

Bachelorarbeit

**Verhaltensökonomische Analyse von  
Hochfrequenzkursdaten zur Bewertung von  
Derivaten**

Verfasser:  
Markus Wirth

Datum:  
25.04.2012

Prüfer:  
Prof. Dr. rer. pol. habil. Hans-Knud Arndt  
Fakultät für Informatik  
Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik - Managementinformationssysteme

Prof. Dr. Dr. Bodo Vogt  
Fakultät für Wirtschaftswissenschaft  
Professur für Empirische Wirtschaftsforschung

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Fakultät für Informatik  
D-39106 Magdeburg



# I Inhaltsverzeichnis

I Inhaltsverzeichnis .....	III
II Abkürzungsverzeichnis.....	V
III Abbildungsverzeichnis.....	VI
IV Tabellenverzeichnis .....	VIII
o Zusammenfassung .....	1
1 Einführung.....	2
1.1 Hintergrund.....	2
1.2 Motivation.....	2
1.3 Ziel.....	3
1.4 Aufgaben und Rahmenbedingungen.....	3
1.5 Struktur der Arbeit.....	3
2 Fachliche Voraussetzungen.....	4
2.1 Definition Derivate.....	4
2.2 Definition Option .....	4
2.3 Definition Optionschein .....	5
2.4 Definition Discount-Optionschein .....	6
2.5 Zusammenfassung.....	8
2.6 Markteffizienz und Clustering.....	9
2.7 Exponentielles Diskontieren .....	10
2.8 Hyperbolisches Diskontieren .....	11
3 Zielsetzung der verhaltensökonomischen Analyse.....	13
3.1 Forschungsfrage .....	13
3.2 Aufgaben zur Umsetzung.....	14
4 Durchführung des Projektes.....	14
4.1 Implementierungsdetails der Kursaufzeichnung.....	15
4.2 Details zur Vorbereitung der Analysen .....	17
4.3 Genauigkeit der Ergebnisse .....	18

---

5	Analysen .....	18
5.1	Clustering .....	19
5.2	Schwankungsbreite der Preise .....	22
5.3	Preisentwicklung.....	28
5.4	Preisentwicklung bei DAX-Anstieg von 500 Punkten .....	31
5.5	Einzelbetrachtung.....	34
5.6	Diskussion der Ergebnisse.....	37
6	Schlussfolgerungen .....	38
6.1	Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse .....	38
6.2	Vergleich mit Zielsetzung.....	40
6.3	Einschränkungen.....	40
6.4	Erweiterungsmöglichkeiten.....	40
	Anhang A: Liste der untersuchten Discount-Optionsscheine .....	i
	Anhang B: Java-Quellcode.....	iii
	Anhang C: VBA-Quellcode .....	vii
	Selbstständigkeitserklärung.....	xiii
	Literaturverzeichnis.....	xiv

## II Abkürzungsverzeichnis

DAX Deutscher Aktienindex

OS Optionsschein

WKN Wertpapierkennnummer

€ Euro

Pkt. Punkte

VBA Visual Basic for Applications

API Application Programming Interface

HTML Hypertext Markup Language

CSV Comma Separated Value

### III Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auszahlungsprofil eines Discount-Call-OS am Laufzeitende .....	8
Abbildung 2: Auszahlungsprofile der Derivate.....	9
Abbildung 3: Clusteringbeispiel eines effizienten und ineffizienten Marktes.....	10
Abbildung 4: hyperbolischer und exponentieller Diskontierungsfaktor.....	13
Abbildung 5: Struktogramm des Quelltextes zur Kursaufzeichnung.....	16
Abbildung 6: Auszug der CSV-Datei für den DAX .....	17
Abbildung 7: Auszug einer CSV-Datei einiger ausgewählter Calls .....	17
Abbildung 8: Vorbereitung des Clusterings in Excel .....	17
Abbildung 9: Vorbereitung der Preisanalysen in Excel.....	18
Abbildung 10: DAX-Kursverlauf im untersuchten Zeitraum.....	19
Abbildung 11: Clustering der Calls bis Juni .....	20
Abbildung 12: Clustering der Calls bis Dezember .....	21
Abbildung 13: Clustering der Puts bis Juni.....	22
Abbildung 14: Preisschwankungen der Calls bis Juni .....	23
Abbildung 15: Preisschwankungen des Calls mit Basispreis 6000.....	24
Abbildung 16: Preisschwankungen des Calls mit Basispreis 5900.....	24
Abbildung 17: Preisschwankungen des Calls mit Basispreis 4500 .....	25
Abbildung 18: Preisschwankungen der Calls bis Dezember .....	25
Abbildung 19: Preisschwankungen des Calls mit Basispreis 6000 .....	26
Abbildung 20: Preisschwankungen des Calls mit Basispreis 7500.....	26
Abbildung 21: Preisschwankungen der Puts bis Juni.....	26
Abbildung 22: Preisschwankungen des Puts mit Basispreis 7000 .....	27
Abbildung 23: Preisschwankungen der Puts bis Dezember .....	28
Abbildung 24: Preisschwankungen des Puts mit Basispreis 7000.....	28
Abbildung 25: Preisentwicklung des Calls mit Basispreis 4500 .....	29
Abbildung 26: Preisentwicklung des Calls mit Basispreis 5900 .....	29
Abbildung 27: Preisentwicklung des Calls mit Basispreis 4500 .....	30

---

Abbildung 28: Preisentwicklung des Calls mit Basispreis 7500 .....	30
Abbildung 29: Preisentwicklung des Puts mit Basispreis 4800 .....	31
Abbildung 30: Preisentwicklung des Puts mit Basispreis 7000 .....	31
Abbildung 31: Preisentwicklung des Puts mit Basispreis 7000 .....	31
Abbildung 32: Preisentwicklung der Calls im Direktvergleich .....	33
Abbildung 33: Preisentwicklung der Puts im Direktvergleich .....	34
Abbildung 34: Preisschwankungen Call mit Basispreis 5100 bei DAX-Anstieg .....	35
Abbildung 35: Preisentwicklung des Calls mit Basispreis 5100 .....	36
Abbildung 36: Preisschwankungen Call mit Basispreis 5500 bei DAX-Anstieg.....	37
Abbildung 37: Preisentwicklung des Calls mit Basispreis 5500 .....	37

---

## IV Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Parametereinfluss der Zeitwertskomponenten auf den Preis .....	6
Tabelle 2: Kennzahlen von Discount-Optionsscheinen .....	7
Tabelle 3: Zusammenfassung der Grundbegriffe .....	9
Tabelle 4: Anzahl untersuchter Discount-Optionsscheine .....	15
Tabelle 5: Genauigkeit der Analyseergebnisse .....	18
Tabelle 6: Clustering der Puts bis Juni .....	22
Tabelle 7: Preisentwicklung im Zeitverlauf.....	29

## o **Zusammenfassung**

Discount-Optionsscheine, als Untergruppe der Derivate, weisen eine sehr komplexe Konstruktionsweise auf. Mit verschiedenen Laufzeiten, Basispreisen, als Call- und Put-Varianten sowie einem maximalen Auszahlungsbetrag gibt es viele Möglichkeiten wie sich deren Preise unterschiedlich während der Laufzeit entwickeln können. Für 80 Discount-Optionsscheine mit dem gemeinsamen Basiswert DAX, verschiedenen Restlaufzeiten und verschiedenen Basispreisen wurde das Verhalten ihres Preises im Zeitverlauf empirisch analysiert. Die Analyse der Verteilung der Nachkommastellen ergab, dass der Markt jedes Discount-Optionsscheins nicht effizient ist. Die Preise der Discount-Optionsscheine entwickelten sich während des untersuchten Zeitraums linear in Abhängigkeit der Restlaufzeit und des Basispreises, wenn der Kurs des DAX unverändert bleibt. Daraus ergibt sich, dass die Konzepte des exponentiellen und hyperbolischen Diskontierens zu keinen besseren Preisprognosemöglichkeiten führen.

# 1 Einführung

Dieser Abschnitt beinhaltet eine Einführung in die Thematik und motiviert dessen Relevanz. Darüber hinaus wird die Struktur der Arbeit vorgestellt.

## 1.1 Hintergrund

Discount-Optionsscheine sind Wertpapiere, bestehend aus einer Kombination zweier klassischer Optionen und ermöglichen im Vergleich zu Optionsscheinen den vergünstigten preislichen Einstieg zur Teilhabe an einer positiven (Call) oder negativen (Put) Wertentwicklung eines bestimmten Basiswerts wie z.B. Rohstoffe, Aktien oder Aktienindizes. Optionspreise lassen sich theoretisch zu beliebigen Zeitpunkten durch den inneren Wert und den Zeitwert bestimmen (Black, et al., 1973). Der innere Wert orientiert sich exakt am aktuellen Stand des Basiswerts. Der Zeitwert hingegen berechnet sich aus Volatilität, der Laufzeit, dem Marktzins und erwarteten Dividenden. Bedingt durch die Konstruktion von Optionsscheinen und im Besonderen von Discount-Optionsscheinen ist deren Preisbestimmung wesentlich komplexer.

