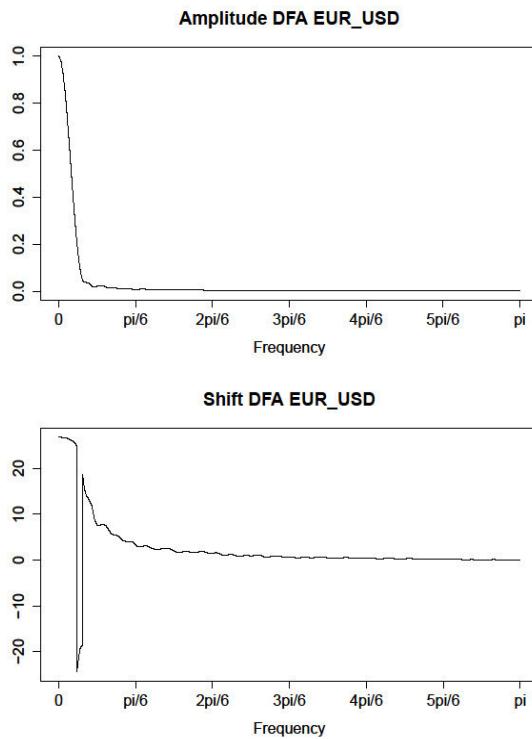


Abbildung 9: Amplitude und Time-Shift des DFA für EUR-USD

Der DFA dämpft die Daten bereits sehr stark. Dies erkennt man daran, dass die Amplitude für alle Frequenzen ab ca.  $\pi/12$  bei dem Niveau von null ist. Praktisch nur der Trend wird durch diesen Tiefpassfilter durchgelassen.

Im Time-Shift sieht man, dass der Trend eine hohe Zeitverzögerung hat. Die restlichen Frequenzen ab ca.  $\pi/12$  pendeln sich dann aber wieder bei einem Time-Shift von null ein. Ideal wäre, wenn man den Trend voraussehen könnte. Dies ist aber eine utopische Vorstellung.

## 4 Optimierung der Filtereinstellungen

In den folgenden Kapiteln wurden die Einstellungen der verschiedenen Filter optimiert. Dazu wurde ein In-sample über den Zeitraum von 2009-01-15, 05:45 - 2009-02-12, 05:00 also ca. ein Monat (1920 Beobachtungen) benutzt. In einem ersten Schritt wurde die Optimierung ohne Tradinggebühren durchgeführt und anschliessend mit. Danach wurden die Filter in einem Out-of-sample über den nächsten Monat vom 2009-02-12 05:15 - 2009-03-12 05:30 getestet und mit dem annualisierten Sharpe Ratio, den absoluten Drawdowns und der resultierenden Performance beurteilt.

Die Performance wurde zwischen den zwei folgenden Vorgehensweisen verglichen:

1. Zuerst die Rohdaten filtern und dann vom erhaltenen Ergebnis die Logreturns bilden → (Filter / Log-Returns)
2. Zuerst die Logreturns von den Rohdaten bilden und dann das Ergebnis filtern → (Log-Returns / Filter)

Da beim MA-Cross nicht der Filteroutput als Trading-Signal verwendet wird, sondern die Punkte wo sich die MA's kreuzen, sind die zwei Vorgehen für diesen Filter leicht anders. Für das erste Vorgehen wurden nicht die Logreturns aus den Filteroutputs gebildet, sondern der MA-Cross wurde einfach auf die Rohdaten angewendet. Das zweite Vorgehen bleibt dafür gleich, der MA-Cross wurde auf die Logreturns der Rohdaten angewendet.

### 4.1 Performancemasse

Um die Performances der Filter quantitativ zu beurteilen wurde jeweils die annualisierte Sharpe Ratio berechnet. Für eine visuelle Beurteilung wurde die Performance mit und ohne Tradinggebühren berechnet und grafisch dargestellt. Zusätzlich wurden jeweils die absoluten Drawdowns betrachtet, damit die maximalen Verluste dargestellt werden können.

#### 4.1.1 Sharpe Ratio

Die Sharpe Ratio ist eine Kennzahl mit der es möglich ist, verschiedene Performances miteinander zu vergleichen. Er stellt die momentane Änderung eines Spots seiner Volatilität gegenüber, wodurch man eine Kennzahl zur Bewertung eines Spots erhält. Diese sollte möglichst hoch liegen, um eine möglichst hohe Rendite zu erwirtschaften.

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(Spot_i) - \log(Spot_{i-1})}{\frac{n}{sd(Spot)}}$$

Formel 14: Berechnung des Sharpe Ratio

Die Sharpe Ratio wird grösser, wenn die Logreturns grösser werden oder die Standardabweichung des Spots kleiner wird. Beides ist wünschenswert, denn wenn die Renditen steigen wird der Gewinn grösser und wenn die Standardabweichung sinkt wird das Risiko kleiner. Somit kann man sagen, je grösser die Sharpe Ratio desto besser ist der Spot für eine Investition geeignet. Damit man die Sharpe Ratio miteinander vergleichen kann, müssen sie auf ein Jahr annualisiert werden.

$$\text{annualisiertes Sharpe Ratio} = \sqrt{250 * 24 * 4} * \text{Sharpe Ratio}$$

Formel 15: Berechnung des annualisierten Sharpe Ratio

Der Faktor 250 steht für die Anzahl Tage in einem Jahr, 24 die Anzahl Stunden pro Tage und 4 weil die Spots im Viertelstundentakt vorhanden sind.

Sobald die annualisierte Sharpe Ratio grösser als 1 ist, empfiehlt es sich auf diesen Spot zu investieren. Die Werte zwischen 0 und 1 sind neutral, daher kein Gewinn/Verlust. Bei einem negativen Wert sollte man unbedingt seine Investitionsstrategie überdenken.

#### 4.1.2 Performance Berechnung

Um die Performance visuell vergleichen zu können, wurden diese mit und ohne Kosten berechnet.

$$\text{Performance}_i = \text{TradingSignal}_{t-1} * (\log(Spot_i) - \log(Spot_{i-1}))$$

Formel 16: Berechnung der Performance ohne Berücksichtigung der Tradinggebühren

Für die Performance mit Gebühren mussten die Traelinggebühren von der Performance abgezogen werden.

$$\text{PerformanceGebühren}_i = \text{Performance}_i - |\text{WechselSignal}_{1:i}| * \text{Gebühren}$$

Formel 17: Berechnung der Performance mit Berücksichtigung der Tradinggebühren

Um einen anschaulichen Plot erstellen zu können, muss man von der gewünschten Performance (mit oder ohne Tradinggebühren) die kumulierte Summe berechnen. Dadurch können die beiden Varianten miteinander verglichen werden und man kann sehen wie hoch der Einfluss der Tradinggebühren ist. Bei einer hohen Anzahl von Handeln wird das Ergebnis der Performance mit Tradinggebühren natürlich stark verschlechtert.

#### 4.1.3 Absoluter Drawdown

Der absolute Drawdown ist verallgemeinert gesagt der reine Verlust eines Spots. Somit bekommt man mit diesem Mass eine Übersicht über die Verluste eines Spots.

$$DrawDown_n = \max \left( \sum_{i=1}^n \log(x_i) - \log(x_{i-1}) \right) - (\log(x_i) - \log(x_{i-1}))$$

Formel 18: Berechnung der absoluten Drawdowns

## 4.2 MA-Cross

Beim MA-Cross gibt es zwei Einstellungen zu optimieren. Die Ordnungen des tiefen und des hohen Moving-Average-Filters. Es wurden alle Kombinationen von Ordnung 10 bis 1900 in 10er Schritten getestet und die annualisierte Sharpe Ratio davon betrachtet. Diese wurde einmal mit und einmal ohne Tradinggebühren jeweils für die zwei verschiedenen Vorgehensweisen durchgeführt. Die roten Bereiche in den Plots signalisieren Kombinationen, welche nicht möglich sind. Der MA mit hoher Ordnung sollte nicht kleiner sein als der MA mit tiefer Ordnung. Dies wird in diesem Filter verhindert.

### 4.2.1 Ohne Tradinggebühren

Da die Logreturns viel verrauschter sind als die Rohdaten, werden die Ordnungen beim 2. Vorgehen vermutlich höher sein als beim 1. Grund ist, dass das Rauschen stärker geglättet werden muss als bei den Rohdaten.

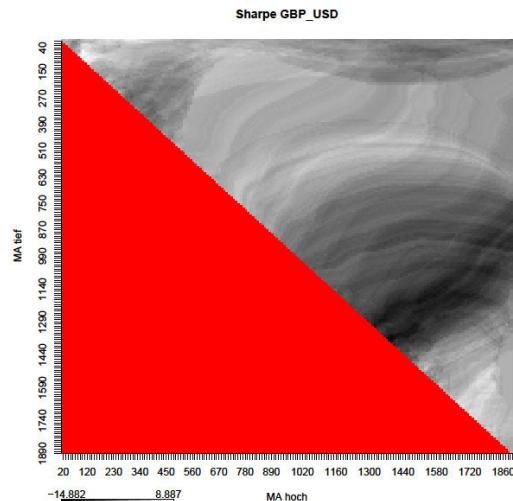


Abbildung 10: Sharpe für GBP\_USD (MA-Cross auf Rohdaten) → 1. Vorgehen

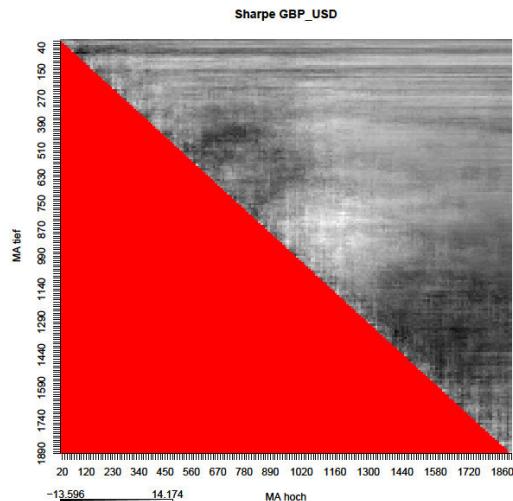


Abbildung 11: Sharpe für GBP\_USD (MA-Cross auf Logreturns) → 2. Vorgehen

Bei dem 1. Vorgehen sieht man sehr schöne Schweife in denen der MA-Cross optimal zu sein scheint. Es ist eine Art Muster entstanden. Allerdings hat es mehrere solche Gebiete, wodurch man kein eindeutiges Optimum erkennen kann. Beim 2. Vorgehen sieht es eindeutiger aus, aber etwas unruhiger. Es hat ein Gebiet beim MA hoch mit ca. 1100 und MA tief mit ca. 800, dass sehr hohe Sharpe Ratio Werte vermuten lässt. Trotzdem hat es leichte dunkle Flecken in dem Gebiet.

In den folgenden zwei Tabellen wurden die besten annualisierten Sharpe Ratios für jeden Spot und den dazugehörigen Ordnungen dargestellt.

1. Vorge-hen	AUD_CAD	CHF_JPY	EUR_JPY	EUR_USD	GBP_CAD	GBP_JPY	GBP_USD	NZD_CAD	USD_CAD
Sharpe	5.927	5.059	<b>8.667</b>	6.136	8.312	<b>10.651</b>	<b>8.887</b>	6.333	3.505
MA hoch	170	120	<b>120</b>	1240	1830	<b>120</b>	<b>110</b>	450	300
MA tief	50	80	<b>90</b>	1230	1740	<b>90</b>	<b>60</b>	430	280

Tabelle 3: Besten Sharpe Ratio zu den optimierten MA-Ordnungen (auf Rohdaten)

2. Vorge-hen	AUD_CAD	CHF_JPY	EUR_JPY	EUR_USD	GBP_CAD	GBP_JPY	GBP_USD	NZD_CAD	USD_CAD
Sharpe	8.720	9.661	10.392	10.684	8.791	<b>13.172</b>	<b>14.174</b>	9.772	<b>10.912</b>
MA hoch	930	1010	1600	150	930	<b>1280</b>	<b>1200</b>	1570	<b>410</b>
MA tief	920	970	1590	120	860	<b>930</b>	<b>800</b>	1560	<b>390</b>

Tabelle 4: Besten Sharpe Ratio zu den optimierten MA-Ordnungen (auf Logreturns)

Das zweite Vorgehen hat durchgehend besser annualisierte Sharpe Ratios. Weiter hat es wie vermutet grössere Ordnungen um das Rauschen besser filtern zu können. Auch die beste annualisierte Sharpe Ratio vom GBP\_USD ist in dem vorher erwähnten hellen Fleck, was die Eindeutigkeit des optimalen Gebietes bestätigt.

#### 4.2.2 Mit Tradinggebühren

Da in diesem Kapitel die Tradinggebühren berücksichtigt werden, sind die annualisierten Sharpe Ratios vermutlich etwas schlechter.

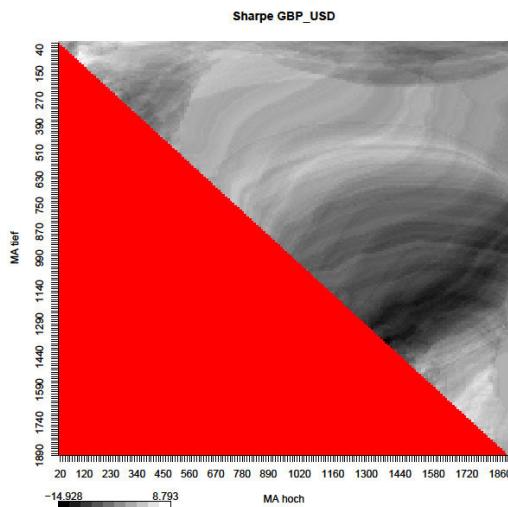


Abbildung 12: Sharpe für GBP\_USD (MA-Cross auf Rohdaten) → 1. Vorgehen

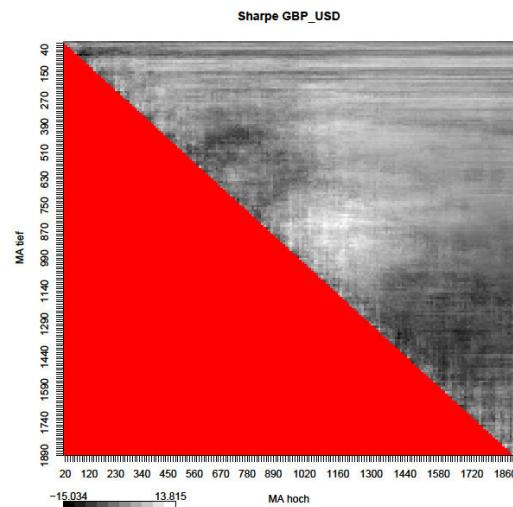


Abbildung 13: Sharpe für GBP\_USD (MA-Cross auf Logreturns) → 2. Vorgehen

Auch hier erkennt man wieder sehr schön, dass beim 1. Vorgehen schöne Muster entstehen, in denen zum Teil sehr hohe annualisierte Sharpe Ratios sind. Es ist aber wieder kein eindeutiges Gebiet erkennbar. Im 2. Vorgehen hat es wieder ein

eindeutiges, aber nicht so sauberes Gebiet. Von Auge sehen die Abbildungen aus dem Kapitel 4.2.1 genau gleich aus.

In den folgenden zwei Tabellen sind wieder die besten annualisierten Sharpe Ratios mit den dazugehörigen Ordnungen dargestellt.

1. Vorge-hen	AUD_CAD	CHF_JPY	EUR_JPY	EUR_USD	GBP_CAD	GBP_JPY	GBP_USD	NZD_CAD	USD_CAD
Sharpe	5.857	4.999	<b>8.529</b>	6.004	8.274	<b>10.546</b>	<b>8.793</b>	6.269	3.291
MA hoch	170	1050	<b>120</b>	1240	1830	<b>120</b>	<b>110</b>	450	300
MA tief	50	800	<b>90</b>	1230	1740	<b>90</b>	<b>60</b>	430	280

Tabelle 5: Besten Sharpe Ratio zu den optimierten MA-Ordnungen (auf Preise)

2. Vorge-hen	AUD_CAD	CHF_JPY	EUR_JPY	EUR_USD	GBP_CAD	GBP_JPY	GBP_USD	NZD_CAD	USD_CAD
Sharpe	7.832	8.236	9.035	<b>10.002</b>	8.565	<b>12.933</b>	<b>13.815</b>	7.587	9.116
MA hoch	930	1010	150	<b>220</b>	1180	<b>1280</b>	<b>1200</b>	1570	410
MA tief	860	970	120	<b>110</b>	650	<b>930</b>	<b>800</b>	1560	390

Tabelle 6: Besten Sharpe Ratio zu den optimierten MA-Ordnungen (auf Logreturns)

Wie bei dem Kapitel 4.2.1 ist auch hier das 2. Vorgehen durchgehend besser. Auch das Optimum beim GBP\_USD liegt im optimalen Gebiet von Abbildung 13. Dadurch kann die Eindeutigkeit des optimalen Gebiets bestätigt werden. Außerdem sind die Sharpe Ratios im Vergleich zum vorhergehenden Kapitel durchgehend schlechter, dies ist wie bereits angesprochen auf die Tradinggebühren zurück zu führen.

#### 4.2.3 Vergleich

Da in den Kapiteln 4.2.1 und 4.2.2 das 2. Vorgehen immer besser abgeschnitten hat, wird hier nur dieses betrachtet. Die besten zwei annualisierten Sharpe Ratios sind immer beim GBP\_JPY und beim GBP\_USD aufgetaucht. Der drittbeste hat variiert, deshalb werden nur die Spots GBP\_JPY und GBP\_USD miteinander verglichen. Es wurde einmal ein In-sample Test durchgeführt um die optimalen Ordnungen zu finden und diese dann in einem Out-of-sample-Test angewendet. In den folgenden Abbildungen sind diese zwei Test dargestellt.