## 1.2 Motivation

Der innere Wert von (Discount-)Optionsscheinen folgt auch in der Praxis der Formel zu dessen Berechnung und unterliegt keinen weiteren Einflüssen. Die Zeitwertkomponente des Preises oder auch der Preis als Ganzes folgt im Handel an der Börse in der Regel nicht der theoretischen Berechnungsformel. Über ihn haben alle Marktteilnehmer unterschiedliche Vorstellungen und Erwartungen. Das spiegelt sich in abweichenden Marktpreisen wider, welche durch Angebot und Nachfrage zustande kommen. Dadurch können Optionsscheinpreise an den Börsen von ihren theoretisch berechneten Werten abweichen. Deren Kauf oder Verkauf zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt bis kurz vor Laufzeitende oder die monetäre Auszahlung zum Laufzeitende selbst, erzeugt einen Zahlungsstrom, dessen Wert zum heutigen Zeitpunkt bestimmbar ist. Allgemein wird das Diskontieren genannt.

In den vergangenen Jahrzehnten wurden verschiedene Diskontierungsmethoden entwickelt um Zahlungsströmen, die in der Zukunft stattfinden, einen Wert zum heutigen Datum zuzuordnen. Wissenschaftlich kaum untersucht ist bisher, welche

Diskontierungsmethoden bessere Preisprognosen für die an den Börsen gehandelten Discount-Optionsscheinen ermöglichen. Unter den Discount-Derivaten gibt es auch noch die Discount-Zertifikate mit höherem Marktanteil. Es wurden dennoch Discount-Optionsscheine zur Analyse ausgewählt, wegen der Möglichkeit Calls mit Puts zu vergleichen und des besonderen Auszahlungsprofils, welches sich aus der komplexeren Konstruktionsweise ergibt. Discount-Zertifikate gibt es auch nicht als Put-Variante.

### **1.3 Ziel**

Empirische Untersuchungen von Hochfrequenzkursdaten sollen zeigen, ob exponentielles Diskontieren oder hyperbolisches Diskontieren eine bessere Prognosequalität zukünftiger Preise von Discount-Optionsscheinen liefern kann.

### **1.4 Aufgaben und Rahmenbedingungen**

Um die Prognosequalität der beiden Diskontierungsarten zu analysieren wurden Kursdaten von 80 Discount-Optionsscheinen auf den Basiswert Deutscher Aktienindex (DAX) mit einem Abstand von 5 Minuten über den Zeitraum vom 3.1.2012 bis 7.2.2012 aufgezeichnet. Die Discount-Optionsscheine unterscheiden sich in ihrer Partizipation am DAX als Call oder Put, in ihrem Basispreis und im Laufzeitende. Der maximale Auszahlungsbetrag ist bei allen auf 5 € begrenzt.

Die Discount-Optionsscheine werden zuerst auf Marktineffizienzen mittels Clustering (siehe Definition in Kapitel 2.6) untersucht als Grundlage für die Analyse der Preisentwicklung einzelner Discount-Optionsscheine sowie der Discount-Optionsscheine untereinander, auf Tagesbasis und über den gesamten Aufzeichnungszeitraum hinweg.

### **1.5 Struktur der Arbeit**

Im folgenden Kapitel werden zuerst die Kernbegriffe von der Option bis zum Discount-Optionsschein sowie die beiden Diskontierungsmethoden erklärt und Informationen bereitgestellt, die für das Verständnis der Folgekapitel erforderlich sind.

In Kapitel 3 wird das Ziel dieser Arbeit nochmal ausführlicher beschrieben und die Methoden vorgestellt um das Ziel zu erreichen.

Das 4. Kapitel ‚Durchführung des Projektes‘ erklärt anschließend die verwendeten Werkzeuge und den Ablauf von der Programmierung bis zur Ergebnisergebnisgewinnung. Der Fokus liegt dabei auf der technischen Implementierung und die Auswirkung der Implementierung auf die Genauigkeit der Analyseergebnisse.

Im 5. Kapitel werden die aus den empirischen Analysen gewonnen Erkenntnisse präsentiert. Das letzte Kapitel ‚Schlussfolgerungen‘ fasst die Erkenntnisse aus den Analysen zusammen und beantwortet die eingangs erwähnte Problemstellung der Preisprognosequalität.

## **2 Fachliche Voraussetzungen**

Optionsscheine bauen auf Optionen auf, welche schon seit Jahrhunderten existieren. Sie wurden eingeführt um Bauern als Versicherung gegen Missernten zu dienen (Derivative Partners Media AG, 2007). In den letzten Jahrzehnten hat sich deren Anwendung auch auf weitere Investitionsgüter oder Spekulationsobjekte erweitert. Beide Finanzprodukte sind Derivate. Von diesen ausgehend werden im Folgenden Optionen, Optionsscheine und Discount-Optionsscheine *aufbauend* definiert.

### **2.1 Definition Derivate**

Derivate werden von Finanzinstituten herausgegeben und zeichnen sich dadurch aus, dass deren Wert immer von preisbildenden Variablen eines zugrunde gelegten Basiswerts abhängt. Das können unter anderem Aktien, Indizes, Rohstoffe, Zinsen und Wetterentwicklungen sein. Sie verbrieft entweder das Recht oder die Pflicht ein in der Zukunft stattfindendes Geschäft z.B. den Bezug von Aktien oder stattdessen ein Barausgleich unter vorher festgelegten Bedingungen durchzuführen. Vertragsabschluss und dessen Erfüllung finden zu einem unterschiedlichen Datum statt. (Hoppe, 2005 S. 3)

### **2.2 Definition Option**

Optionen sind ein standardisiertes Produkt und geben im Unterschied zu Derivaten dem Inhaber das Recht, nicht jedoch die Pflicht, gegenüber dem Herausgeber (Emittent) das in der Zukunft stattfindende Geschäft zum vorher vereinbarten Preis auszuführen. Der Handel erfolgt bankenunabhängig in festgelegten Stückzahlen an speziellen Terminbörsen wie beispielsweise der EUREX in Frankfurt (107435 Mrd. € Handelsvolumen

in 2011 (EUREX, 2012)). Im Gegensatz zu Zertifikaten und Optionsscheinen wird bei Optionen immer der Basiswert z.B. Aktien am Ende der Laufzeit geliefert.

Die europäische Variante erlaubt die Ausübung des Optionsrechts nur am Laufzeitende. Die amerikanische Variante erlaubt die Ausübung auch während der Laufzeit. In Europa wird auch die amerikanische Variante gehandelt und umgekehrt. Optionen lassen sich beliebig kombinieren um daraus neue ‚strukturierte Finanzprodukte‘ zu erstellen mit eigenem Kursverhalten und Risikoprofil.

### 2.3 Definition Optionsschein

Optionsscheine sind den Optionen ähnlich, jedoch mit einigen Unterschieden. Sie stellen eine verbriefte Option dar und gehören zu den so genannten Hebelprodukten, d.h. mit geringem Kapitaleinsatz ist eine überproportional hohe Teilhabe am Erfolg oder Misserfolg der Entwicklung des Basiswerts möglich. Optionsscheine sind nicht standardisiert und werden im Gegensatz zu Optionen an mehr Börsen oder außerbörslich direkt mit dem Emittent gehandelt. Sie werden auch auf selten gehandelte (exotische) Basiswerte herausgegeben. Weiterhin gibt es keine festgelegten Stückzahlen, wodurch auch Privatanlegern mit geringem Kapital der Handel ermöglicht wird.

Der Optionsschein-Preis setzt sich zusammen als Summe aus *innerem Wert* und *Zeitwert*.

Berechnung eines Calls:

$$\max((\text{Basiswertpreis} - \text{Basispreis}) * \text{Bezugsverhältnis}; 0) + \text{Zeitwert}$$

Berechnung eines Puts:

$$\max((\text{Basispreis} - \text{Basiswertpreis}) * \text{Bezugsverhältnis}; 0) + \text{Zeitwert}$$

Der Basiswertpreis ist der Preis des Basiswerts z.B. der aktuelle Preis einer bestimmten Aktie. Der Basispreis ist der vertraglich vereinbarte Preis zu dem ein Optionsscheingeschäft ausgeführt werden kann. Über das Bezugsverhältnis wird bestimmt wieviele OS gekauft werden müssen für den Erwerb von einer Einheit des Basiswerts. Die Abhängigkeit des Zeitwerts von seinen Parametern zeigt Tabelle 1 (vgl. auch Kapitel 2.5).

Parameter	steigt/fällt	Preis Call	Preis Put
Volatilität	↑	↑	↑
	↓	↓	↓

Restlaufzeit	↑	↑	↑
	↓	↓	↓
Marktzins	↑	↑	↓
	↓	↓	↑
Dividende (bei Aktien)	↑	↑	↓
	↓	↓	↑

Tabelle 1: Parametereinfluss der Zeitwertskomponenten auf den Preis

Optionsscheine finden vielseitige Verwendungen. Eine ist beispielsweise die Absicherung von Aktiendepots gegen starke Kursverluste der Aktien durch Kauf von Put-Optionsscheinen mit einem Basispreis der dem aktuellen Basiswertpreis entspricht.

#### 2.4 Definition Discount-Optionsschein

Eine in Deutschland weit verbreitete Art der Derivate sind Discount-Produkte. Unter allen Zertifikaten waren 2007 bis 2011 Discount-Zertifikate mit je ca. 30% bis 50% Marktanteil das beliebteste Produkt (Deutsche Bank AG X-markets, 2012). Die Discount-Optionsscheine haben einen geringeren Marktanteil. Discount-Produkte zeichnen sich durch den bereits in Kapitel 1.1 erwähnten gewährten Rabatt aus.

Discount-Optionsscheine sind strukturierte Finanzprodukte, ebenso wie Discount-Zertifikate oder Bonus-Zertifikate, weil sie aus mindestens zwei Produkten konstruiert werden wovon mindestens eins ein Derivat ist.

Konstruktion Discount-Call-Optionsschein: Der Emittent kauft eine Call-Option mit niedrigem Basiskurs und verkauft gleichzeitig eine Call-Option mit hohem Basiskurs. Der niedrige Basiskurs definiert den Basiskurs des Discount-Call-OS und der hohe Basiskurs definiert den Höchstkurs (Cap) des Discount-Call-OS (BNP Paribas, 2010).

Der Käufer des Discount-Optionsscheins erhält quasi einen vergünstigten Optionsschein, dessen maximale Rendite durch das Cap begrenzt ist.

Am Ende der Laufzeit eines Discount-Optionsscheines wird dessen innerer Wert ausbezahlt. Dieser berechnet sich für die Variante eines Calls folgendermaßen:

$$\max(\max((\text{Basiswertpreis} - \text{Basispreis}) * \text{Bezugsverhältnis}; 0); \text{Cap} - \text{Basispreis})$$

Berechnung eines Puts:

$$\max(\max((\text{Basispreis} - \text{Basiswertpreis}) * \text{Bezugsverhältnis}; 0); \text{Cap} - \text{Basispreis})$$

In Tabelle 2 sind die wichtigsten Kennzahlen beschrieben, die einen Discount-Optionsschein charakterisieren.

Kennzahl	Bedeutung
Basispreis	Der Basispreis wird häufig auch <i>Strike</i> genannt. OS verfällt wertlos, wenn Basiswertpreis < Basispreis am Laufzeitende
Cap	Der Discount-Optionsschein profitiert an Kurssteigerungen des Basiswerts nur bis zum Cap (siehe Abbildung 1).
Bezugsverhältnis	Anzahl der benötigten OS um eine Einheit des Basiswerts zu erwerben.
Fälligkeitstag	Zu diesem Datum wird die Auszahlungshöhe (= innerer Wert) des Optionsscheins bestimmt.
Innerer Wert	Siehe Berechnungsformel in Kapitel 2.3
Zeitwert	Siehe Berechnungsformel in Kapitel 2.3 in Verbindung mit Tabelle 1

Tabelle 2: Kennzahlen von Discount-Optionsscheinen

In Abbildung 1 wird das Auszahlungsprofil eines Discount-Call-OS auf den DAX zum Fälligkeitstag mit Basispreis bei 5700 Punkten und Cap bei 6200 Punkten (dicke grüne Linie) gezeigt. Ein Discount-Put-OS verhält sich entgegengesetzt. Angenommen der Basispreis entspricht 6200 Punkten und das Cap liegt bei 5700 Punkten, dann zeigt die dünn eingezeichnete Linie das Auszahlungsprofil des Discount-Put-OS. Die Preise in EUR (Auszahlungen) sind links auf der y-Achse abgetragen.

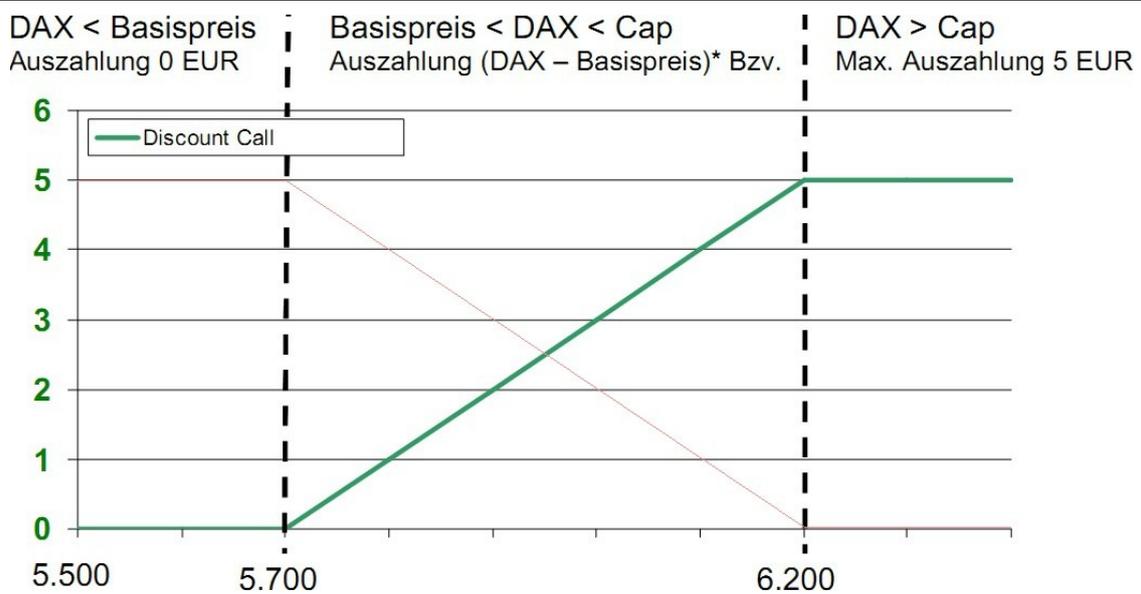


Abbildung 1: Auszahlungsprofil eines Discount-Call-OS am Laufzeitende

Discount-Optionsscheine bieten vielfältige Einsatzmöglichkeiten ebenso wie Optionsscheine. Für das erwähnte Beispiel der Absicherung von Aktiendepots ist diese durch den gewährten Rabatt günstiger, wenn man bereit ist die Begrenzung durch das Cap in Kauf zu nehmen. Auch kann man durch den gewährten Rabatt bei einer Seitwärtsbewegung des Basiswerts noch positive Renditen erzielen.

### 2.5 Zusammenfassung

In Tabelle 3 werden die wichtigsten bisher eingeführten Begriffe kurz zusammengefasst.

Begriff	Erklärung
Emittent	Herausgeber des Wertpapiers; meist eine Bank oder bei Aktien das entsprechende Unternehmen
Derivat	Finanzprodukt, dessen Preisbildung von der Entwicklung eines oder mehrerer Basiswerte abhängt
Basiswert	Rohstoff, Aktie, Aktienindex, ...
Call/Put	Wertsteigerung wenn Kurs des Basiswerts steigt/sinkt
Optionsschein	Recht des Inhabers ein in der Zukunft liegendes Geschäft zu einem festgelegten Preis auszuführen.
Discount-Optionsschein	Vergünstigter Optionsschein durch Inkaufnahme einer Gewinnobergrenze

Tabelle 3: Zusammenfassung der Grundbegriffe

Abschließend zu den bisherigen Grundlagen bzgl. der Derivate verdeutlicht die Skizze aus Abbildung 2 das Renditeverhalten der erwähnten Produkte in Abhängigkeit des Basiswerts.

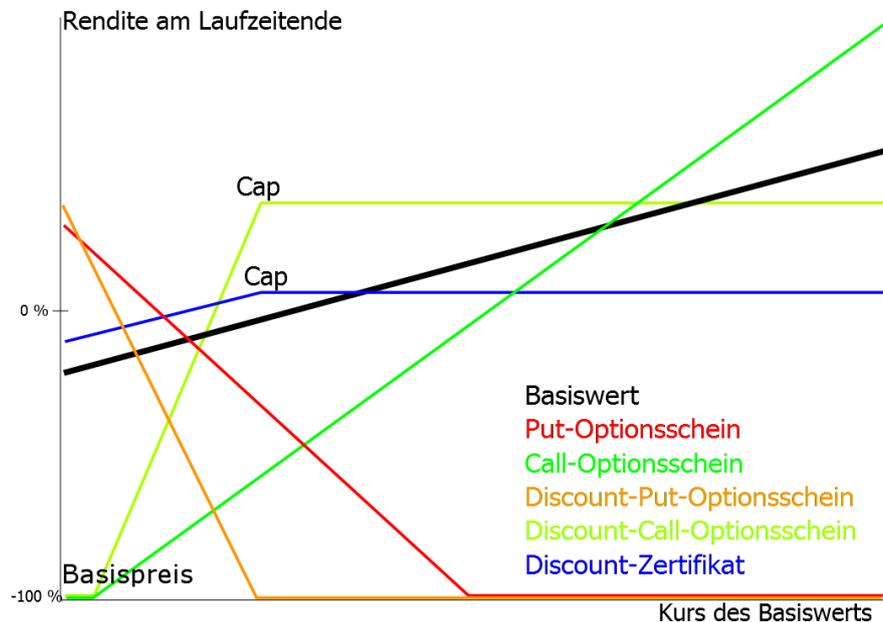


Abbildung 2: Auszahlungsprofile der Derivate

## 2.6 Markteffizienz und Clustering

Nach der Effizienzmarkthypothese charakterisiert sich ein effizienter Kapitalmarkt durch die stetige Einpreisung aller verfügbarer Informationen im Kurs des Wertpapiers (Fama, 1970). Der Ursprung dieser Theorie findet sich in der Annahme und Beobachtung, dass Preise auf Kapitalmärkten einer zufälligen Entwicklung folgen (Fama, 1965) und dadurch gleichverteilt auftreten.