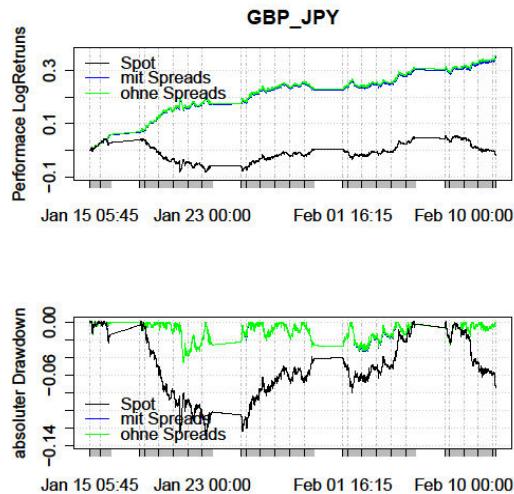


Abbildung 14: In-sample GBP\_JPY

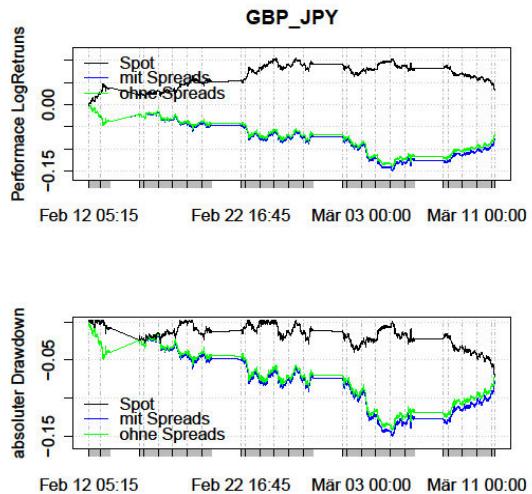


Abbildung 15: Out-of-sample GBP\_JPY

GBP_JPY	Ohne Gebühren	Mit Gebühren
In-sample	13.172	12.933
Out-of-sample	-3.277	-3.692

Tabelle 7: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio

Die In-sample Test des GBP\_JPY macht einen guten Eindruck. Es sind fast keine Drawdowns vorhanden und die Performances mit und ohne Gebühren sind konstant über dem eigentlichen Spot. Zusätzlich sind auch die annualisierten Sharpe Ratios im In-sample sehr hoch.

Im Out-of-sample sieht das Ergebnis leider nicht wunschgemäß aus. Die beiden annualisierten Sharpe Ratios (ohne/ mit gebühren) sind negativ und auch die Performances sind immer schlechter als der eigentliche Spot. Die Drawdowns wiederspiegeln das schlechte Abschneiden. Zu keiner Zeit besitzen sie einen höheren Wert als die des Spots.

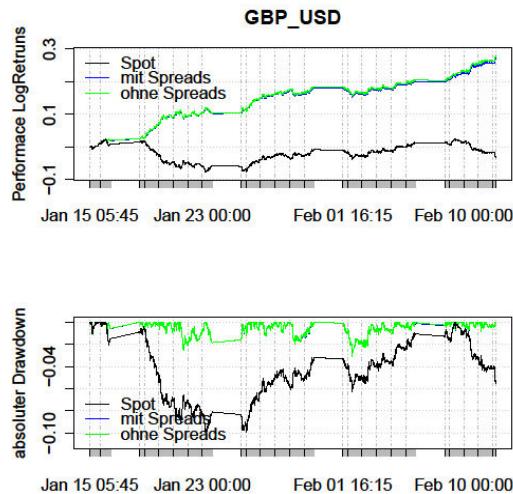


Abbildung 16: In-sample GBP\_USD

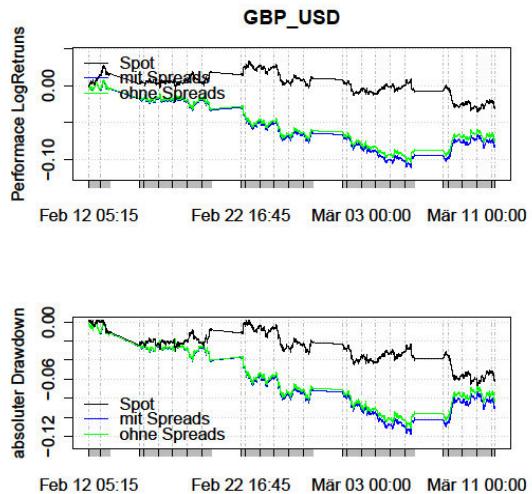


Abbildung 17: Out-of-sample GBP\_USD

GBP_USD	Ohne Gebühren	Mit Gebühren
In-sample	14.174	13.815
Out-of-sample	-4.707	-5.264

Tabelle 8: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio

Beim GBP\_USD ist es ähnlich wie beim GBP\_JPY. Die Performance des In-sample steigt wieder über den gesamten Bereich konstant. Beim Anwenden der Einstellungen im Out-of-sample zeigt die Performance wieder stark nach unten. Nur gerade gegen Ende des Bereichs ist ein leichter Anstieg im Vergleich mit dem Spot erkennbar.

Die schlechten Resultate im Out-of-sample könnten auf einen schlecht gewählten Zeitraum zurückführen sein. Möglicherweise ist der In-sample-Bereich zu verschieden von dem Out-of-sample und der MA-Cross wird sozusagen auf ein anderes Szenario optimiert, wodurch schlechte Resultate entstehen.

## 4.3 Exponentielle Glättung

Bei diesem Filter musste nur das Alpha optimiert werden. Dieses legt fest, wie stark die letzte Beobachtung des jeweiligen Spots gewichtet wird. Es wurde ein Bereich zwischen 0 und 0.2 festgelegt. Ein höheres Alpha ist eher unwahrscheinlich und wird daher nicht vermutet. Die Genauigkeit wurde auf 0.001 festgesetzt.

### 4.3.1 Ohne Tradinggebühren

Da in diesem Kapitel die Tradinggebühren nicht berücksichtigt werden, können hier durchaus hohe Alphas auftreten.

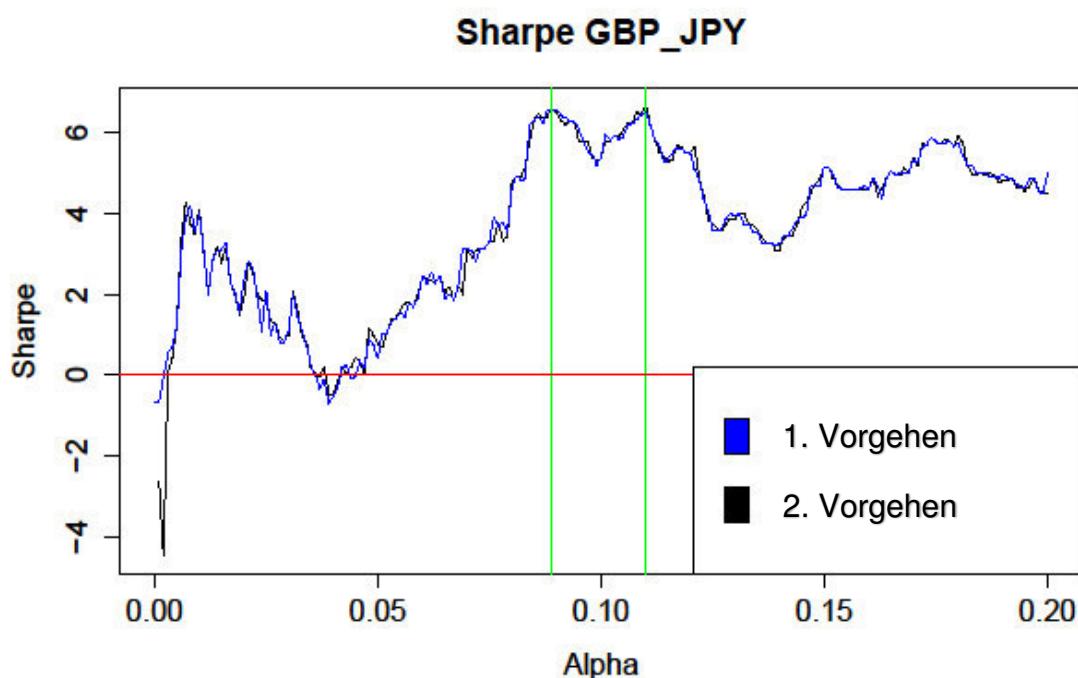


Abbildung 18: Vergleich der Sharpe für verschiedene Alphas (1.&2. Vorgehen)

Man kann beobachten, dass praktisch das gleiche Ergebnis entsteht. Nur gerade zu Beginn ist das 1. Vorgehen, in diesem Beispiel, massiv schlechter, der Grund wurde nicht untersucht. Daher spielt es keine grosse Rolle ob die Daten zuerst gefiltert und dann die Logreturns gebildet werden oder zuerst die Logreturns gebildet und dann gefiltert wird.

1. Vorgehen	AUD_CAD	CHF_JPY	EUR_JPY	EUR_USD	GBP_CAD	GBP_JPY	GBP_USD	NZD_CAD	USD_CAD
Sharpe	-2.528	-0.405	1.210	2.190	<b>4.709</b>	<b>6.685</b>	<b>6.320</b>	2.289	1.938
Alpha	0.025	0.010	0.100	0.109	<b>0.008</b>	<b>0.110</b>	<b>0.009</b>	0.002	0.200

Tabelle 9: Bestes Sharpe mit dem dazugehörigen Alpha für jeden Spot (Filter / Log-Returns)

2. Vorgehen	AUD_CAD	CHF_JPY	EUR_JPY	EUR_USD	GBP_CAD	GBP_JPY	GBP_USD	NZD_CAD	USD_CAD
Sharpe	-1.017	-0.342	1.187	2.190	4.997	6.585	6.329	0.829	1.938
Alpha	0.000	0.010	0.110	0.109	0.008	0.089	0.009	0.003	0.200

Tabelle 10: Bestes Sharpe mit dem dazugehörigen Alpha für jeden Spot (Log-Returns / Filter)

Der Vergleich mit den besten annualisierten Sharpe Ratio Werten für die zwei verschiedenen Vorgehen zeigt das gleiche Bild. Sie bewegen sich praktisch bei allen Spots im gleichen Rahmen. Zusätzlich liegen auch die dazugehörigen Alphas sehr nahe beieinander. Im Durchschnitt ergibt sich beim 2. Vorgehen ein Alpha von ca. 0.060. Nur beim letzten Spot ist vielleicht ein noch höheres Alpha zu erwarten, da es nun bei der Grenze von 0.200 liegt. Dies wurde aber nicht überprüft.

#### 4.3.2 Mit Tradinggebühren

Da die Gebühren einen Einfluss auf die Performance haben, wird ein tieferes Alpha als im vorhergehenden Kapitel erwartet. Dies führt zu einem stärkeren Glätten der Spots und somit weniger Wechsel zwischen „Long“ und „Short“. Damit können die Tradinggebühren tief gehalten werden.

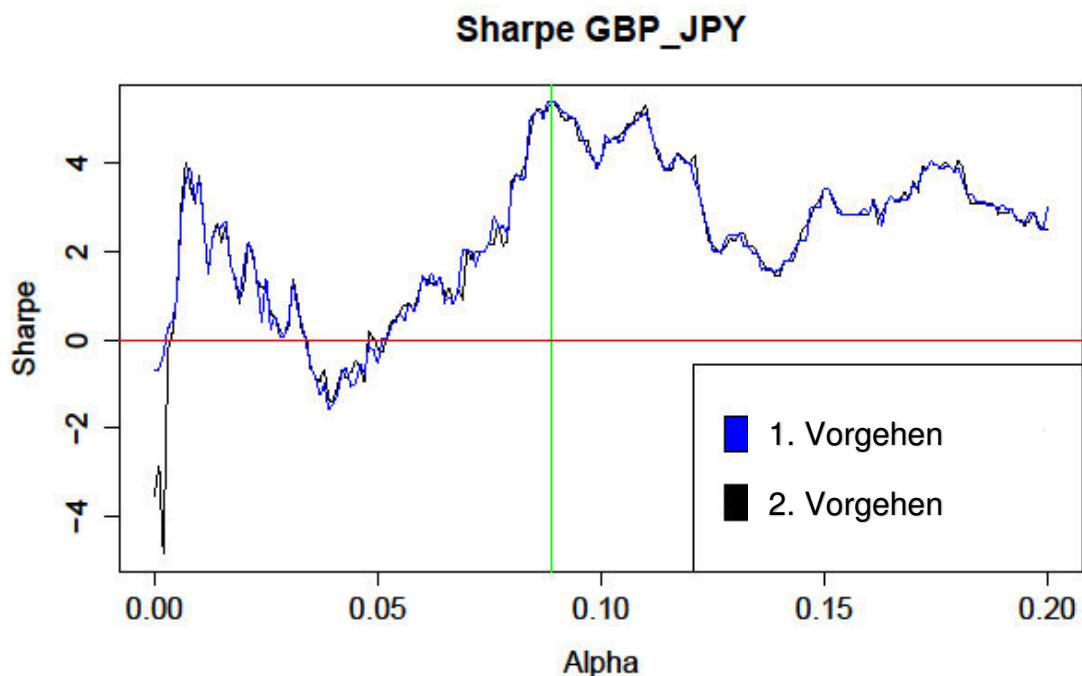


Abbildung 19: Vergleich der Sharpe für verschiedene Alphas (1.&2. Vorgehen)

Man kann wie im Kapitel 4.3.1 beobachten, dass praktisch das gleiche Ergebnis resultiert. Daher spielt es auch hier keine grosse Rolle ob die Daten zuerst gefiltert und dann die Logreturns gebildet werden oder zuerst die Logreturns gebildet

und dann gefiltert wird. Von Auge sieht die Abbildungen aus dem Kapitel 4.3.1 genau gleich aus, bis auf die insgesamt höheren Sharpe Ratios.

1. Vorge-hen	AUD_CAD	CHF_JPY	EUR_JPY	EUR_USD	GBP_CAD	GBP_JPY	GBP_USD	NZD_CAD	USD_CAD
Sharpe	-3.464	-1.050	-0.081	0.829	4.462	5.383	5.960	2.269	-1.252
Alpha	0.025	0.010	0.006	0.001	0.008	0.089	0.009	0.002	0.180

Tabelle 11: Bestes Alpha mit dem dazugehörigen Sharpe für jeden Spot (Filter / Log-Returns)

2. Vorge-hen	AUD_CAD	CHF_JPY	EUR_JPY	EUR_USD	GBP_CAD	GBP_JPY	GBP_USD	NZD_CAD	USD_CAD
Sharpe	-1.024	-0.987	-0.107	0.640	4.750	5.391	5.955	0.667	0.006
Alpha	0.000	0.010	0.006	0.015	0.008	0.089	0.009	0.003	0.000

Tabelle 12: Bestes Alpha mit dem dazugehörigen Sharpe für jeden Spot (Log-Returns / Filter)

Beim Vergleichen der besten annualisierten Sharpe Ratios ist kaum ein Unterschied zu sehen. Zusätzlich bewegen sich die Alphas in einem ähnlichen Bereich. Beim 2. Vorgehen ergibt sich bei den Alphas ein Durchschnitt von 0.016. Dieser Wert ist tiefer als im Kapitel 4.3.1, somit war die Vorhersage eines kleineren Alphas richtig. Um eine hohe Performance zu erreichen, werden die Traddinggebühren mit Hilfe von tiefen Alphas begrenzt. Dadurch wird weniger häufig zwischen „Short“ und „Long“ gewechselt.

#### 4.3.3 Vergleich

An der Spitze des höchsten Sharpe Ratios befinden sich die Spots GBP\_CAD, GBP\_JPY, GBP\_USD. Das Optimum befindet sich mit und ohne Beachtung der Gebühren bei Alpha 0.008, 0.089, 0.009. Dies kommt eher überraschend, da durch die anfallenden Traddinggebühren von unterschiedlichen Alphas ausgegangen werden musste. Vielleicht sind sie zu klein um wirklich einen Einfluss zu haben.

Mit einem In-sample und einem Out-of-sample-Test werden nun die Ergebnisse der besten drei Spots miteinander verglichen. Da sehr ähnliche Resultate zwischen 1. & 2. Vorgehen entstanden sind, wird nun nur noch das 2. Vorgehen betrachtet. Daher werden zuerst die Logreturns der Daten gebildet und anschliessend das entstandene Resultat gefiltert.

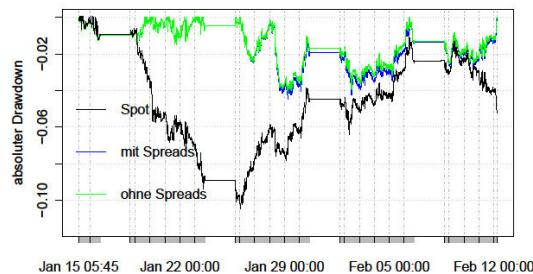
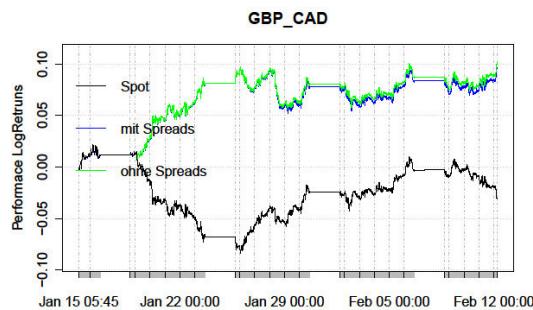


Abbildung 20: In-sample GBP\_CAD

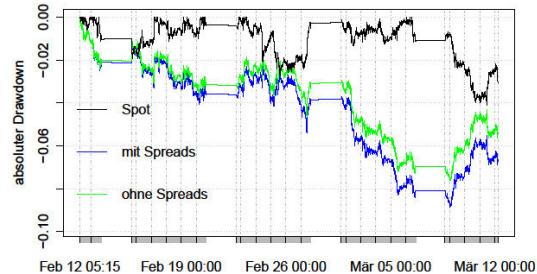
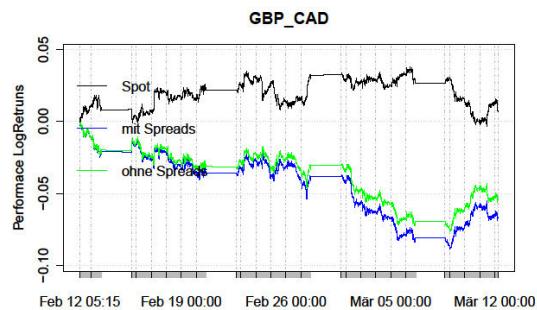


Abbildung 21: Out-of-sample GBP\_CAD

GBP_CAD	Ohne Gebühren	Mit Gebühren
In-sample	4.997	4.750
Out-of-sample	-3.543	-4.354

Tabelle 13: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio

Im In-sample liegen die beiden Performances (mit / ohne Tradinggebühren) des Filters immer höher als die des Spots. Auffallend ist aber, dass beim Sinken der Performance des Spots, die des Filters steigt und umgekehrt. Die absoluten Drawdowns sehen für den Filter gut aus, wie auch die berechnete annualisierte Sharpe Ratio.

Leider zeigt sich beim Out-of-sample das Gegenteil. Die Performances des Filters zeigen während den meisten Zeitpunkten nach unten. Auch die absoluten Drawdowns des Filters befinden sich im Vergleich zum Spot sehr stark im negativen Bereich. Außerdem sind die annualisierten Sharpe Ratios negativ.

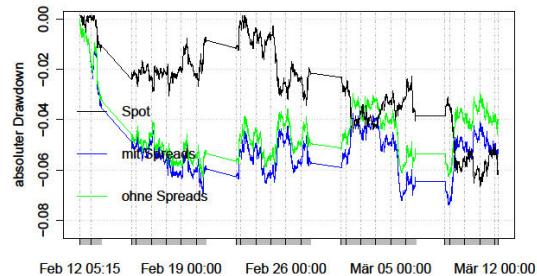
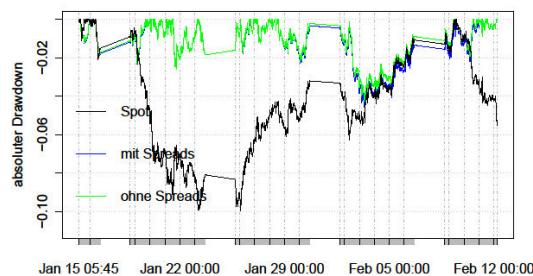
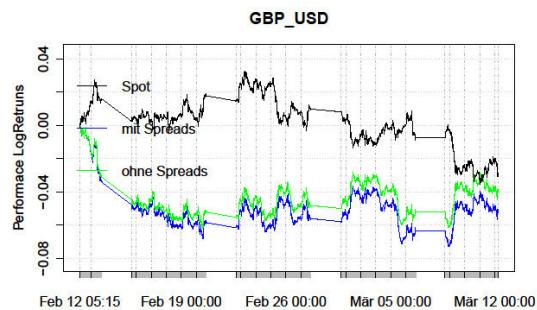
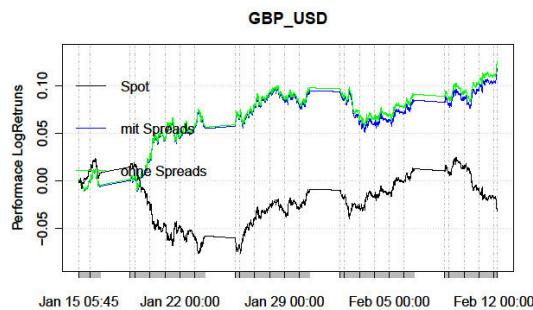


Abbildung 22: In-sample GBP\_USD

Abbildung 23: Out-of-sample GBP\_JPY

GBP_CAD	Ohne Gebühren	Mit Gebühren
In-sample	6.329	5.955
Out-of-sample	-2.595	-3.364

Tabelle 14: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio

Beim GBP\_CAD zeigen die Performances des Filters wieder konstant in den positiven Bereich.

Der Out-of-sample ist in diesem Beispiel wieder ähnlich wie beim letzten Spot. Aber gegen Ende der Zeitspanne sind die Performances des Filters fast wieder auf dem Niveau des Spots. Dies ist aber eher dem Zufall zu verdanken. Am Ende bleibt wieder ein negatives annualisiertes Sharpe Ratio.

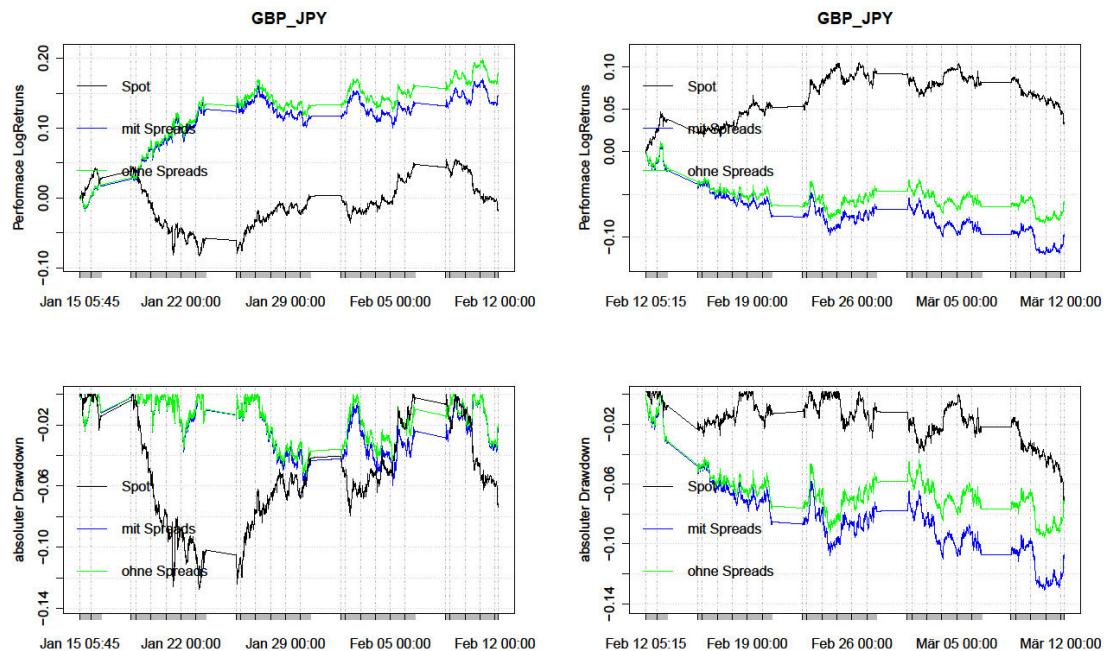


Abbildung 24: In-sample GBP\_JPY

Abbildung 25: Out-of-sample GBP\_JPY

GBP_JPY	Ohne Gebühren	Mit Gebühren
In-sample	6.585	5.391
Out-of-sample	-2.848	-4.605

Tabelle 15: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio

Beim GBP\_JPY muss man leider zu einem ähnlichen Schluss kommen, wie beim ersten Spot.

Das schlechte Abschneiden der Exponentiellen Glättung könnte auf den gewählten Zeitraum zurückzuführen sein. Bei einem konstanten An- oder Abstieg über den In-sample und Out-of-sample Bereich hinaus, sollte der Filter bessere Resultate liefern. Es macht den Anschein, der Filter passt sich auf ein falsches Szenario an.

## 4.4 Direct Filter Approach

Bei diesem Filter wird die Optimierung auf die Parameter Lambda und Eta beschränkt. Ein steigendes Lambda bedeutet Reduktion des Time-Shift. Bei einem steigenden Eta wird das Glätten verstärkt und somit verbessert sich die Rauschunterdrückung im Stoppband. Durch das Erhöhen dieser Parameter verschlechtert sich aber zusätzlich die Aktualität. Das Lambda wird im Bereich von 0-20 mit einer Genauigkeit von 0.5 optimiert. Beim Eta ist der Bereich von 0-5 mit einer Genauigkeit von 0.125. Durch diese genauen Einstellungen dauert die Optimierung für diesen Filter besonders lange.

### 4.4.1 Ohne Tradinggebühren

Hier wird beim 2. Vorgehen ein Eta erwartet, welches grösser ist als 0. Dies hat den Effekt, dass die Amplitude auf das Niveau von 0 geshrinked wird. Somit verliert das Overfitting an Bedeutung und die Reihen ist nicht mehr so verrauscht.

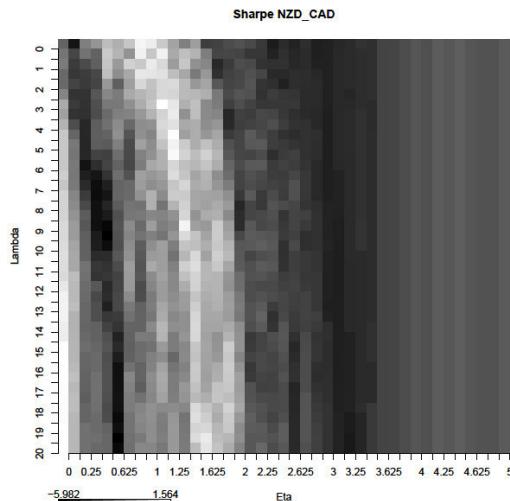


Abbildung 26: Sharpe für NZD\_CAD (Filter / Log-Returns) → 1. Vorgehen

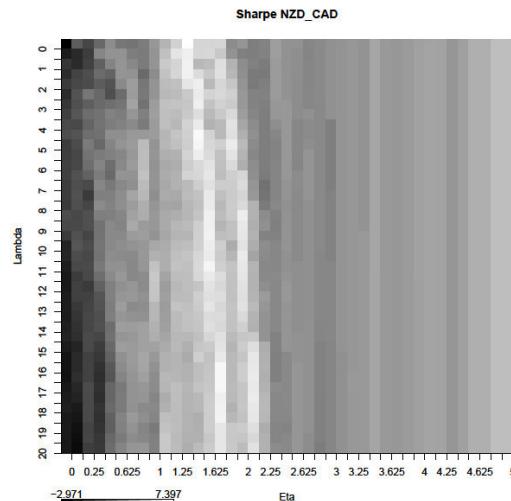


Abbildung 27: Sharpe für NZD\_CAD (Log-Returns / Filter) → 2. Vorgehen

Man kann beobachten, dass die Strukturen in etwa gleich aussehen. Jedoch ist der helle Streifen beim 2. Vorgehen eher breiter und liegt bei einem höheren Eta. Der Bereich des Eta kann gut verkleinert werden, da die höheren annualisierten Sharpe Ratios zwischen dem Bereich von 0 bis 2 liegen.

1. Vorgehen	AUD_CAD	CHF_JPY	EUR_JPY	EUR_USD	GBP_CAD	GBP_JPY	GBP_USD	NZD_CAD	USD_CAD
Sharpe	<b>4.971</b>	3.678	4.318	<b>5.425</b>	<b>4.925</b>	3.124	2.206	<b>1.564</b>	1.585
Lambda	<b>1.000</b>	0.000	0.500	<b>0.000</b>	<b>13.000</b>	2.500	12.500	<b>3.000</b>	9.000
Eta	<b>1.625</b>	0.000	0.000	<b>0.000</b>	<b>1.500</b>	0.375	0.000	<b>1.125</b>	0.625

Tabelle 16: Bestes Lambda und Eta mit dem dazugehörigen Sharpe (Filter / Log-Returns)

2. Vorgehen	AUD_CAD	CHF_JPY	EUR_JPY	EUR_USD	GBP_CAD	GBP_JPY	GBP_USD	NZD_CAD	USD_CAD
Sharpe	2.121	0.841	2.860	2.267	<b>3.758</b>	1.908	1.772	<b>7.397</b>	<b>5.584</b>
Lambda	0.000	0.000	4.500	0.000	<b>3.500</b>	0.500	0.000	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
Eta	0.625	2.750	1.875	4.750	<b>0.375</b>	1.125	5.000	<b>1.375</b>	<b>4.875</b>

Tabelle 17: Bestes Lambda und Eta mit dem dazugehörigen Sharpe (Log-Retruns / Filter)

Beim Vergleich mit den maximalen annualisierten Sharp Ratios sieht man, dass beim 2. Vorgehen ein deutlich höheres Eta ausgewählt wurde. Dies kommt wie bereits gesagt, durch das Overfitting, welches dadurch an Bedeutung verliert. Das Lambda ist beim 1. Vorgehen über einen sehr breiten Bereich verteilt. Beim 2. Vorgehen ist es eher klein.

#### 4.4.2 Mit Tradinggebühren

In diesem Kapitel wird für beide Vorgehen ein eher grosses Eta erwartet, da dies auch ein Einfluss auf die Tradinghäufigkeit hat. Wie bereits erwähnt, wird durch ein grosses Eta das Rauschen unterdrückt. Dadurch verringern sich die Häufigkeiten der Trades und somit auch die Kosten.

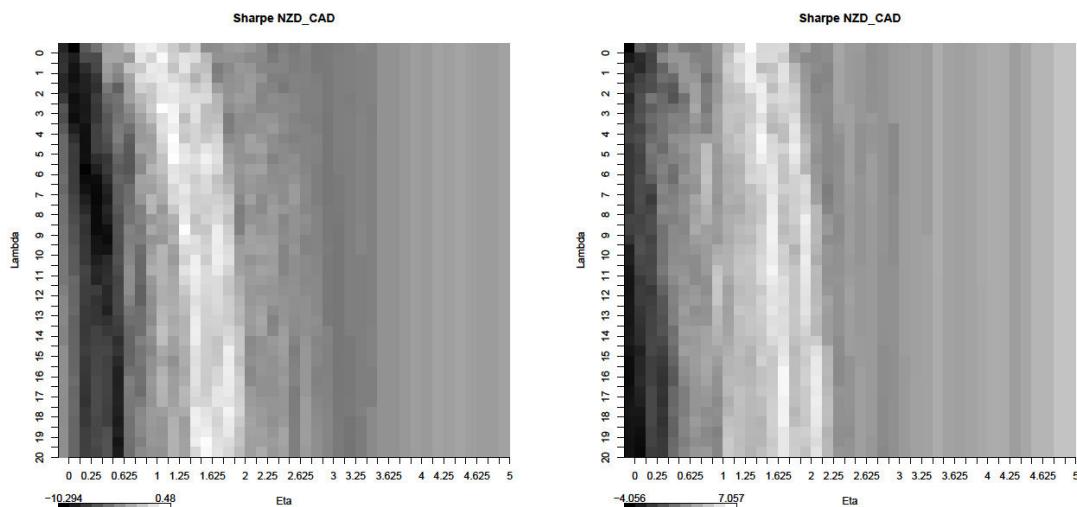


Abbildung 28: Sharpe für NZD\_CAD (Filter / Log-Returns) → 1. Vorgehen

Abbildung 29: Sharpe für NZD\_CAD (Log-Returns / Filter) → 2. Vorgehen

Beim Vergleichen der zwei Abbildungen kommt man wieder auf ein ähnliches Ergebnis wie beim letzten Spot.

1. Vorgehen	AUD_CAD	CHF_JPY	EUR_JPY	EUR_USD	GBP_CAD	GBP_JPY	GBP_USD	NZD_CAD	USD_CAD
Sharpe	<b>4.677</b>	0.368	0.116	<b>-0.704</b>	<b>4.251</b>	<b>2.144</b>	-0.445	0.480	-1.583
Lambda	<b>5.000</b>	18.000	18.500	<b>13.500</b>	<b>20.000</b>	<b>13.000</b>	9.000	4.500	17.000
Eta	<b>1.750</b>	4.125	2.875	<b>2.750</b>	<b>2.000</b>	<b>1.875</b>	2.125	1.250	0.875

Tabelle 18: Bestes Lambda und Eta mit dem dazugehörigen Sharpe (Filter / Log-Returns)

2. Vorgehen	AUD_CAD	CHF_JPY	EUR_JPY	EUR_USD	GBP_CAD	GBP_JPY	GBP_USD	NZD_CAD	USD_CAD
Sharpe	1.619	0.428	2.428	1.927	<b>2.981</b>	1.643	1.498	<b>7.057</b>	<b>4.865</b>
Lambda	0.000	0.000	4.500	0.000	<b>0.000</b>	0.500	0.000	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
Eta	0.625	2.750	1.875	4.750	<b>0.375</b>	1.125	5.000	<b>1.375</b>	<b>4.875</b>

Tabelle 19: Bestes Lambda und Eta mit dem dazugehörigen Sharpe (Log-Retruns / Filter)

Wenn man die beiden Vorgehen vergleicht, erkennt man auf den ersten Blick, dass die annualisierten Sharpe Ratios pro Spot weit auseinander liegen. Während das 1. Vorgehen nur gerade drei Spots hat, die grösser als 1 sind, sind es beim 2. Vorgehen fast alle. Dies kommt doch eher überraschend. Bei dem MA-Cross und der Exponentiellen Glättung waren die beiden Vorgehen sehr ähnlich.