In Simulationen von Preisen auf Kapitalmärkten zu anschließenden wissenschaftlichen Untersuchungen lässt sich diese Gleichverteilung herstellen (Rieger, et al., 2011) und mittels Clustering-Analyse nachweisen. Dabei wird die Häufigkeit der letzten Nachkommastellen aller zustande gekommenen Preise untersucht. Sind diese nicht gleichverteilt, dann ist die Effizienzmarkthypothese verletzt und der Kapitalmarkt somit nicht effizient.

In der Praxis wurde bereits das Clustering auf verschiedenen Kapitalmärkten beobachtet, untersucht und diskutiert (Niederhoffer, 1965), (Niederhoffer, 1966), (Soprancetti, et al., 2002), (Ikenberry, et al., 2008) und (Rieger, et al., 2011).

In einem effizienten Kapitalmarkt handeln die Teilnehmer:

1. mit unendlich schneller Reaktion bei Verfügbarkeit neuer Informationen
2. rational und unabhängig voneinander
3. in vollkommener Konkurrenz (Kasper, 2004)

Ergibt die Clustering-Analyse, dass ein Markt ineffizient ist, dann ist auch nachgewiesen, dass die Marktteilnehmer nicht nach 1, 2 und 3 handeln. Zur Veranschaulichung zeigt Abbildung 3 wie das Clustering für einen effizienten und ineffizienten Markt jeweils aussehen könnte.

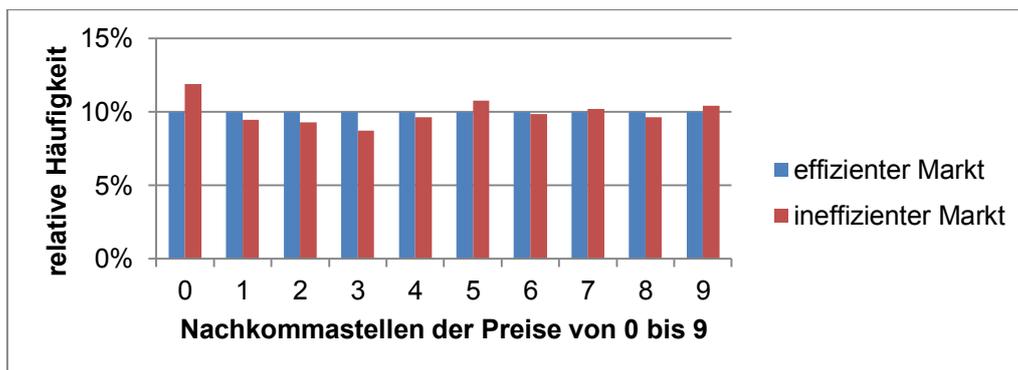


Abbildung 3: Clusteringbeispiel eines effizienten und ineffizienten Marktes

## 2.7 Exponentielles Diskontieren

Monetäre Auszahlungen zu verschiedenen Zeitpunkten lassen sich vergleichen durch das Diskontieren (auch Abzinsung genannt). Damit wird deren heutiger Wert (Barwert) ermittelt. Das exponentielle und das hyperbolische Diskontieren sind die beiden bekannten Methoden hierfür. Das exponentielle Diskontieren findet seine Anwendung in den meisten Bereichen der Wirtschaft und im Finanzsektor.

Beispiel: Würde man den gleichen Geldbetrag von 100€ heute oder erst in einem Jahr erhalten, hätte der heutige Geldbetrag einen höheren Wert, da dieser sofort zu einem marktüblichen Zins z.B. 2 % pro Jahr angelegt werden kann und in einem Jahr um den Zinssatz auf 102€ gestiegen ist. 100€ heute und 102 € in einem Jahr haben bei 2 % Zinsen zum heutigen Zeitpunkt denselben Wert. 100 € heute haben ebenfalls denselben Wert wie 100,50 € in 3 Monaten oder 101 € in einem halben Jahr oder 101,50 € in 9 Monaten. Hat man also die Wahl die 100 € entweder heute oder in einem Jahr zu erhalten, dann ist der heutige Geldbetrag nach diesem Beispiel 2 € mehr wert als der Geldbetrag von 100 € in einem Jahr. Je später festgelegte Zahlungen also realisiert werden, desto geringer ist

deren Wert in der Zukunft. Der Wertverlust wird durch einen konstanten Diskontierungsfaktor bestimmt.

Die Berechnung diskontierter Zahlungsströme  $x_i$  mit dem konstanten Diskontierungsfaktor  $\delta$  zum Zeitpunkt  $t$  ergibt sich aus der Formel:

$$x_0 = \sum_{i=1}^n \delta^t * x_i$$

## 2.8 Hyperbolisches Diskontieren

Das hyperbolische Diskontieren wurde eingeführt (Phelps, et al., 1968), um menschliches Verhalten in Bezug auf Zahlungsströme verschiedener Zeitpunkte besser erklären zu können z.B. in (Laibson, 1997). Beim hyperbolischen Diskontieren ist der Diskontierungsfaktor nicht konstant, sondern variabel durch eine Funktion in Abhängigkeit der Zeit. Es entstammt der Verhaltensforschung und zeigt durch empirische Untersuchungen z.B. in (Benzion, et al., 2002), dass Menschen Auszahlungen zu verschiedenen Zeitpunkten jeweils andere Werte zuordnen als es entsprechend des exponentiellen Diskontierens (siehe oben) der Fall sein müsste. Man spricht dabei von zeitinkonsistentem Verhalten (Thaler, 1981). Die Experimente wurden bereits für private Altersvorsorge, Suchtverhalten (z.B. Rauchen), Diäten und Sportprogramme durchgeführt (Kroll, 2010 S. 6) und kamen zu dem Ergebnis, dass ein kurzfristiger Vorteil priorisiert wird vor allen später folgenden positiven oder negativen Konsequenzen.

Beispiel: Wer es bevorzugt 13 Monate auf eine Auszahlung von 1010 € zu warten, statt 12 Monate auf 1000 €, der müsste auch ab dem jetzigen Zeitpunkt einen Monat warten wollen auf 1010 €, statt sofort 1000 € zu erhalten. Ein zeitkonsistenter Entscheider würde in beiden Situationen die gleiche Entscheidung fällen, da in beiden Situationen ein zusätzlicher Monat des Wartens 10 € Profit bringt. Menschen diskontieren aber nicht immer exponentiell wie sie es in diesem Beispiel tun müssten. Sie diskontieren auch hyperbolisch, das heißt sie bevorzugen 1010€ in 13 Monaten und zugleich 1000€ sofort. Das Beispiel ist angelehnt an (Beck, et al., 2009).

Aus den Annahmen ergibt sich die Diskontierungsformel

$$x_0 = \sum_{i=1}^n f(t) * x_i$$

mit

$$f(t) = \frac{1}{1 + c * t}$$

wobei  $c$  bestimmt wie stark oder schwach sich der Diskontierungsfaktor als Funktion in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  verändert. Je mehr Zeit vergeht, desto kleiner wird der Wert der Diskontierungsfunktion  $f(t)$  und damit auch des Diskontierungsfaktors.

In Abbildung 4 ist der Unterschied der beiden Diskontierungsmethoden dargestellt. Für das exponentielle Diskontieren wurde ein Zinssatz von 10 % gewählt und für das hyperbolische Diskontieren ist  $c = 1$ . Am Anfang der Zeitachse ist der hyperbolische Diskontierungsfaktor deutlich größer und lässt im Zeitverlauf wesentlich nach. Werden Zahlungsströme einer Zeitperiode in naher Zukunft miteinander verglichen, ist deren Wertdifferenz deutlich größer. Werden Zahlungsströme derselben Zeitperiode in ferner Zukunft miteinander verglichen, ist deren Wertdifferenz deutlich geringer. Beim exponentiellen Diskontieren hingegen werden Zahlungsströme zeitunabhängig immer mit einem konstanten Faktor diskontiert.