#### 4.4.3 Vergleich

An der Spitze der höchsten annualisierten Sharpe Ratios befinden sich die Spots GBP-CAD, NZD-CAD, USD-CAD. Das Optimum befindet sich mit und ohne Beachtung der Gebühren bei Eta 0.375, 1.375, 4.875. Beim Lambda gibt es nur gerade bei einem Spot einen Unterschied und wird daher bei allen drei auf 0 gesetzt. Es ist überraschend, dass die Etas mit und ohne Tradinggebühren den gleichen Wert aufweisen, da man dies nicht erwarten konnte.

Mit einem In-sample und einem Out-of-sample-Test werden nun die Ergebnisse der besten drei Spots miteinander verglichen. Da das 2. Vorgehen insgesamt besser abgeschnitten hat, wird nur noch dieses weiter untersucht.

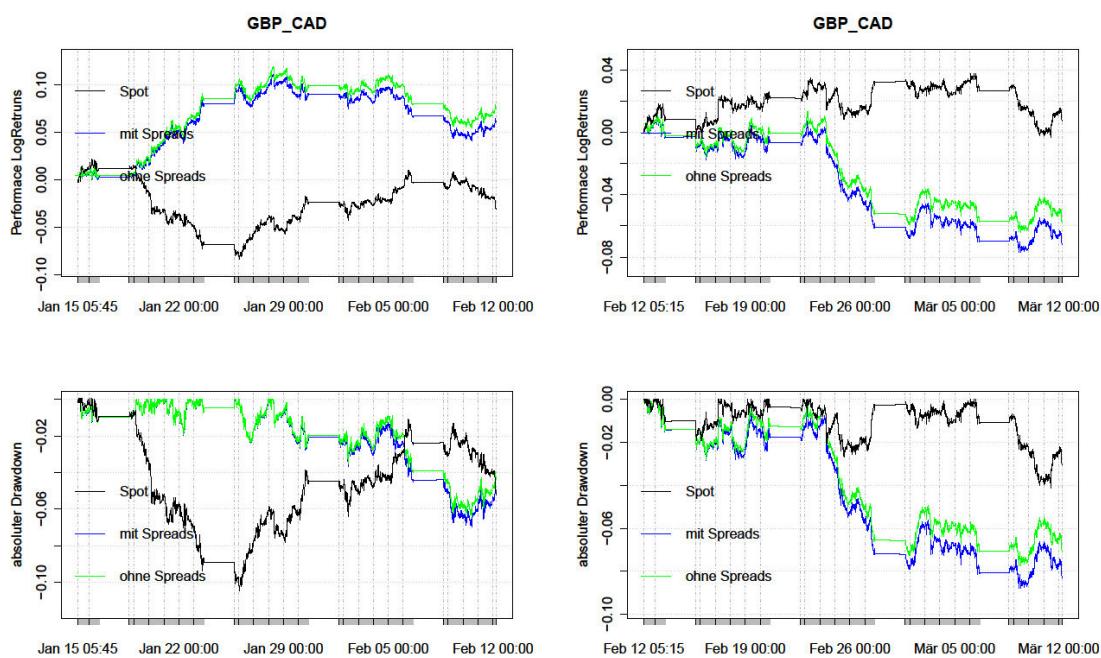


Abbildung 30: In-sample GBP\_CAD

Abbildung 31:Out-of-sample GBP\_CAD

GBP_CAD	Ohne Gebühren	Mit Gebühren
In-sample	3.704	2.981
Out-of-sample	-3.789	-4.354

Tabelle 20: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio

Beim In-sample liegen die beiden Performances (mit / ohne Tradinggebühren) des Filters immer höher als die des Spots. Gegen Ende des Zeitraums kann man beobachten, dass sich die Performance des Spots und des Filters wieder leicht annähert. Die absoluten Drawdowns befinden sich nicht so stark im negativen Bereich wie die des Spots. Nur gegen Ende des Zeitraums befinden sie sich ein bisschen unterhalb der Spots.

Beim Out-of-sample zeigt sich ein anderes Bild. Zu Beginn kann sich die Performance des Filters noch einigermassen bei 0 halten, aber gegen Ende stürzt sie ab. Bei den absoluten Drawdowns kommt man zum selben Entschluss. Zusätzlich befinden sich die annualisierten Sharpe Ratios im negativen Bereich.

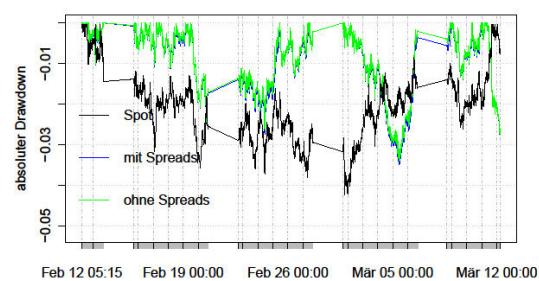
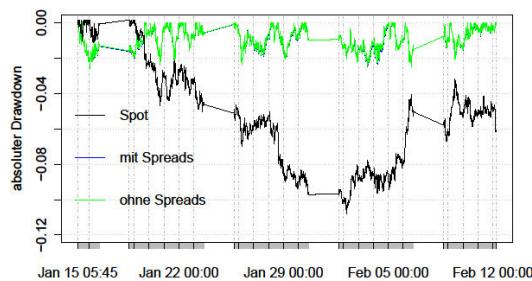
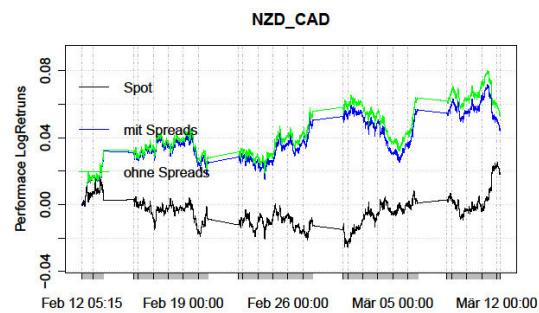
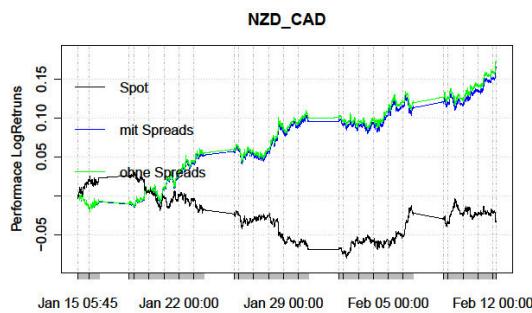


Abbildung 32: In-sample NZD\_CAD

Abbildung 33: Out-of-sample NZD\_CAD

NZD_CAD	Ohne Gebühren	Mit Gebühren
In-sample	7.397	7.057
Out-of-sample	3.096	2.593

Tabelle 21: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio

Beim NZD-CAD kommt man beim In-sample wieder auf ein ähnliches Resultat wie beim letzten Spot. Nur zu Beginn ist die Performance des Filters schlechter

als die des Spots. Die absoluten Drawdowns des Filters liegen zu jedem Zeitpunkt über denen der Spots.

Der Out-of-sample ist bei diesem Beispiel erfreulicherweise gut. Über den gesamten Zeitraum befinden sich die Performances des Filters über der des Spots. Die absoluten Drawdowns sehen einigermassen akzeptabel aus, obwohl sie sehr stark schwanken. Dieses Mal sind auch die beiden annualisierten Sharpe Ratios im positiven Bereich.

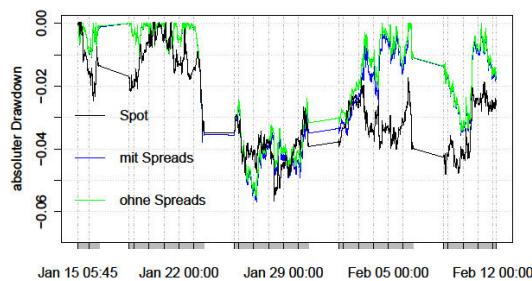
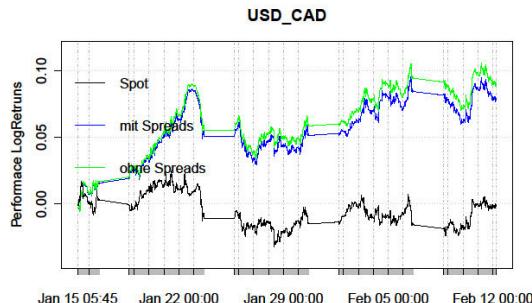


Abbildung 34: In-sample USD\_CAD

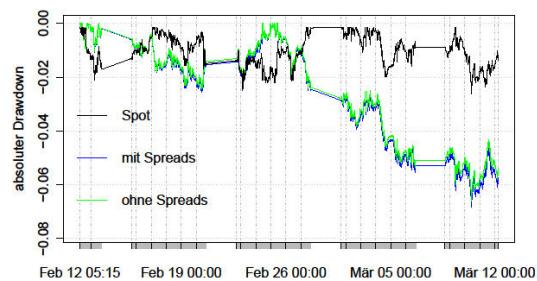
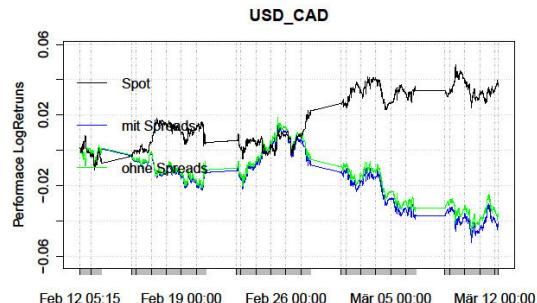


Abbildung 35: Out-of-sample USD\_CAD

USD_CAD	Ohne Gebühren	Mit Gebühren
In-sample	5.584	4.865
Out-of-sample	-2.698	-3.117

Tabelle 22: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio

Die Performances des In-sample zeigt konstant nach oben. Die absoluten Drawdowns des Filters und der Spots sind fast identisch.

Beim Out-of-sample kann man beobachten, dass sich die Performance des Filters bis ca. zur Hälfte des Zeitraums auf dem Niveau um 0 herum halten kann. Erst bei der zweiten Hälfte stürzt sie ab. Dies kann auch bei den absoluten Drawdowns beobachtet werden.

Der Direct Filter Approach schneidet bei der Performance immerhin bei einem Out-of sample besser ab als der Spot. Auch bei diesem Filter könnte es sein, dass es ein schlecht gewählter Zeitraum ist.

## 4.5 Vergleich

In diesem Kapitel sollen die annualisierten Sharpe Ratios der drei Filter mit Berücksichtigung der Tradinggebühren miteinander verglichen werden. Denn schlussendlich interessiert nur die Performance inklusive der Tradinggebühren. Alle Filter werden auf die Logreturns der Rohdaten angewendet, da sie mit diesem Vorgehen die besten Ergebnisse erzielt haben. Um die Filter möglichst gut und mit nicht allzu viel Rechenzeit vergleichen zu können, wurden drei Zeithorizonte ausgewählt. In diesen hat man wieder ein In-sample und Out-of-sample-Test gemacht. Der In-sample Bereich beträgt 1920 Beobachtungen (ca. ein Monat) und der Out-of-sample wurde neu auf 480 Beobachtungen (ca. eine Woche) gesetzt. Im Kapitel für das Portfolio sollte mit dieser Änderung bewirkt werden, dass die Filtereigenschaften immer eine Woche angewendet und dann wieder neu berechnet werden. So passt sich das Portfolio schneller auf äußere Einflüsse an, welche die Spotpreise beeinflussen. Grund für die Anpassung war die Auswertung in der Filteroptimierung. Man hatte den Eindruck, dass die schlechten Out-of-sample Ergebnisse auf die lange Anwendungszeit zurück zu führen ist. Beispielsweise wenn der In-sample einem Aufwärtstrend folgt und sich dieser innerhalb des Out-of-sample nicht mehr fortsetzt. Mit der wöchentlichen Anpassung der Filter soll dem entgegengewirkt werden.

### 4.5.1 Erster Zeithorizont

Der erste Zeithorizont ist der, der für die Filteroptimierung bereits verwendet wurde. Der In-sample beginnt am 2009-01-15, 05:45 Uhr und endet am 2009-02-12, 05:00 Uhr. Der Out-of-sample folgt gleich darauf vom 2009-02-12, 05:15 Uhr bis zum 2009-02-18, 23:30 Uhr. In der folgenden Tabelle 20 sind die annualisierten Sharpe Ratios der In-sample und Out-of-sample-Tests ersichtlich.

In-/Out-of-sample	MA-Cross		Exp. Glättung		DFA	
	In	Out	In	Out	In	Out
AUD_CAD	7.832	4.372	-1.024	-1.431	4.324	2.341
CHF_JPY	8.236	-0.982	-0.987	-3.893	-1.625	4.633
EUR_JPY	9.035	-6.488	-0.107	-6.767	1.043	-2.502
EUR_USD	10.002	1.981	0.640	-4.111	3.353	-5.097
GBP_CAD	8.565	-4.636	4.750	-7.839	4.748	1.072
GBP_JPY	12.933	-8.394	5.391	-11.541	-0.036	8.521
GBP_USD	13.815	-6.678	5.955	-13.726	-0.337	-9.058
NZD_CAD	7.587	-16.837	0.667	-9.601	0.667	7.487
USD_CAD	9.116	-8.622	0.006	-2.055	9.803	-6.028

Tabelle 23: Sharpes der In-/Out-of-sample Tests der Filter ab dem 2009-01-15

Man erkennt, dass die besten annualisierten Sharpe Ratios vom In-sample nicht zwangsläufig die besten im Out-of-sample erreichen. Bei der Exponentiellen Glättung sind sogar die besten zwei annualisierten Sharpe Ratios vom In-sample die schlechtesten vom Out-of-sample. Einige negative annualisierte Sharpe Ratios des In-sample erzielen im Out-of-sample ein sehr gutes Ergebnis. Zum Beispiel beim DFA-Filter auf den CHF\_JPY angewendet. Von allen Filtern scheint der DFA bezüglich der Out-of-sample Ergebnisse am besten zu sein. Er hat am wenigsten negative annualisierte Sharpe Ratios. Insgesamt ist aber kein klares Muster erkennbar.

#### 4.5.2 Zweiter Zeithorizont

Der zweite Zeithorizont wurde willkürlich gewählt. Der In-sample Test startet vom 2011-01-03, 01:00 Uhr und dauert bis zum 2011-01-31, 03:45 Uhr. Der Out-of-sample geht vom 2011-01-31, 04:00 Uhr bis zum 2011-02-07, 00:00 Uhr. In der Tabelle 21 sind die berechneten annualisierten Sharpe Ratios ersichtlich.

In-/Out-of-sample	MA-Cross		Exp. Glättung		DFA	
	In	Out	In	Out	In	Out
AUD_CAD	<b>9.147</b>	<b>2.831</b>	<b>5.593</b>	<b>-1.532</b>	3.554	-0.577
CHF_JPY	7.776	2.722	0.236	5.815	<b>7.403</b>	<b>1.105</b>
EUR_JPY	<b>9.965</b>	<b>5.535</b>	<b>5.467</b>	<b>-5.472</b>	-2.047	0.686
EUR_USD	<b>9.259</b>	<b>-10.003</b>	<b>6.563</b>	<b>6.403</b>	3.214	-10.423
GBP_CAD	8.853	2.265	3.219	1.650	<b>7.983</b>	<b>8.140</b>
GBP_JPY	9.120	-8.114	3.294	10.548	2.924	-1.036
GBP_USD	9.059	-7.768	2.279	9.552	4.973	-6.985
NZD_CAD	7.184	-11.843	1.764	3.178	4.185	-0.394
USD_CAD	6.820	-4.008	-1.415	-8.163	<b>6.217</b>	<b>-0.876</b>

Tabelle 24: Sharpes der In-/Out-of-sample Tests der Filter ab dem 2011-01-03

Auch hier ist wie schon beim ersten Zeithorizont ersichtlich, dass gute In-sample Ergebnisse nicht unbedingt ein gutes Out-of-Sample Ergebnis erzielen. Im Vergleich ist hier der DFA allerdings bei weitem am schlechtesten. Die In-sample Ergebnisse sind zwar fast alle gut, aber die Out-of-sample sind praktisch alle schlecht. Hier scheint die Exponentielle Glättung am zuverlässigsten zu sein. Allerdings sind gleich zwei von den besten drei Ergebnissen im Out-of-sample sehr schlecht. Insgesamt lässt sich auch hier kein Muster erkennen.

#### 4.5.3 Dritter Zeithorizont

Als dritten Zeithorizont wollte man noch einen möglichst aktuellen Zeitraum. Daraum hat man hier die jüngsten Beobachtungen der Daten verwendet. Der In-

sample startet am 2015-10-19, 05:15 Uhr und dauert bis zum 2015-11-16, 05:00 Uhr. Der Out-of-sample dauert vom 2015-11-16, 05:15 Uhr bis zum 2015-11-22, 23:15 Uhr. In der Tabelle 22 sind alle annualisierten Sharpe Ratios aufgelistet.

In-/Out-of-sample	MA-Cross		Exp. Glättung		DFA	
	In	Out	In	Out	In	Out
AUD_CAD	7.788	-1.493	-0.545	1.586	<b>5.171</b>	<b>-6.787</b>
CHF_JPY	7.468	<b>-16.212</b>	<b>3.813</b>	<b>8.011</b>	1.564	-5.231
EUR_JPY	7.272	<b>-13.717</b>	1.812	5.474	-1.434	<b>8.385</b>
EUR_USD	<b>9.756</b>	<b>0.627</b>	<b>4.892</b>	<b>5.519</b>	4.596	-1.471
GBP_CAD	<b>8.959</b>	<b>1.208</b>	-1.779	-3.576	-0.867	-11.899
GBP_JPY	5.193	4.655	-0.408	5.737	<b>6.670</b>	<b>-2.661</b>
GBP_USD	8.129	-1.987	3.205	1.833	2.919	-2.280
NZD_CAD	<b>10.118</b>	<b>-2.111</b>	1.626	2.812	<b>5.213</b>	<b>8.379</b>
USD_CAD	8.863	-10.962	<b>4.456</b>	<b>5.137</b>	4.463	-0.407

Tabelle 25: Sharpes der In-/Out-of-sample Tests der Filter ab dem 2015-10-19

Auch hier bestätigt sich wieder, dass ein gutes In-sample Ergebnis nicht zu einem guten Out-of-sample Ergebnis führen muss. Trotz allem scheint hier wie beim zweiten Zeithorizont auch die Exponentielle Glättung am zuverlässigsten zu sein. Auch die drei besten In-sample sind im Out-of-sample sehr gut. Aber ein zuverlässiges Muster lässt sich auch hier nicht erkennen.

#### 4.5.4 Fazit

Es wurde klar, dass für einen guten annualisierten Sharpe Ratio im In-sample Test nicht immer auch zu einem guten annualisierten Sharpe Ratio im Out-of-sample führen muss. Auch sonst hat sich kein Muster abgezeichnet. Einzig kann man sagen, dass die Exponentielle Glättung in den drei Test insgesamt am zuverlässigsten war. Jedoch war sie im ersten Zeithorizont extrem schlecht. Man müsste weitere Tests machen um eine sichere Aussage bezüglich der Zuverlässigkeit der Filter machen zu können.

Für das Investitionskriterium des Portfolios hat sich gezeigt, dass es wahrscheinlich nicht gut ist auf den Spot zu investieren, der ein gutes In-sample Ergebnis erzielt hat. Als Alternative könnte man auf den Spot investieren, der im vorhergehenden Out-of-sample Test am besten abgeschnitten hat. Möglicherweise kann so ein besseres Ergebnis in der Performance des Portfolios erzielt werden.

## 5 Portfolio

Um das Portfolio zu testen, wurde der zweite und dritte Zeithorizont aus dem Kapitel 4.5 gewählt. Da das Berechnen sehr rechenintensiv ist wurde auf den ersten Zeithorizont verzichtet. Das Auswahlkriterium basiert entweder auf dem annualisierten Sharpe Ratio des In-sample oder des Out-of-sample-Tests. Es wird immer auf die maximal besten drei Spots die nicht negativ sind investiert. Dabei werden die Gewichte gleich verteilt. Optimiert wird immer über die letzten 1920 Beobachtungen (ca. ein Monat). Getestet wird über ein Jahr, dabei werden die Filter alle 480 Beobachtungen (ca. eine Woche) neu optimiert.

### 5.1 Auswahlkriterium: In-sample

In diesem Kapitel wird das in-sample Kriterium verwendet. Für die Bewertung der Performance wird man wie bei den Filtern wieder die Performance an sich, Ihre absoluten Drawdowns und die annualisierten Sharpe Ratios betrachten. Weiter hat man die annualisierten Sharpe Ratios der Spots geplottet, um zu sehen wie eindeutig die Auswahl der Spots ist und die Portfoliogewichte, um zu sehen wie oft die Spots gewechselt werden.

#### 5.1.1 Random Walk

Um die Plausibilität der Funktion des Portfolios zu überprüfen, wurden drei Random Walk Zeitreihen aus der Normalverteilung gezogen und eingegeben. Es müssen mindestens drei sein, da sonst die programmierte Funktion nicht funktioniert. Die Tradinggebühren wurden dabei nicht berücksichtigt.

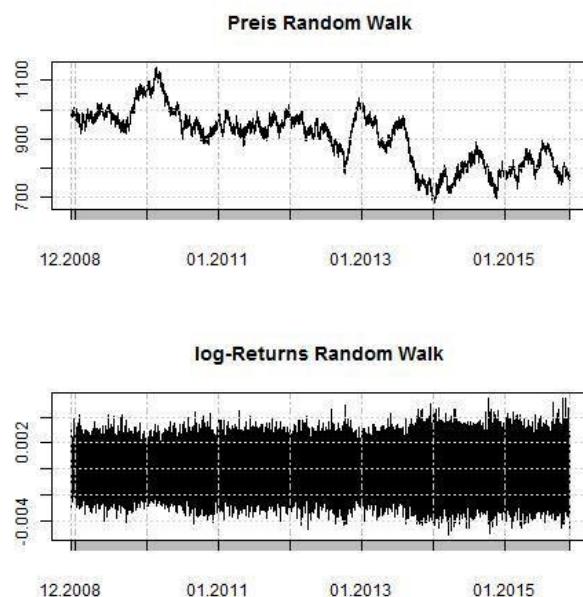


Abbildung 36: Eine der drei simulierten Random Walk Zeitreihen und die dazugehörigen Logreturns

Da die Logreturns unabhängig normalverteilt sind, kann man erwarten, dass die Performance und auch das annualisierte Sharpe Ratio nicht besonders gut sein werden. Mit diesem Test wird überprüft ob die angewendete Funktion in die Zukunft schaut.

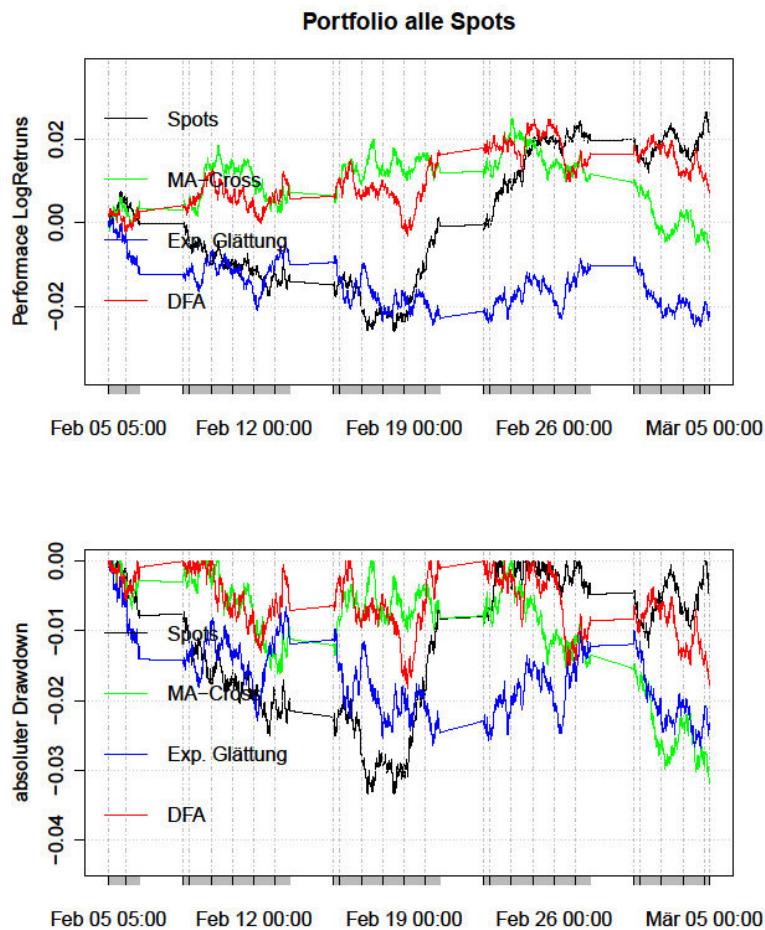


Abbildung 37: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio

Die schwarze Linie ist das Portfolio mit den drei Random Walk Zeitreihen. Die drei Reihen sind jeweils gleichgewichtet. Die Performance der Filter ist am Anfang besser als das gleichgewichtete Portfolio. Jedoch gegen Ende des Zeitraums büsst sie einiges an Terrain ein und wird schlussendlich auch wieder überholt. Bei den absoluten Dradowns ist der DFA, im Vergleich zu den anderen drei besonders gut.

Spots	MA-Cross	Exp. Glättung	DFA
2.944	1.411	-0.401	1.675

Tabelle 26: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio der jeweiligen Portfolios

Die annualisierten Sharpe Ratio Werte von zwei der drei Filter befindet sich über eins. Dies würde bedeuten, dass man auf diese investieren sollte. Jedoch sind sie immer noch deutlich kleiner als der Wert des Portfolios mit den gleichgewichteten Random Walk. Daher kann man sagen, dass die angewendete Funktion sehr wahrscheinlich in Echtzeit läuft und keine Werte der zukünftigen Beobachtungen benutzt.

Zusätzlich wurde diese Grafik mit Herrn Wildi besprochen und er kam zum selben Ergebnis.

### 5.1.2 Portfolioperformance

In diesem Kapitel werden die eigentlichen Spots, die von InCube AG zu Verfügung gestellt wurden, verwendet.

#### 5.1.2.1 Zweiter Zeithorizont

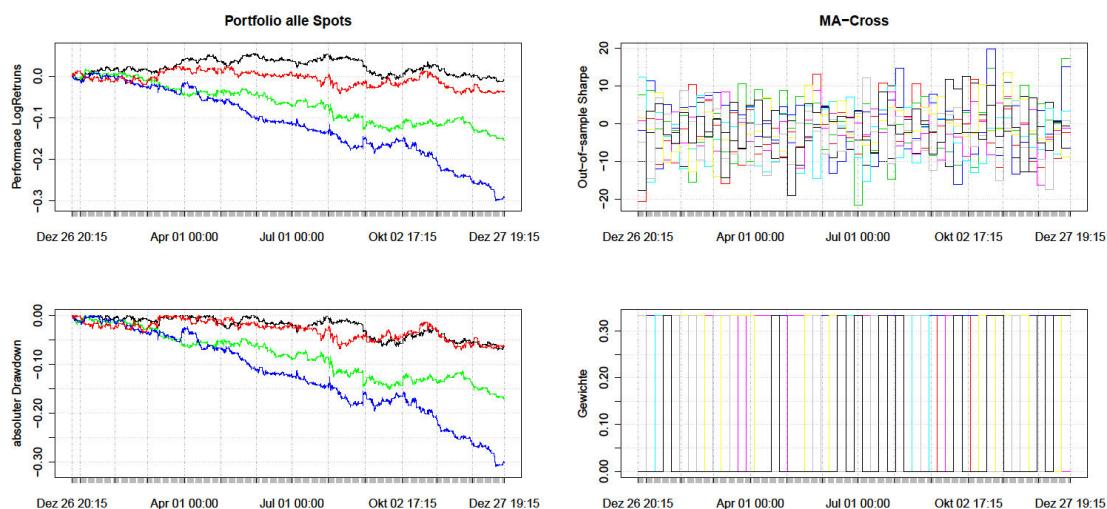


Abbildung 38: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio

Abbildung 39: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross

Die Performances von den drei Filtern sind schlechter als die der gleichgewichteten Spots (Abbildung 38). Der DFA ist dabei noch der beste, er macht zumindest keinen grossen Verlust, wie der MA-Cross und die Exponentielle Glättung. Der Verdacht aus Kapitel 4.5.4, dass das In-sample Kriterium vermutlich nicht das richtige ist bestätigt sich hier.

Zu den annualisierten Sharpe Ratios der Spots aus dem Out-of-sample-Test lässt sich sagen, dass der DFA hier auch die besseren Werte generiert. Er hat vor allem die kleinsten negativen Werte und zwei bis drei positive Ausreisser mehr als die beiden anderen (Abbildung 39-41).

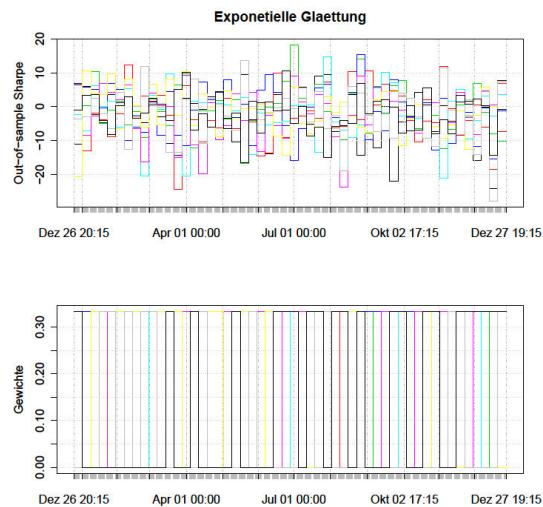


Abbildung 40: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exp. Glättung

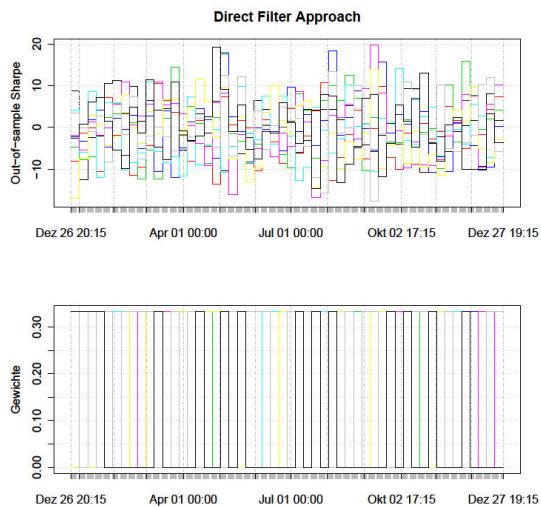


Abbildung 41: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA

Bei den Gewichten ist interessant, dass alle drei Filtermethoden immer auf drei Spots gleichzeitig investieren. Allerdings macht das auch Sinn, da man im Kapitel 4 gesehen hat, dass die annualisierten Sharpe Ratios der In-sample Tests immer sehr hoch und im positiven Bereich waren. Folglich musste das Portfolio nie auf weniger als drei Spots investieren. In der folgenden Tabelle wurden die annualisierten Sharpe Ratios der drei Performances berechnet und dargestellt.

Spots	MA-Cross	Exp. Glättung	DFA
-0.1292985	-1.446507	-1.695299	-0.3030793

Tabelle 27: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio der jeweiligen Portfolios

Man sieht auch hier, dass der DFA den höchsten Wert hat. Die beiden anderen Filtermethoden sind vermutlich so schlecht, weil auf die falschen Spots zum falschen Zeitpunkt gesetzt wird. Dies wirkt sich negativ auf die annualisierten Sharpe Ratios aus. Leider ist der DFA trotzdem schlechter als die Spots selber, was bereits in Abbildung 40 gesehen werden konnte.

### 5.1.2.2 Dritter Zeithorizont

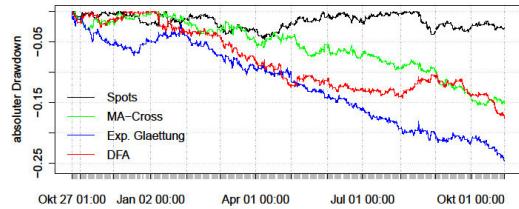
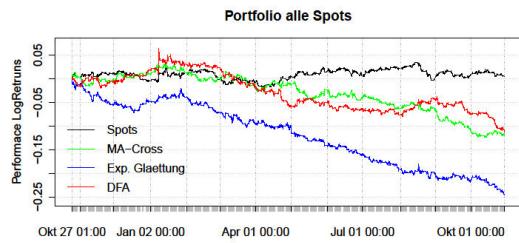


Abbildung 42: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio

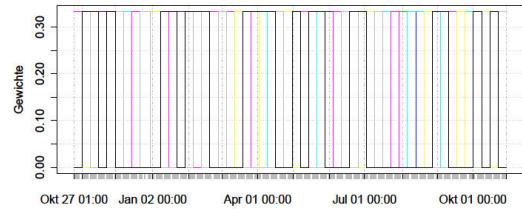
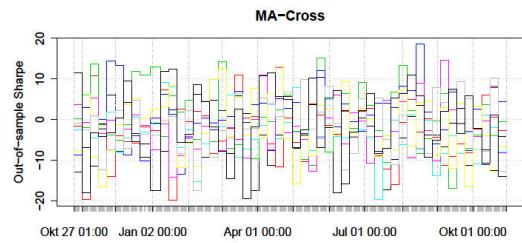


Abbildung 43: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross

In Abbildung 44 erkennt man, dass diesmal der DFA und der MA-Cross sehr ähnliche Performances haben. Anfang Januar hat der DFA einen seltsamen Sprung, den man noch genauer untersuchen müsste. Nach diesem Sprung hat der DFA einen leichten Abwärtstrend im Gegensatz zum MA-Cross der ziemlich konstant bleibt. Dafür fängt der DFA den Verlust Ende August viel besser auf als der MA-Cross. Die Exponentielle Glättung befindet sich wieder mehrheitlich in den negativen Bereichen.

Bei den annualisierten Sharpe Ratios der Spots aus dem Out-of-sample-Test in Abbildung 45-47 zeigt sich, dass der DFA wieder die kleinsten negativen Werte hat. Die grössten positiven Werte hat diesmal der MA-Cross. Die Exponentielle Glättung hat die kleinsten positiven und die grössten negativen Werte, was die schlechte Performance unter anderem erklärt.