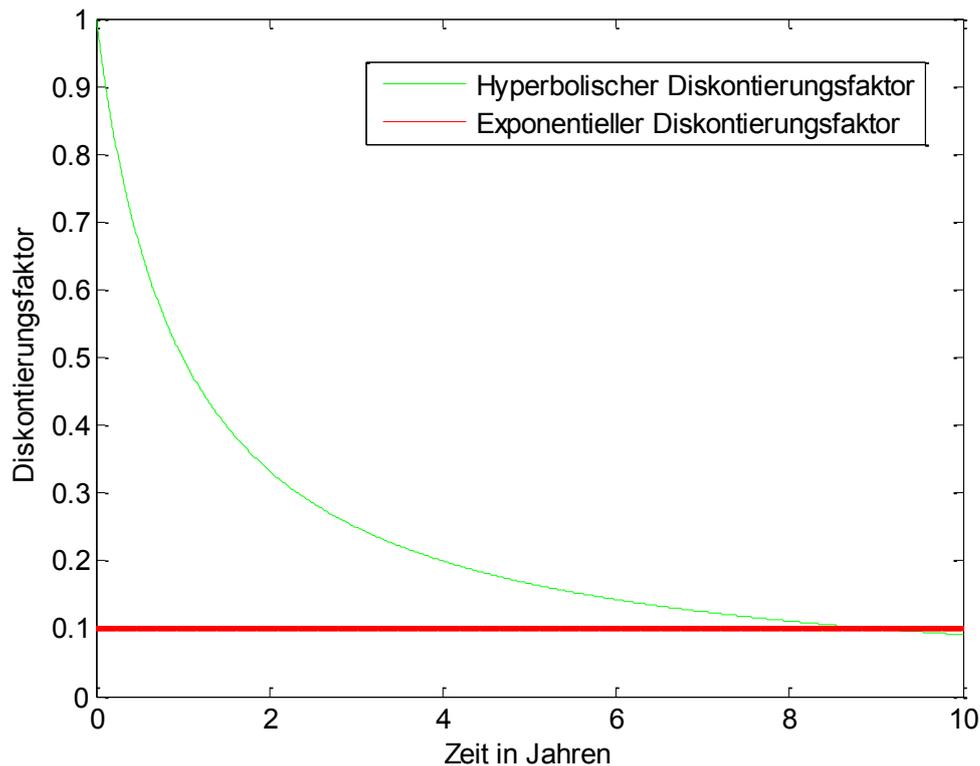


Abbildung 4: hyperbolischer und exponentieller Diskontierungsfaktor

### 3 Zielsetzung der verhaltensökonomischen Analyse

In Kapitel 2.2 bis 2.4 wurden aufbauend die Discount-Optionsscheine erläutert. In einem vorhandenen Kursverlauf lässt sich theoretisch zu jedem Zeitpunkt der innere Wert exakt bestimmen. Dadurch lässt sich auch der zweite Preisbestandteil, der Zeitwert, theoretisch ermitteln. An der Börse können die tatsächlichen Preise jedoch von den theoretischen abweichen, da sie wie bereits erwähnt durch Angebot und Nachfrage gebildet werden. Wissenschaftlich bisher nicht untersucht ist, wie sich der Preis im Zeitverlauf verhält und genau dies soll die Analyse aufzeigen.

#### 3.1 Forschungsfrage

Aus dem zeitlichen Verlauf des Preises eines Discount-Optionsscheines und mehrerer Discount-Optionsscheine untereinander könnten sich Rückschlüsse auf exponentielles oder hyperbolisches Diskontieren ergeben, die die Qualität von Kursprognosen in die Zukunft verbessern könnte.

Die Forschungsfrage dieser Bachelorarbeit lautet demnach: „Wie verhalten sich Preise von Discount-Optionsscheinen im zeitlichen Verlauf und bietet das exponentielle oder hyperbolische Diskontieren eine bessere Preisprognosequalität?“

### 3.2 Aufgaben zur Umsetzung

Zur Beantwortung dieser Frage ist die Erfüllung folgender Aufgaben notwendig:

- Aufzeichnung des DAX im 5-Minuten-Abstand
- Auswahl geeigneter Discount-Optionsscheine auf den DAX als Call- und Put-Variante mit unterschiedlichen Laufzeiten und Basispreisen und sonst gleichen Eigenschaften
- Aufzeichnung von Kaufpreisen der Discount-Optionsscheine im 5-Minuten-Abstand von der Börse scoach
- Untersuchung auf Marktineffizienzen in den Discount-Optionsscheinen durch Clustering
- Analyse der Preisverläufe einzelner Discount-Optionsscheine innerhalb gleicher Tage und über den Aufzeichnungszeitraum hinweg
- Analyse der Preisverläufe von Discount-Optionsscheinen untereinander innerhalb gleicher Tage und über den Aufzeichnungszeitraum hinweg

## 4 Durchführung des Projektes

Grundlage dieser Arbeit sind Kursdaten von 40 Discount-Call-OS und 40 Discount-Put-OS der Commerzbank AG mit den Laufzeiten bis 13.06.2012 und 19.12.2012, siehe Tabelle 4. Der Emissionstag war der 25.11.2010 und die Ausübungsart ist europäisch. Die Kursdaten kommen von der Börse scoatch. Das ist die weltweit größte Börse für strukturierte Produkte mit Sitz in Frankfurt (scoatch, 2012). Außerdem wurde die Deutsche Bank Indikation des deutschen Aktienindex DAX aufgezeichnet.

Commerzbank AG	Call	Put
<b>Fälligkeit 13.06.2012</b>	28	27
<b>Fälligkeit 19.12.2012</b>	12	13

---

*Tabelle 4: Anzahl untersuchter Discount-Optionsscheine*

Die Daten wurden im Zeitraum 3.1.2012 bis einschließlich 7.2.2012 mittels einer Java-Anwendung aufgezeichnet, in Excel 2010 aufbereitet und anschließend mit Excel 2010 analysiert. VBA als Programmiersprache und Teil des Microsoft Office-Pakets hat dabei alle nötigen Berechnungen ausgeführt.

#### **4.1 Implementierungsdetails der Kursaufzeichnung**

Da Finanzportale und Börsen keine kostenlosen APIs (application programming interfaces) zur Verfügung stellen um problemlos Kursdaten aufzuzeichnen, wurde eine Anwendung programmiert, welche HTML-Quelltexte von Finanzportalen nach den Kursdaten durchsucht. Dabei handelt es sich um eine nicht-objektorientierte Java-Anwendung, welche mit dem Java Development Kit 1.6.0\_25 in der Entwicklungsumgebung NetBeans IDE 7.0.1 geschrieben wurde. Diese Anwendung lief über den gesamten Aufzeichnungszeitraum ununterbrochen zum einen auf einem handelsüblichen Windows-Computer mit einem eingehenden Datendurchsatz von 2,4 mbit/s und zum anderen auf zwei separaten Micro-Instanzen der Amazon EC2 Cloud unter Linux im Standort Irland mit eingehendem Datendurchsatz von 16-80 mbit/s. Verwendet wurden die Daten des handelsüblichen Windows-Computers, da das Hostsystem der Cloud den Instanzen nicht zuverlässig alle 5 Minuten Rechenkapazität zur Verfügung stellte um die Kurse rechtzeitig abzurufen. Die Geschwindigkeit der Aufzeichnung der jeweils 80 Kurse + DAX hängt zu 99% von der Geschwindigkeit der Internetanbindung ab. Die Prozessorlast liegt bei einem handelsüblichen Prozessor unter 1%. Ermittelt wurden diese Werte mit dem NetBeans Profiler und dem Sysinternals Process Explorer. Es kommt durch die Bandbreitenbeschränkung zu einer zeitlichen Ungenauigkeit in den Daten, da der Preis des letzten OS erst etwa eine Minute nach dem DAX abgerufen wurde. Die Funktionsweise der Anwendung zeigt das Struktogramm in Abbildung 5. Struktogramme sind Sinnbilder um Programmabläufe strukturiert darzustellen und in der DIN 66261 genormt. Sollte sich die Bedeutung der einzelnen Elemente nicht erschließen, sei auf [http://wwwlrh.fh-bielefeld.de/IN\\_Prak/inprak6.htm](http://wwwlrh.fh-bielefeld.de/IN_Prak/inprak6.htm) ([Link](#)) zur Erläuterung von Struktogrammen verwiesen.

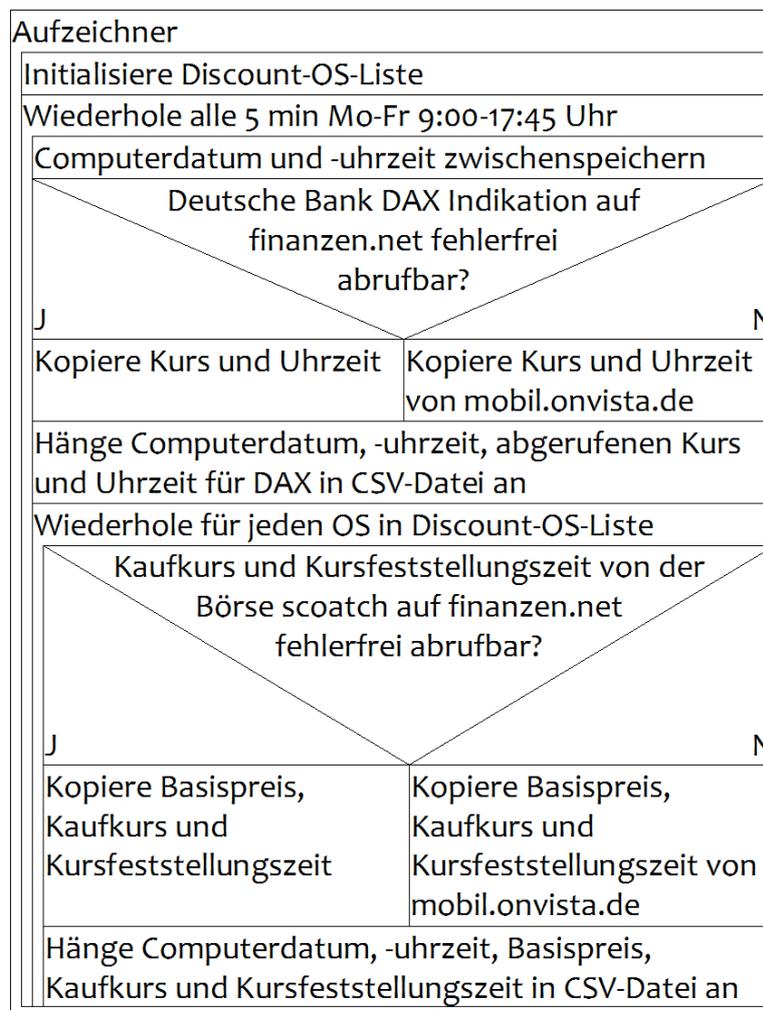


Abbildung 5: Struktogramm des Quelltextes zur Kursaufzeichnung

Der Quellcode in befindet sich in „Anhang B: Java-Quellcode“ als gekürzte Fassung, aus der lediglich redundante Abschnitte entfernt wurden. Bei fehlerhaftem Zugriff auf finanzen.net, wurde auf mobil.onvista.de zum Abrufen der Kurse ausgewichen und spätestens dort auch ‚unsaubere‘ Daten in die CSV-Dateien geschrieben wurden wie beispielsweise diese Zeile: „1;p;12;CMoNJE;5000;0207;163708;16:21:3;0,91“. Hier fehlt die zweite Stelle der Sekundenangabe der Kursfeststellungszeit und wurde anschließend bei der Aufbereitung mit einer Null ergänzt. Unsauber heißt in diesem Zusammenhang auch, dass zusätzliche Zeichen aus dem Quelltext gespeichert wurden, welche nachträglich wieder herausgefiltert wurden. Beispiel: „2;p;6;CK2KoF;6600;0207;174708; 17:45:37; 2,41 <“. Durch die Leerzeichen und das ‚<‘ lässt sich diese Zeile nicht einfach maschinell weiterverarbeiten. Ursache solcher unsauberer Daten sind Änderungen in unregelmäßigen Abständen im ausgelieferten HTML-Quellcode der Finanzportale. Das Fehlen einiger Nullen als letzte Stelle der Sekundenangabe der Kursfeststellungszeiten in ca. 1 % der Daten hat keinerlei Einfluss auf die Genauigkeit der Auswertungsergebnisse.

## 4.2 Details zur Vorbereitung der Analysen

Vorläufer der Auswertung war die Aufbereitung. Überflüssige Zeichen z.B. Leerzeichen, '<' oder '>' wurden aus den CSV-Dateien entfernt. Das Ergebnis zeigt Abbildung 6 und Abbildung 7.

```
120112;0112;140030;13:44;6248,9
120112;0112;140530;13:49;6248,4
120112;0112;141030;13:54;6242,6
120112;0112;141530;13:59;6238,1
```

Abbildung 6: Auszug der CSV-Datei für den DAX

```
1;c;6;CK2JYP;3600;0112;140530;13:49;6248,9
1;c;6;CM6D0D;2500;0117;162915;14:16:40;4,96
1;c;6;CM6D0L;6000;0117;163415;16:33:08;3,10
1;c;6;CM6D0K;5500;0117;163415;16:33:10;3,89
1;c;6;CM6D0J;5000;0117;163415;16:32:14;4,39
1;c;6;CK2JYP;3600;0117;163415;16:33:05;4,50
```

Abbildung 7: Auszug einer CSV-Datei einiger ausgewählter Calls

Diese bereinigten Daten wurden in Excel-Registerkarten importiert und weitere Spalten durch Einsatz von Excel-Formeln und Berechnungen in VBA ergänzt.

Für das Clustering wurde auf die Preisspalte T der Discount-Optionsscheine in Abbildung 8 eine ZÄHLENWENN()-Formel angewandt und in Spalte U gespeichert. Über Filterung der Wertpapierkennnummern in Spalte D und Aggregation der Nachkommastellen aus Spalte U wurden die Diagramme für das Kapitel 5.1 erzeugt.

T2		=J2&WENN(ODER(LÄNGE(J2)=3;LÄNGE(J2)=1);0;"")										
	D	E	F	G	H	I	J	K	L	T	U	W
1	WKN	Str	Mf	Kursfeststellung	HHM	Uhrzeit	Preis	DAX	Ausz	Preis	Pre	etzte Stelle
2	CM6D0D	2500	0103	3.1.12 9:02:09	090449	09:02:09	4,94	6126,2	5,00	4,94	4	
3	CM6D0E	3000	0103	3.1.12 9:02:08	090449	09:02:08	4,9	6126,2	5,00	4,90	0	
4	CM6D0F	3500	0103	3.1.12 9:02:57	090449	09:02:57	4,83	6126,2	5,00	4,83	3	
5	CK2JYP	3600	0103	3.1.12 9:04:46	090449	09:04:46	4,82	6126,2	5,00	4,82	2	

Abbildung 8: Vorbereitung des Clusterings in Excel

Für die Preisanalysen wurden die in Abbildung 9 markierten Spalteninhalte durch VBA berechnet. Über Filterung der Basispreise wurden die Diagramme für die Kapitel 5.2 und folgende erzeugt.

1	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	T	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	40
63742	3	c	6	CK2JZ5	5600	0202	2.2.12 16:22:48	16:18:39	4,23	6643,9	4,23							0,03	0,09	
63965	3	c	6	CK2JZ5	5600	0202	2.2.12 17:02:48	17:02:36	4,25	6664,1	4,25								0,09	
64314	3	c	6	CK2JZ5	5600	0203	3.2.12 9:22:48	09:18:42	4,25	6653,2	4,25							0,04	0,1	
64565	3	c	6	CK2JZ5	5600	0203	3.2.12 10:07:48	10:06:23	4,25	6657,2	4,25	1E-04							0,09	
64562	3	c	6	CK2JZ5	5600	0203	3.2.12 10:12:48	10:06:23	4,25	6655,1	4,25								0,11	

Abbildung 9: Vorbereitung der Preisanalysen in Excel

### 4.3 Genauigkeit der Ergebnisse

Einige Bedingungen, Entscheidungen und Vorgehensweisen während der Durchführung erzeugen Beeinträchtigungen der Genauigkeit verschiedener Analyseergebnisse. Tabelle 5 fasst diese zusammen.

Einflussfaktor	Folgen für die Analyse
Fehlende Nullen der Kursabrufszeit in ca. 1 % der Daten	Keine
Zweite Nachkommastelle des DAX fehlt	Keine, da die Änderung des Kurses durch die zweite Nachkommastelle zu gering ist um den Preis eines Discount-Optionsscheins zu beeinflussen.
Kursabruf der Discount-Optionsscheine um bis zu einer Minute verspätet nach dem Kursabruf des DAX innerhalb jedes 5-Minuten-Intervalles, bedingt durch Bandbreitenbeschränkung der Datenübertragung	Möglicher geringer Einfluss auf die Preisdifferenzen in den Analysen ab dem Kapitel 5.2

Tabelle 5: Genauigkeit der Analyseergebnisse

## 5 Analysen

**Wichtige Anmerkung:** Um den Lesefluss zu vereinfachen werden in diesem Kapitel die Begriffe „Calls“ und „Puts“ für Discount-Call-Optionsscheine und Discount-Put-Optionsscheine verwendet.

Der Basiswert aller Discount-OS ist der DAX. Seinen Kursverlauf während des Aufzeichnungszeitraums vom 3.1.2012 bis 7.2.2012 zeigt Abbildung 10. Ein abgerufener Kurs stellt dabei einen kurzen waagerechten Strich dar.

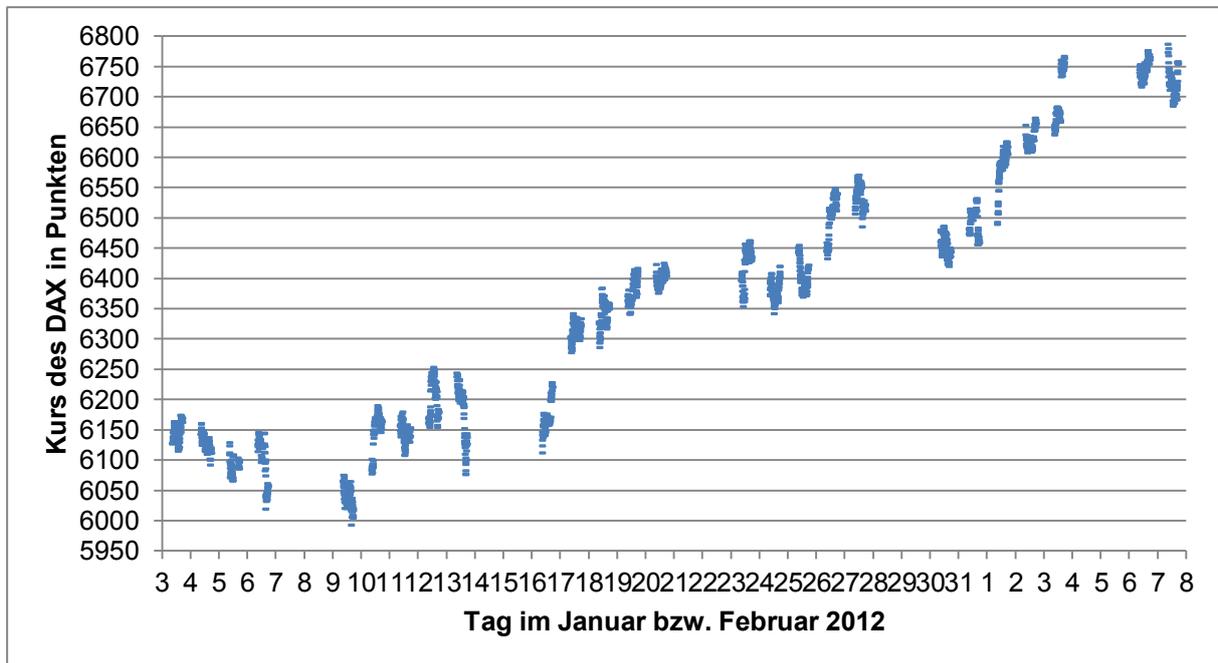


Abbildung 10: DAX-Kursverlauf im untersuchten Zeitraum

## 5.1 Clustering

Zur Clustering-Analyse wurden je 6 Discount-OS mit verschiedenen Basispreisen ausgewählt für die Calls mit Laufzeit bis Juni und Dezember sowie die Puts bis Juni. In allen Discount-OS ist das Preis-Clustering ersichtlich.