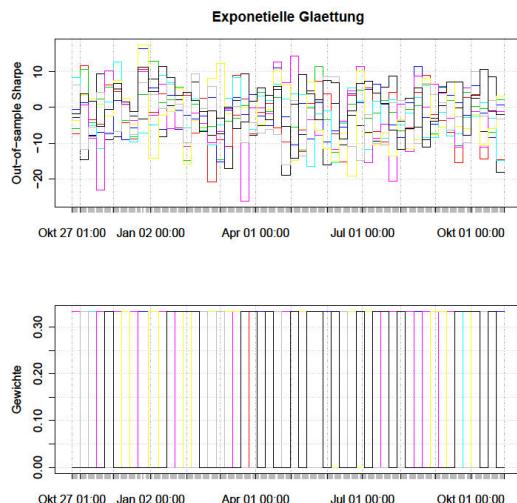


Abbildung 44: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Ex. Glättung

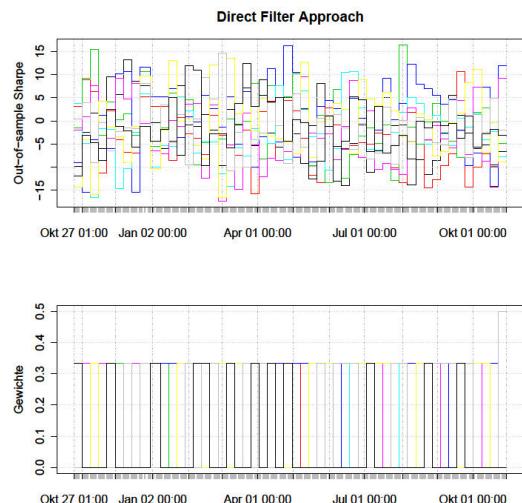


Abbildung 45: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA

Die Gewichte sind wieder immer auf drei Spots verteilt, einzig der DFA hat ganz am Ende auf zwei Spots investiert. In der folgenden Tabelle wurden wieder die annualisierten Sharpe Ratios der Performances aus Abbildung 42 berechnet und aufgelistet.

Spots	MA-Cross	Exp. Glättung	DFA
0.07105641	-1.144403	-1.357973	-1.267324

Tabelle 28: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio der jeweiligen Portfolios

Aus Tabelle 28 geht hervor, dass der MA-Cross den höchsten Wert der Filtermethoden hat. Man muss jedoch beachten, dass der DFA sehr nahe dran ist und dass der Sprung Anfang Januar den Wert des DFA vermutlich negativ beeinflusst, da dadurch die Varianz extrem vergrössert wird. Wie auch schon in Abbildung 44 sind auch hier alle Filtermethoden schlechter als die Spots, es haben alle einen negativen Wert, wobei die Spots selber knapp positiv sind.

## 5.2 Auswahlkriterium: Out-sample

In diesem Kapitel wird das Out-of-sample Kriterium verwendet. Für die Bewertung der Performance wird analog zu Kapitel 5.1 die eigentliche Performance, der absolute Drawdowns, die annualisierte Sharpe Ratio, und die Portfoliogewichte verwendet. Dabei ist zu erwähnen, dass der Out-of-sample Bereich nur 480 Beobachtungen (ca. eine Woche) hat.

### 5.2.1 Portfolioperformance

Für das Portfolio wurden die Spot-Daten von InCube AG verwendet.

#### 5.2.1.1 Zweiter Zeithorizont

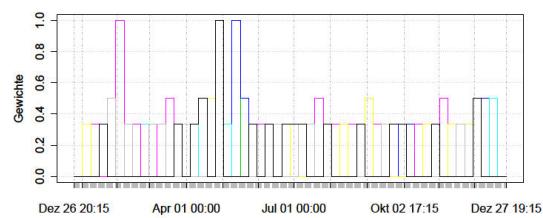
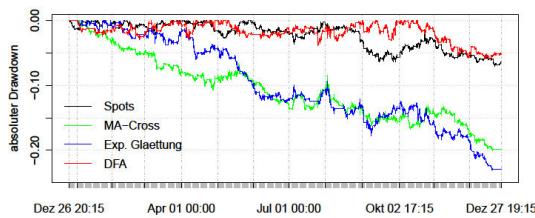
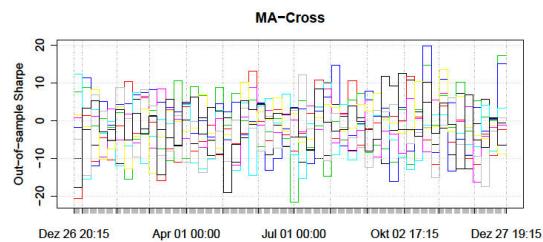
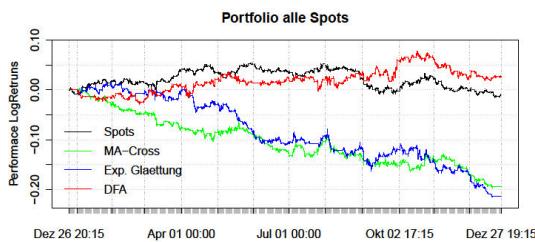


Abbildung 46: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio

Abbildung 47: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross

Die Performance (Abbildung 46) des MA-Cross und der Exponentiellen Glättung gehen fast konstant nach unten. Die Performance des DFA sieht dagegen besser aus, sie hat allgemein einen leichten Aufwärtstrend und die Drawdowns sind sehr klein. Positiv ist auch, dass er den Verlust der Spots anfangs September auffängt und so einen Gewinn in diesem Bereich generiert.

Wie aus der Performance zu erwarten sind der MA-Cross und die Exponentielle Glättung auch bei den annualisierten Sharpe Ratios der Spots sehr ähnlich (Abbildung 47 & 48). In Abbildung 49 sieht man jedoch, dass der DFA dagegen viel kleinere negative Werte hat, was gut ist. Weiter hat er öfters eindeutige Spitzen als die anderen beiden Filter, wie zum Beispiel Anfang Mai oder Oktober.

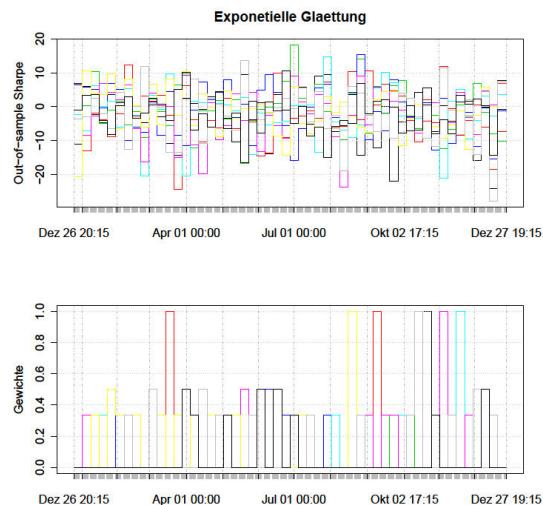


Abbildung 48: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exponentielle Glättung

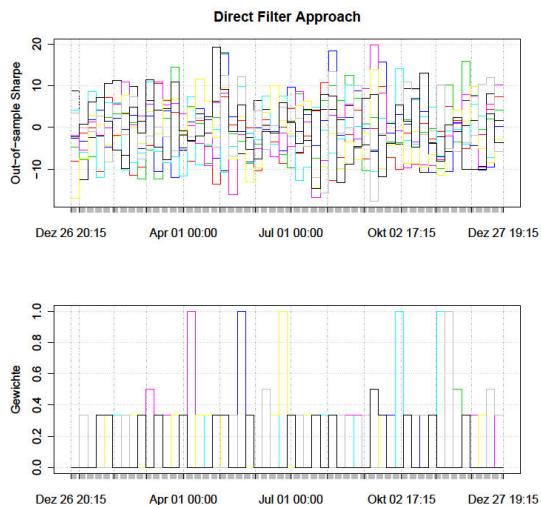


Abbildung 49: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA

Zu den Gewichten des Portfolios in Abbildung 47-49 kann man sagen, dass sie sich bei allen drei recht häufig ändern. Allerdings sind keine signifikanten Unterschiede erkennbar. Um die Performance noch etwas quantitativer zu bewerten, hat man in folgender Tabelle noch die annualisierten Sharpe Ratios der Performances berechnet.

Spots	MA-Cross	Exp. Glättung	DFA
-0.1292985	-1.446507	-1.695299	-0.3030793

Tabelle 29: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio der jeweiligen Portfolios

Das Bild aus dem Performanceplot bestätigt sich hier. Der MA-Cross und die Exponentielle Glättung haben viel tiefer Werte als der DFA. Trotzdem ist der Sharpe Ratio des DFA schlechter als der des Spots. Vermutlich, weil die Performance des DFA vor allem an Ende des Zeithorizontes eine höhere Varianz hat. Dies wirkt sich negativ auf den annualisierten Sharpe Ratio aus.

### 5.2.1.2 Dritter Zeithorizont

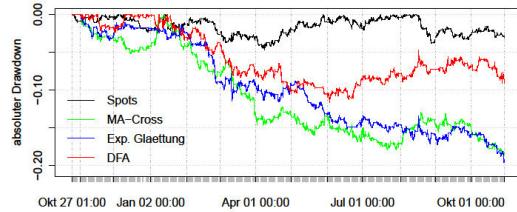
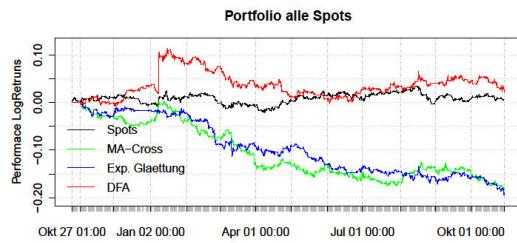


Abbildung 50: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio

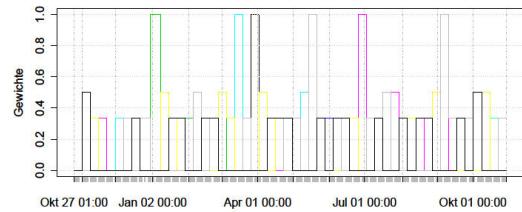
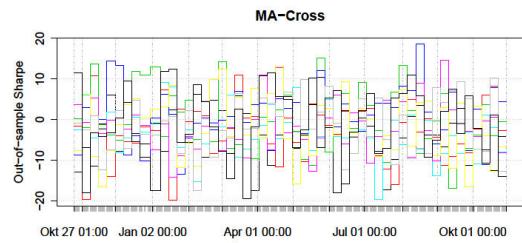


Abbildung 51: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross

Das Ergebnis vom zweiten Zeithorizont scheint sich hier zu wiederholen. Der MA-Cross und die Exponentielle Glättung fallen kontinuierlich ab (Abbildung 50). Der DFA dagegen sieht eher konstant aus. Anfang Januar hat er einen seltsamen Sprung, diesen müsste man noch separat anschauen, um ein Fazit daraus zu ziehen. Nach dem Sprung ist er eine Zeit lang abfallend, allerdings fängt er sich ab Mai wieder und kommt in einen Aufwärtstrend der grösser ist als der der Spots.

Auch bei den annualisierten Sharpe Ratios der Out-of-sample Tests der Spots in Abbildung 51-53 wiederholt sich das Bild aus Kapitel 5.2.1.1. Der DFA hat kleinere negative Werte als der MA-Cross und die Exponentielle Glättung. Bei den positiven Werten ist diesmal auch ein Unterschied zu bemerken. Der MA-Cross scheint die grössten positiven Werte zu erreichen, die Exponentielle Glättung die kleinsten und der DFA liegt zwischen den beiden anderen Filtern.

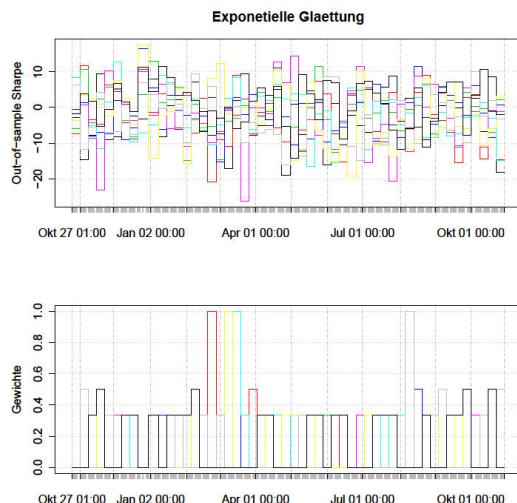


Abbildung 52: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exp. Glättung

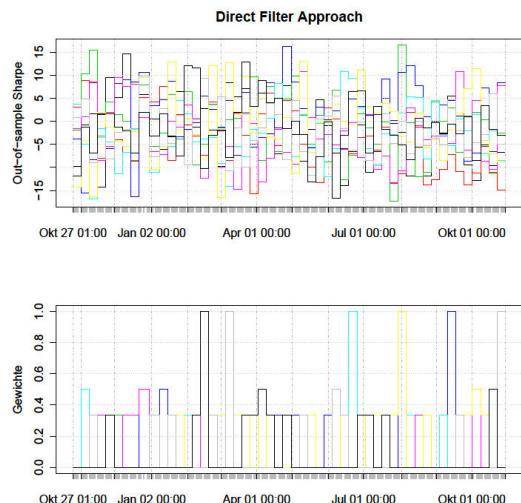


Abbildung 53: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA

Bei den Gewichten lässt sich wie auch schon im zweiten Zeithorizont nicht viel erkennen. Die Exponentielle Glättung scheint jedoch weniger auf einen einzigen Spot zu setzen, als die anderen beiden, was eigentlich positiv ist. Analog zum Kapitel 5.2.1.1 hat man in folgender Tabelle wieder die annualisierten Sharpe Ratios der Performances berechnet und aufgelistet.

Spots	MA-Cross	Exp. Glättung	DFA
0.07105641	-1.14403	-1.357973	-1.179013

Tabelle 30: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio der jeweiligen Portfolios

Wie aus dem Performanceplot zu erwarten war, haben der MA-Cross und die Exponentielle Glättung die schlechtesten Werte. Allerdings ist diesmal der DFA auch sehr tief, obwohl die Performance in Abbildung 50 besser aussah als die der anderen beiden Filter. Vermutlich verfälscht der Sprung Anfang Januar den annualisierten Sharpe Ratio, denn durch diesen Sprung wird die Varianz vergrößert, was sich negativ auf den annualisierten Sharpe Ratio auswirkt. Auch der Bereich nach dem Sprung dürfte für den tiefen Wert verantwortlich sein, denn der Abwärtstrend verursacht schlechte Renditen, welche sich negativ auf den annualisierten Sharpe Ratio auswirken.

## 6 Verschiedene Märkte

Um herauszufinden wie sich die Spots während den Öffnungszeiten von verschiedenen Märkten verhalten, wurde in diesem Kapitel nur gehandelt, während die jeweiligen Märkte offen waren. Um dies zu erreichen wurden alle Beobachtungen gelöscht, welche sich nicht in den Öffnungszeiten (9h) befanden. Um immer noch einen In-sample Bereich von einem Monat zu erreichen, wurde dieser auf 185 Beobachtungen  $((9*4)+1)*5=185$  gekürzt. In einem nächsten Schritt wurde die Performance für die drei Filter und das gleichgewichtete Portfolio der Spots berechnet. Die Dauer wurde auf 9620 Beobachtungen (ca. ein Jahr) festgelegt. Um später einen Vergleich mit den Resultaten aus Kapitel 5 durchführen zu können, wurden die Selben zwei Zeithorizonte gewählt.

Auf die Darstellung der annualisierten Sharpe Ratio muss in diesem Kapitel verzichtet werden, da während der Ausarbeitung dieser Arbeit die Werte unglücklicherweise gelöscht wurden. Eine neue Berechnung hätte Tage gedauert. Außerdem musste Aufgrund von Zeitmangel der Dritte Zeithorizont weggelassen werden.

## 6.1 Auswahlkriterium: In-sample

In diesem Kapitel werden als Auswahlkriterium für das Portfolio der Filter die besten drei In-sample verwendet. Diese bestehen aus den letzten 720 Beobachtungen (ca. ein Monat).

### 6.1.1 New York

Der Markt in New York besitzt die Öffnungszeiten von 7:00 Uhr bis 16:00 Uhr. Daher wurden nur noch die Daten benutzt, welche sich innerhalb dieser Zeitspanne befinden.

#### 6.1.1.1 Zweiter Zeithorizont

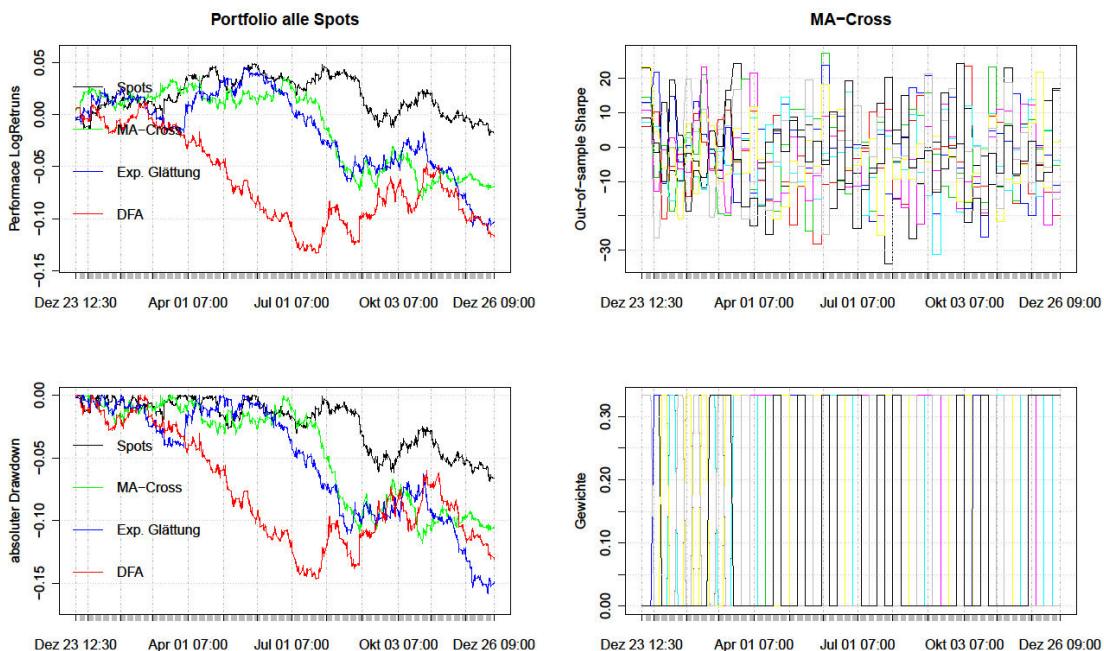


Abbildung 54: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio

Abbildung 55: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross

Zu Beginn des Zeitraums können die drei Filter dem gleichgewichteten Portfolio der Spots noch einigermassen folgen. Der DFA lässt bereits ab ca. dem Monat März sehr stark nach. Die Performance verschlechtert sich massiv. Der MA-Cross und die Exponentielle Glättung können bis ca. im Monat Juli mithalten. Aber ab dann bewegen auch sie sich in den negativen Bereich. Bei den absoluten Drawdowns muss ein ähnliches Bild beobachtet werden. Zu Beginn sind die Filter in einem akzeptablen Bereich, aber später geht es sehr stark in den negativen Bereich.