*In den Diagrammen sind die Nachkommastellen auf der x-Achse abgetragen und deren relative Häufigkeit ist auf der y-Achse abgetragen. Die Zuordnung der Basispreise zu den jeweiligen Säulen befindet sich rechts in der Legende.*

### Calls mit Laufzeit bis Juni

Unter den Calls mit Laufzeit bis Juni zeigt sich das Clustering der Nachkommastellen stärker, je größer der Abstand zwischen Basispreis und Cap zum DAX ist.

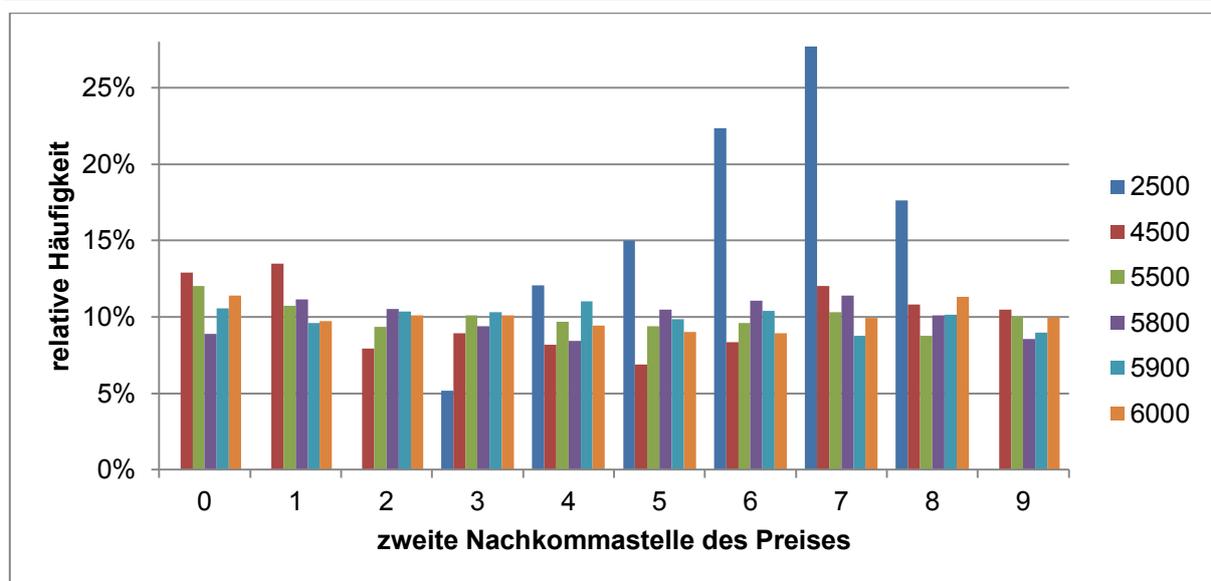


Abbildung 11: Clustering der Calls bis Juni

Die Kaufpreise des Calls mit Basispreis 2500 konzentrieren sich am stärksten bei den Stellen 7, 6 und 8. Die 1, 2, 9 und 0 sind hingegen nicht vertreten, denn der Preis lag während des Aufzeichnungszeitraumes immer zwischen 4,93 € und 4,98 € und durch den niedrigen Basispreis damit erwartungsgemäß sehr nah an der zum Laufzeitende möglichen maximalen Auszahlung in Höhe von 5,00 €. Die 0,02 € Differenz zum möglichen Preismaximum könnten auf eine geringe Restwahrscheinlichkeit hindeuten, dass der DAX zum Laufzeitende im Juni unter dem Cap von 3000 steht. Die Ausprägung des Clustering kann in diesem Fall keine Marktineffizienz erklären, sondern ist vielmehr dem großen Abstand des Caps zum DAX geschuldet.

Die Caps der Calls mit den Basispreisen 5800, 5900 und 6000 lagen jeweils mindestens während der ersten Hälfte des Aufzeichnungszeitraumes über dem DAX-Kurs. Die Preise bewegten sich entsprechend insgesamt zwischen 2,70 € und 4,18 €. Auffallend ist die Dominanz einzelner Nachkommastellen. Der Unterschied zwischen geringster Anzahl einer Nachkommastelle und höchster Anzahl einer anderen beträgt hier bis zu 22 %. Durch die deutlichen Abweichungen von einer Gleichverteilung sind Marktineffizienzen bei diesen Calls mit Basispreisen nah des DAX-Kurses vorhanden. Die Ausprägung des Clustering fällt bei den Calls bis Juni am geringsten aus.

### Calls mit Laufzeit bis Dezember

Die Nachkommastellen sind alle geclustert und dies auch vergleichsweise stärker als die Calls bis Juni, wie ein Vergleich von Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigt.

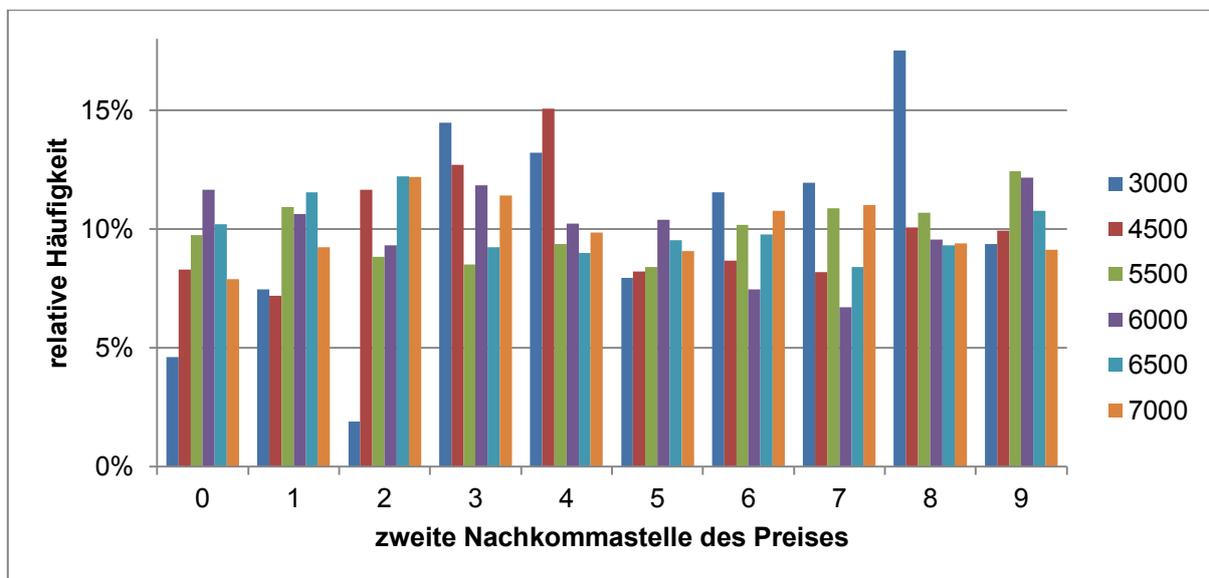


Abbildung 12: Clustering der Calls bis Dezember

Die Basispreise 6000 und 6500 haben den geringsten Abstand zum DAX-Kurs. Der Call mit Basispreis 6000 weist einen Unterschied zwischen geringster Anzahl einer Nachkommastelle und höchster Anzahl einer anderen von 44 % auf. Bei dem Call mit Basispreis 6500 sind es 31 %.

Die Dominanz der Nachkommastelle 8 im Call mit Basispreis 3000 deutet auch hier nicht auf Marktineffizienzen hin, sondern ist durch die geringe Preisbewegung von 4,78 € zu Beginn des Aufzeichnungszeitraumes bis 4,88 € am Ende zu erklären.

### Puts mit Laufzeit bis Juni

Auch die Puts weisen ein deutliches Clustering ihrer Preise auf.