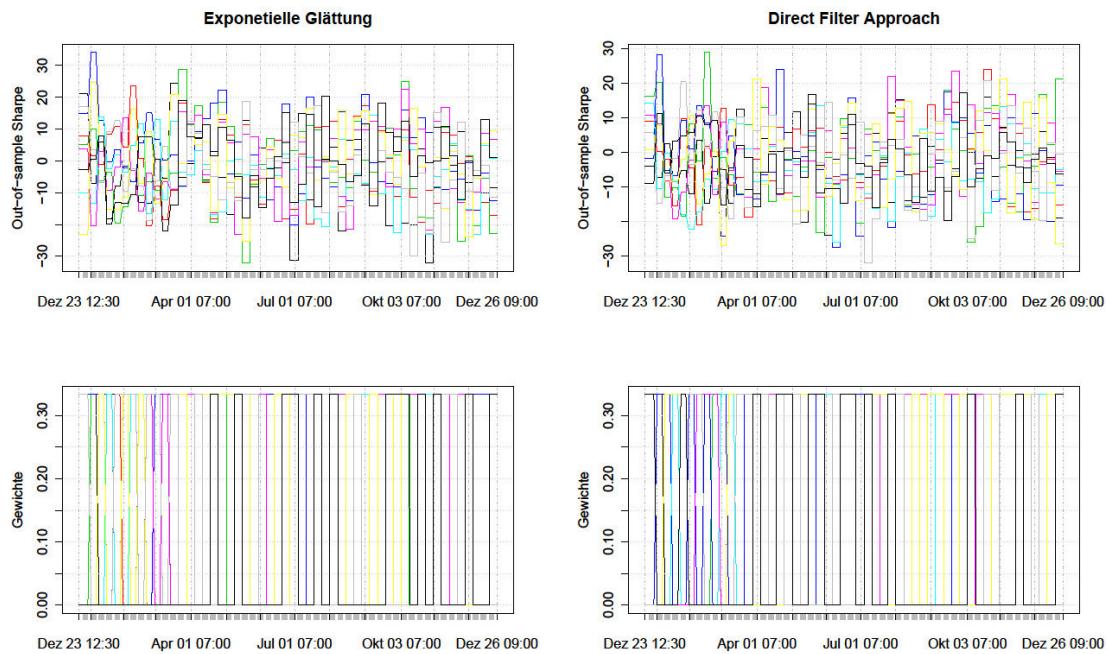


Abbildung 56: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exp. Glättung

Abbildung 57: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA

Bei den Plots für die jeweiligen Filter (Abbildung 55-57) sieht man bei den Out-of-sample Sharpe einen Bereich von -25 bis 25. Um eine gute Performance erreichen zu können, dürften nur die Spots gewählt werden, welche positive Werte haben. Dies ist aber leider nicht der Fall, was man am Portfolio der jeweiligen Filter erkennen kann (Abbildung 54).

## 6.1.2 Tokio

Der Markt in Tokio öffnet um 19:00 Uhr besitzt die Öffnungszeiten von 19:00 Uhr bis 4:00 Uhr. Daher wurden alle Daten die sich ausserhalb dieses Zeitraums befinden gelöscht.

### 6.1.2.1 Zweiter Zeithorizont

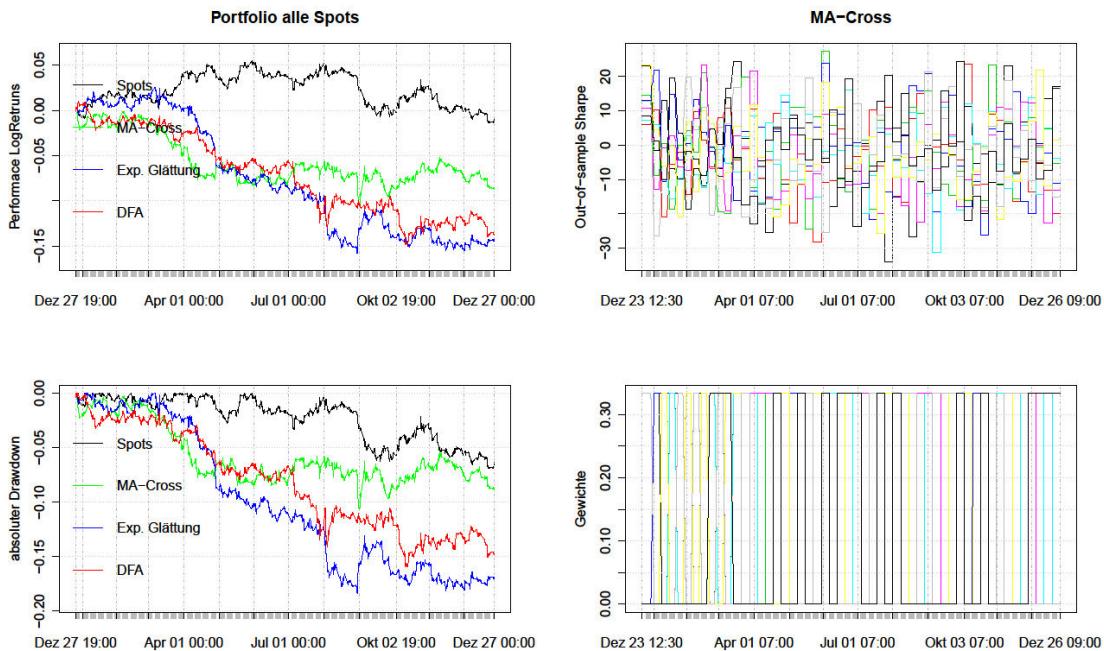


Abbildung 58: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio

Abbildung 59: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross

Bei dem Markt in Tokio sollte man wieder auf ein ähnliches Ergebnis kommen wie in New York. Jedoch können der MA-Cross und der DFA von Beginn an nicht mithalten. Die Exponentielle Glättung kann immerhin bis zum Monat März eine ähnliche Performance wie das Portfolio mit den gleichgewichteten Spots erreichen. Später besitzen alle drei Filtermethoden eine negative Performance. Das gleiche kann man auch bei den absoluten Drawdowns beobachten.

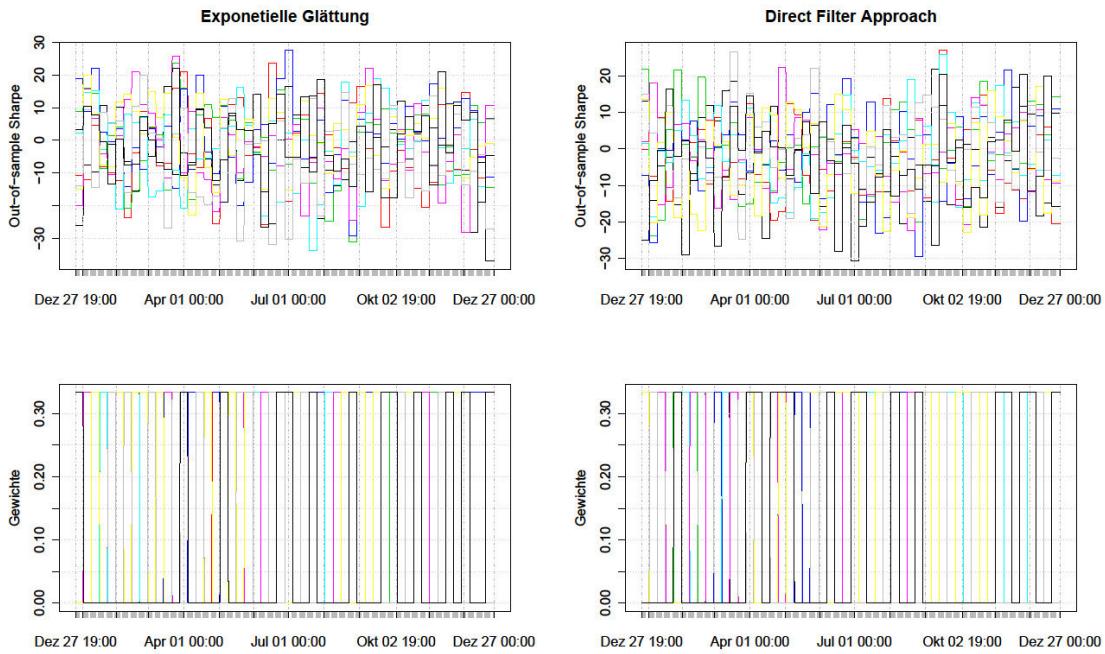


Abbildung 60: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exp. Glättung

Abbildung 61: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA

Die Out-of-sample Werte bewegen sich wieder im ähnlichen Rahmen wie im Kapitel 6.1.1.

## 6.2 Auswahlkriterium: Out-sample

In diesem Kapitel werden als Auswahlkriterium für das Portfolio der Filter die besten drei Out-of-sample Ergebnisse, welche als letztes beobachtet wurden, verwendet. Diese bestehen aus den letzten 180 Beobachtungen (ca. eine Woche).

### 6.2.1 New York

Der Datensatz wurde gleich behandelt wie in Kapitel 6.1.1.

#### 6.2.1.1 Zweiter Zeithorizont

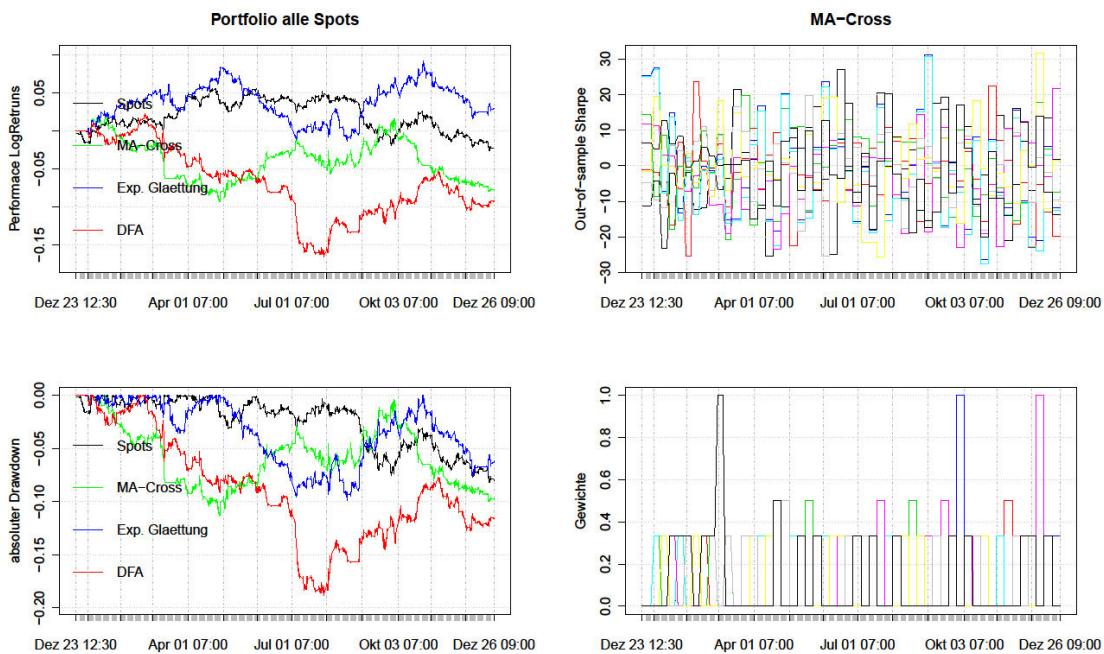


Abbildung 62: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio

Abbildung 63: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross

Die Performance des MA-Cross und des DFA sind nicht sonderlich gut, da sie sich hauptsächlich unter der des gleichgewichteten Portfolios der Spots befinden. Dafür kann die Exponentielle Glättung eine ähnliche, zum Teil sogar eine bessere Performance, liefern. Bei den absoluten Drawdowns sieht man aber, dass sie teilweise sehr stark im negativen Bereich sind.

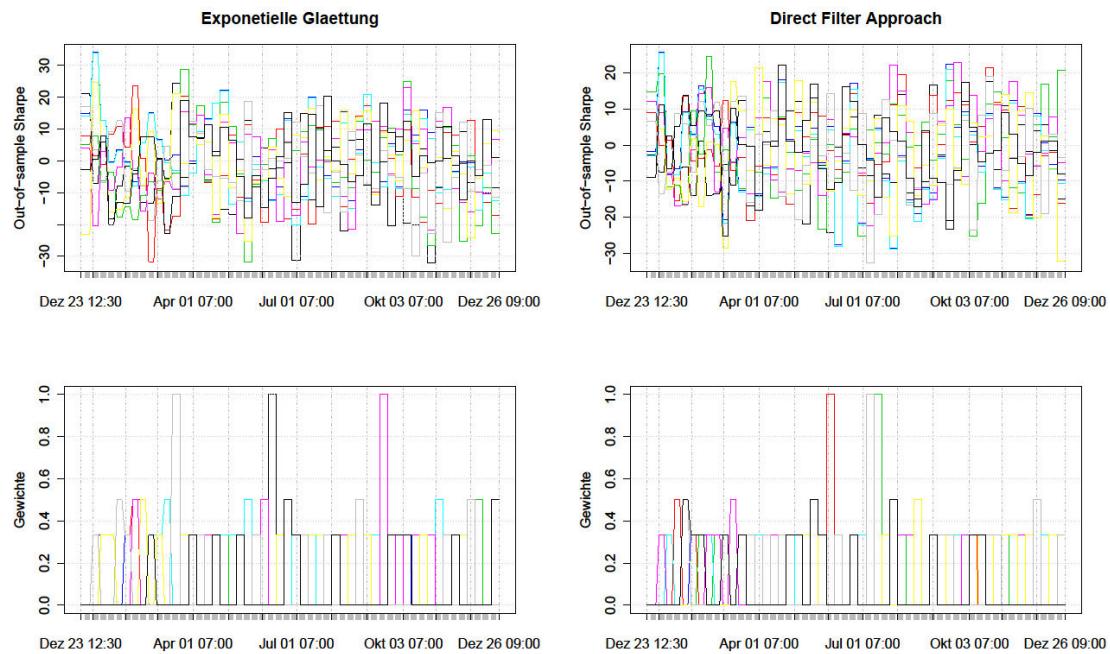


Abbildung 64: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exp. Glättung

Abbildung 65: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA

Bei den jeweiligen Filterplots (Abbildung 71-73) streuen die Bereiche der Out-of-sample Sharpe in einem breiten Band. Im Idealfall werden nur die Werte, welche positive sind, vom Portfolio gewählt. Dies ist nicht der Fall, wie man bei den Gewichten und im Portfolioplot (Abbildung 70) sehen kann.

## 6.2.2 Tokio

Der Datensatz wurde gleich behandelt wie in Kapitel 6.1.1.

### 6.2.2.1 Zweiter Zeithorizont

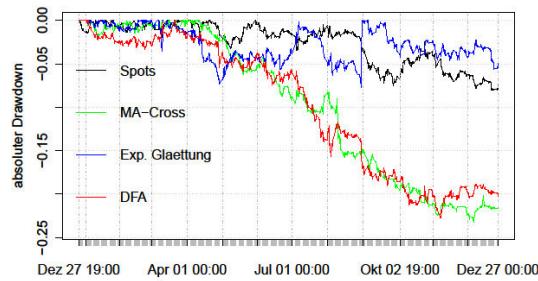
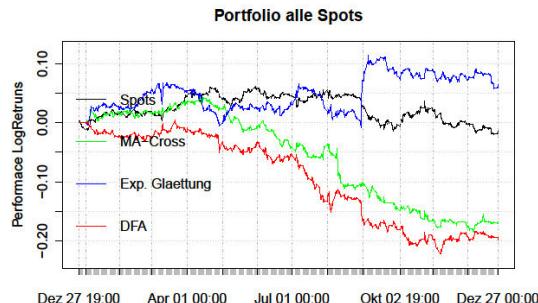


Abbildung 66: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio

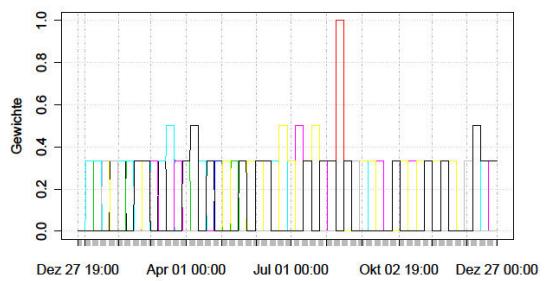
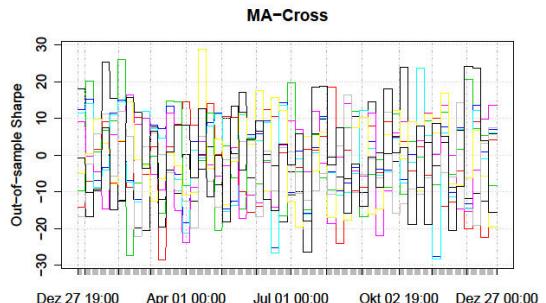


Abbildung 67: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross

Wie bereits im Kapitel 6.2.1.1 ist hier auffällig, dass die Exponentielle Glättung mit dem gleichgewichteten Portfolio mithalten kann. In dieser Grafik ist aber ein starker Anstieg (ca. Oktober) zu sehen, dies könnte evtl. ein Fehler sein. Auf jeden Fall ist dieses Ergebnis mit Vorsicht zu genießen. Die beiden anderen Filter weisen wieder eine sehr schlechte Performance auf.

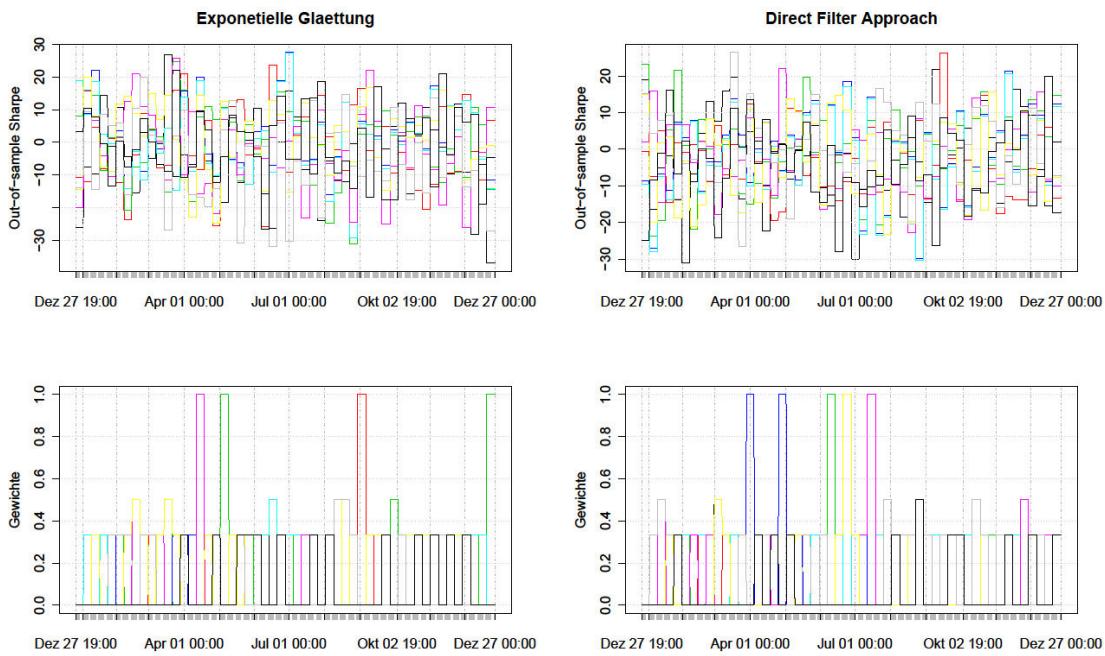


Abbildung 68: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exp. Glättung

Abbildung 69: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA

Man kommt zum selben Ergebnis wie im Kapitel 6.2.1.1.

### 6.3 Vergleich

Es ist sehr schwierig die beiden Auswahlkriterien zu vergleichen, da kein annualisiertes Sharpe Ratio vorhanden ist. Logischerweise müsste das Kriterium Out-of-sample eine höhere Performance ergeben. Dies kann aber so nicht bestätigt noch verworfen werden. Beim Out-of-sample hatte während den Öffnungszeiten von New York und Tokio, rein visuell betrachtet, die Exponentielle Glättung die beste Performance. Dies könnte aber auch nur zufällig sein. Beim Kriterium In-sample konnte das gleichgewichtete Portfolio der Spots, gefolgt vom MA-Cross die beste Performance abliefern.

Dieses Ergebnis deutet stark darauf hin, dass man das Out-of-sample Kriterium verwenden sollte, um eine möglichst hohe Performance zu erreichen.

## 7 Schlusswort

Bezüglich der Filter kam man zum Schluss, dass die Gebühren allgemein keinen grossen Einfluss auf die Performance haben, sofern nur gerade über ein Monat gehandelt wird. Sie sind meistens so klein, dass auch beim mehrmaligen Handeln pro Tag kaum ein genügend grosser Betrag entsteht der die Performance merklich verschlechtert. Bei den zwei Vorgehen mit den Filtern wurden jedoch Unterschiede festgestellt. Der MA-Cross hat eindeutig höhere annualisierte Sharpe Ratios erzielt, wenn man das 2. Vorgehen verwendet hat. Insgesamt war auch der Direct Filter Approach besser, wenn man das 2. Vorgehen verwendet hat. Die annualisierten Sharpe Ratios waren zwar nicht sehr eindeutig besser, dafür sah die In-sample Performance oft besser aus. Bei der Exponentiellen Glättung hat man keinen merklichen Unterschied festgestellt. Allgemein waren die Out-of-sample-Test nicht sehr gut, die Performances waren meistens schlechter als die des Spots selber. Folglich hätte man hier eindeutig noch Optimierungsspielraum für zukünftige Projekte.

Die Performance des Portfolios war dann eindeutig am besten, wenn man den Direct Filter Approach verwendet hat. Die beiden anderen Filter waren beide sehr schlecht. Leicht anders sah es beim Verwenden der Daten während den Öffnungszeiten der zwei Märkte aus. Dort dominierte die Exponentielle Glättung. Die übrigen zwei Filter fielen stark ab. Weiter hat man herausgefunden, dass das Auswahlkriterium mit dem annualisierten Sharpe Ratios des Out-of-sample-Tests um einiges besser war als das mit dem annualisierten Sharpe Ratio des In-sample-Tests. Darauf könnte man in aufbauenden Projekten anknüpfen und das Kriterium weiter verfeinern. Man könnte zum Beispiel die Gewichte nicht gleichverteilen, sondern gemessen an der Varianz der Spots mehr oder weniger Gewicht verteilen. Dadurch könnte möglicherweise vor allem die Drawdowns minimiert werden.

Weiter wäre es spannend die Performances ohne Tradinggebühren zu untersuchen. Über ein Jahr gesehen könnten diese starken Einfluss auf die annualisierte Sharpe Ratio ausüben. Besonders interessant wäre dies für Unternehmen welche für den Wechsel zwischen „Short“ und „Long“ nichts bezahlen müssen.

## 8 Verzeichnisse

### 8.1 Literaturverzeichnis

- Wildi, Marc (2015) : Direct Filter Approach (DFA)
- Wildi, Marc (2015) : Econometrics 1: Time Series Analysis SARIMA

### 8.2 Internetverzeichnis

- Computing Drawdown Statistics ; <http://comisef.wikidot.com/tutorial:drawdowns> (18.06.16)
- Moving Average Exponential (EMA) ; <http://www.tradesignalonline.com/lexicon/view.aspx?id=Moving+Average+Exponential+%28Ema%29> (16.06.16)

### 8.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Originaldaten von EUR_USD und die dazugehörigen Logreturns .	4
Abbildung 2: MA-Cross Anwendungsbeispiel.....	8
Abbildung 3: Amplitude und Shift vom MA-Cross mit MA(96) und MA(24).....	9
Abbildung 4: Exponentielle Glättung Beispiel mit Alpha 0.1 und 0.3 .....	10
Abbildung 5: Trading Signale aus den exponentiell geglätteten Daten mit alpha=0.1 .....	11
Abbildung 6: Amplitude und Timeshift der Exponentiellen Glättung mit Alpha 0.1 und 0.3. ....	12
Abbildung 7: DFA Anwendungsbeispiel .....	14
Abbildung 8: Trading Signale des DFA .....	15
Abbildung 9: Amplitude und Timeshift des DFA für EUR-USD.....	15
Abbildung 10: Sharpe für GBP_USD (MA-Cross auf Rohdaten) → 1. Vorgehen .....	20
Abbildung 11: Sharpe für GBP_USD (MA-Cross auf Logreturns) → 2. Vorgehen .....	20
Abbildung 12: Sharpe für GBP_USD (MA-Cross auf Rohdaten) → 1. Vorgehen .....	21
Abbildung 13: Sharpe für GBP_USD (MA-Cross auf Logreturns) → 2. Vorgehen .....	21
Abbildung 14: In-sample GBP_JPY.....	23
Abbildung 15:Out-of-sample GBP_JPY.....	23
Abbildung 16: In-sample GBP_USD.....	24
Abbildung 17:Out-of-sample GBP_USD.....	24
Abbildung 18: Vergleich der Sharpe für verschiedene Alphas (1.&2. Vorgehen) .....	25

Abbildung 19: Vergleich der Sharpe für verschiedene Alphas (1.&2. Vorgehen)	26
.....	.....
Abbildung 20: In-sample GBP_CAD.....	28
Abbildung 21:Out-of-sample GBP_CAD.....	28
Abbildung 22: In-sample GBP_USD.....	29
Abbildung 23: Out-of-sample GBP_JPY.....	29
Abbildung 24: In-sample GBP_JPY.....	30
Abbildung 25: Out-of-sample GBP_JPY.....	30
Abbildung 26: Sharpe für NZD_CAD (Filter / Log-Returns) → 1. Vorgehen .....	31
Abbildung 27: Sharpe für NZD_CAD (Log-Returns / Filter) → 2. Vorgehen .....	31
Abbildung 28: Sharpe für NZD_CAD (Filter / Log-Returns) → 1. Vorgehen .....	32
Abbildung 29: Sharpe für NZD_CAD (Log-Returns / Filter) → 2. Vorgehen .....	32
Abbildung 30: In-sample GBP_CAD.....	33
Abbildung 31:Out-of-sample GBP_CAD.....	33
Abbildung 32: In-sample NZD_CAD .....	34
Abbildung 33: Out-of-sample NZD_CAD .....	34
Abbildung 34: In-sample USD_CAD.....	35
Abbildung 35: Out-of-sample USD_CAD.....	35
Abbildung 36: Eine der drei simulierten Random Walk Zeitreihen und die dazugehörigen Logreturns .....	39
Abbildung 37: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio .....	40
Abbildung 38: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio .....	41
Abbildung 39: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross .....	41
Abbildung 40: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exp. Glättung.....	42
Abbildung 41: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA .....	42
Abbildung 42: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio .....	43
Abbildung 43: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross .....	43
Abbildung 44: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Ex. Glättung.....	44
Abbildung 45: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA .....	44
Abbildung 46: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio .....	45

Abbildung 47: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross	45
.....	
Abbildung 48: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exponentiale Glättung .....	46
Abbildung 49: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA .....	46
Abbildung 50: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio .....	47
Abbildung 51: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross	47
.....	
Abbildung 52: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exponentiale Glättung .....	48
Abbildung 53: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA .....	48
Abbildung 54: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio .....	50
Abbildung 55: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross	50
.....	
Abbildung 56: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exp. Glättung.....	51
Abbildung 57: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA .....	51
Abbildung 58: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio .....	52
Abbildung 59: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross	52
.....	
Abbildung 60: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exp. Glättung.....	53
Abbildung 61: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA .....	53
Abbildung 62: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio .....	54
Abbildung 63: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross	54
.....	
Abbildung 64: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exp. Glättung.....	55
Abbildung 65: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA .....	55
Abbildung 66: Performance und absolute Drawdowns des Portfolios für die jeweiligen Filter und das gleichgewichtete Portfolio .....	56
Abbildung 67: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den MA-Cross	56
.....	
Abbildung 68: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für die Exp. Glättung.....	57

Abbildung 69: Out-of-sample Werte und Gewichte der Spots für den DFA ..... 57

## 8.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl und Anteile der Lücken in den Daten .....	5
Tabelle 2: Tradinggebühren der jeweiligen Spots .....	5
Tabelle 3: Besten Sharpe Ratio zu den optimierten MA-Ordnungen (auf Rohdaten).....	21
Tabelle 4: Besten Sharpe Ratio zu den optimierten MA-Ordnungen (auf Logreturns) .....	21
Tabelle 5: Besten Sharpe Ratio zu den optimierten MA-Ordnungen (auf Preise) .....	22
Tabelle 6: Besten Sharpe Ratio zu den optimierten MA-Ordnungen (auf Logreturns) .....	22
Tabelle 7: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio .....	23
Tabelle 8: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio .....	24
Tabelle 9: Bestes Sharpe mit dem dazugehörigen Alpha für jeden Spot (Filter / Log-Returns) .....	25
Tabelle 10: Bestes Sharpe mit dem dazugehörigen Alpha für jeden Spot (Log- Returns / Filter).....	26
Tabelle 11: Bestes Alpha mit dem dazugehörigen Sharpe für jeden Spot (Filter / Log-Returns) .....	27
Tabelle 12: Bestes Alpha mit dem dazugehörigen Sharpe für jeden Spot (Log- Returns / Filter).....	27
Tabelle 13: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio .....	28
Tabelle 14: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio .....	29
Tabelle 15: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio .....	30
Tabelle 16: Bestes Lambda und Eta mit dem dazugehörigen Sharpe (Filter / Log-Returns) .....	31
Tabelle 17: Bestes Lambda und Eta mit dem dazugehörigen Sharpe (Log- Returns / Filter).....	32
Tabelle 18: Bestes Lambda und Eta mit dem dazugehörigen Sharpe (Filter / Log-Returns) .....	32
Tabelle 19: Bestes Lambda und Eta mit dem dazugehörigen Sharpe (Log- Returns / Filter).....	33
Tabelle 20: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio .....	34
Tabelle 21: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio .....	34
Tabelle 22: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio .....	35
Tabelle 23: Sharpes der In-/Out-of-sample Tests der Filter ab dem 2009-01-15 .....	36

Tabelle 24: Sharpes der In-/Out-of-sample Tests der Filter ab dem 2011-01-03 .....	37
Tabelle 25: Sharpes der In-/Out-of-sample Tests der Filter ab dem 2015-10-19 .....	38
Tabelle 26: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio der jeweiligen Portfolios .....	40
Tabelle 27: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio der jeweiligen Portfolios .....	42
Tabelle 28: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio der jeweiligen Portfolios .....	44
Tabelle 29: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio der jeweiligen Portfolios .....	46
Tabelle 30: Vergleich der annualisierten Sharpe Ratio der jeweiligen Portfolios .....	48

## 8.5 Formelverzeichnis

Formel 1: Berechnung der Logreturns.....	4
Formel 2: Definition des Filteroutputs .....	6
Formel 3: Spezieller Filterinput.....	6
Formel 4: Filteroutput mit Filterinput aus Formel 3 .....	6
Formel 5: Transferfunktion .....	6
Formel 6: Transferfunktion in Polarkoordinaten.....	7
Formel 7: Amplitude .....	7
Formel 8: Timeshift.....	7
Formel 9: Berechnung eines Moving-Average Filters mit Ordnung n .....	7
Formel 10: Berechnung der Ordnung für den MA-Filter .....	8
Formel 11: Berechnung der Exponentiellen Glättung .....	10
Formel 12: Berechnungen für die Optimierung der Filterkoeffizienten .....	13
Formel 13: Berechnung des cutoff .....	13
Formel 14: Berechnung des Sharpe Ratio .....	18
Formel 15: Berechnung des annualisierten Sharpe Ratio .....	18
Formel 16: Berechnung der Performance ohne Berücksichtigung der Tradinggebühren .....	18
Formel 17: Berechnung der Performance mit Berücksichtigung der Tradinggebühren .....	18
Formel 18: Berechnung der absoluten Drawdowns.....	19

## 9 Anhang

### 9.1 Aufgabenstellung

Intraday and daily system

- Longer time span
  - Great recessions 2008/2009, euro-recession 2011
  - How uniform are trading performances
- Data analysis: intraday patterns:
  - different opening times Eastern, European, US markets. Liquidity different
  - Differences in log-returns of data (autocorrelation, variance)
- Daily vs. intraday
  - Daily is easier to implement (one signal per day). Is intraday worth the additional effort?
  - Use daily signal to enhance intraday trading
- Methodology:
  - Exp. smoothing
  - DFA
  - Multivariate DFA
- Manage Portfolio
- Costs
  - val DefaultMaxSpreads = Map(
    - toContract(EUR\_CHF) -> 1.4e-4,
    - toContract(EUR\_JPY) -> 40e-4,
    - toContract(AUD\_CAD) -> 1.5e-4,
    - toContract(GBP\_JPY) -> 140e-4,
    - toContract(GBP\_AUD) -> 2.8e-4,
    - toContract(GBP\_CHF) -> 3.9e-4,
    - toContract(EUR\_AUD) -> 1.8e-4,
    - toContract(GBP\_NZD) -> 4.9e-4,
    - toContract(AUD\_USD) -> 0.6e-4,
    - toContract(CHF\_JPY) -> 270e-4,
    - toContract(EUR\_USD) -> 0.2e-4,
    - toContract(EUR\_NZD) -> 3.1e-4,
    - toContract(GBP\_USD) -> 0.7e-4,
    - toContract(USD\_CAD) -> 0.6e-4,
    - toContract(EUR\_SGD) -> 3.5e-4,
    - toContract(AUD\_NZD) -> 1.7e-4,
    - toContract(EUR\_SGD) -> 1.5e-4,
    - toContract(EUR\_SGD) -> 2.1e-4,
    - )

## 9.2 Daten Plots