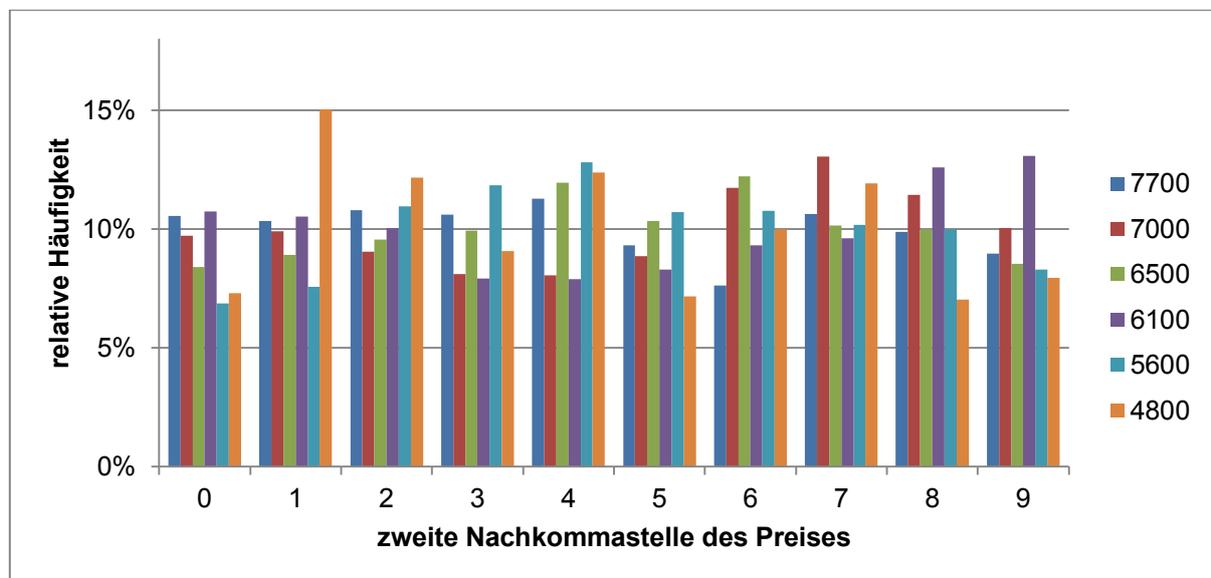


Abbildung 13: Clustering der Puts bis Juni

Tabelle 6 zeigt hier den Unterschied zwischen geringster relativer Häufigkeit einer Nachkommastelle zur höchsten.

Basispreis	7700	7000	6500	6100	5600	4800
min ↔ max	32 %	38 %	31 %	40 %	46 %	53 %

Tabelle 6: Clustering der Puts bis Juni

### 5.2 Schwankungsbreite der Preise

Vorausgehend für die Untersuchungen über den gesamten Zeitraum und zwischen Discount-OS untereinander, wird zuerst die Schwankungsbreite der Discount-OS innerhalb jedes einzelnen Tages betrachtet. Innerhalb eines Tages weist der DAX mehrmals denselben Kurs auf. Es wird geprüft, ob die Discount-OS zu diesen Zeitpunkten entsprechend auch dieselben Preise aufweisen. Wie sich jedoch zeigt, weisen alle Discount-OS Abweichungen in unterschiedlicher Höhe auf.

Dargestellt wird dies getrennt für Calls und Puts und deren verschiedene Laufzeiten; zuerst jeweils als aggregierte Sicht für mehrere Basispreise in Form eines Säulendiagramms, bevor auf die Diagramme im Einzelnen eingegangen wird.

#### Calls mit Laufzeit bis Juni

Die aggregierte Darstellung als Häufigkeitsverteilung in Abbildung 14 zeigt folgende Tendenz: Je mehr sich die Basispreise der Calls dem DAX nähern, desto seltener hat der Call denselben Preis, wenn der DAX unverändert bleibt.

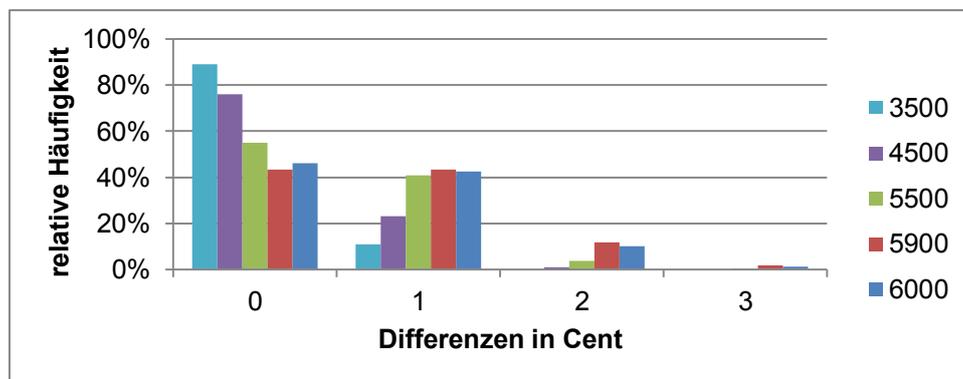


Abbildung 14: Preisschwankungen der Calls bis Juni

In den folgenden Diagrammen ist das Datum für den Aufzeichnungszeitraum 3.1.2012 bis 7.2.2012 auf der x-Achse abgetragen und Preisdifferenzen in Euro auf der y-Achse. Rechenbeispiel zur Interpretation der Diagramme:

	Tag x, Zeitpunkt 1	Tag x, Zeitpunkt 2	Tag x, Zeitpunkt 3
DAX-Kurs	6200 Punkte	6200 Punkte	6200 Punkte
Call-Preis	4,07 €	4,08 €	4,05 €
+	$4,08 \text{ €} - 4,07 \text{ €} = 0,01 \text{ €}$		
X	$4,05 \text{ €} - 4,07 \text{ €} = -0,02 \text{ €}$		

Der Call mit Basispreis 6000 in Abbildung 15 weist am 6.1., 13.1. und 20.1. deutliche Differenzen auf von bis zu 0,07 €. Am 6.1. und 13.1. war der DAX sehr volatil. Am 20.1. war der DAX hingegen am wenigsten volatil. Der kleinste Abstand zwischen Kursminimum und Kursmaximum im DAX innerhalb eines Tages lag bei 43 Punkten am 20.1. und der größte Abstand lag bei 168 Punkten am 13.1.

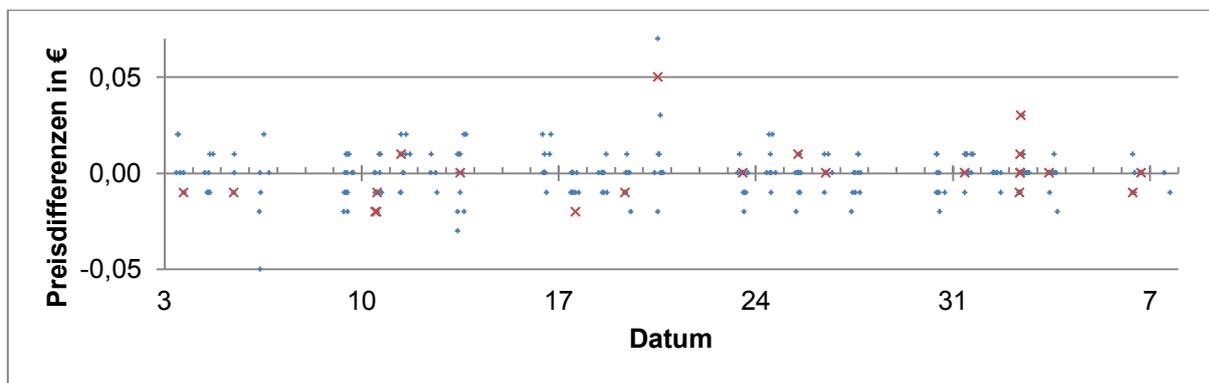


Abbildung 15: Preisschwankungen des Calls mit Basispreis 6000

Ein ähnliches Bild zeigt der Call mit Basispreis 5900 in Abbildung 16. Dieser und weitere untersuchte Calls haben den Ausschlag am 6.1. allerdings nicht mehr. Die zeitliche Verschiebung, da die OS immer ein paar Sekunden später aufgezeichnet wurden als der DAX, dürfte hier keine Rolle spielen, denn zumindest der Call mit Basispreis 6000 wurde direkt nach dem DAX mit maximal 1 Sekunde Verspätung aufgezeichnet.

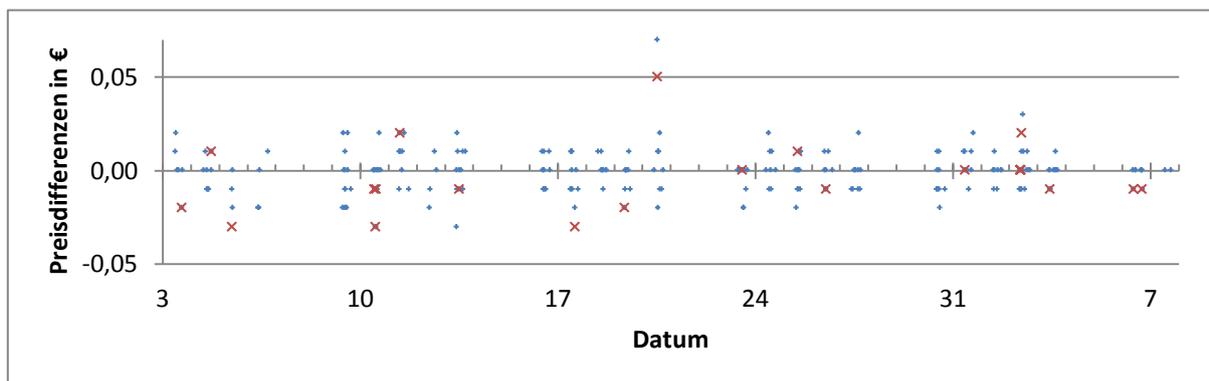


Abbildung 16: Preisschwankungen des Calls mit Basispreis 5900

Je größer der Abstand vom DAX-Kurs zum Basispreis und Cap ist, desto geringer sind die preislichen Abweichungen in jeder Messung, siehe Abbildung 17.

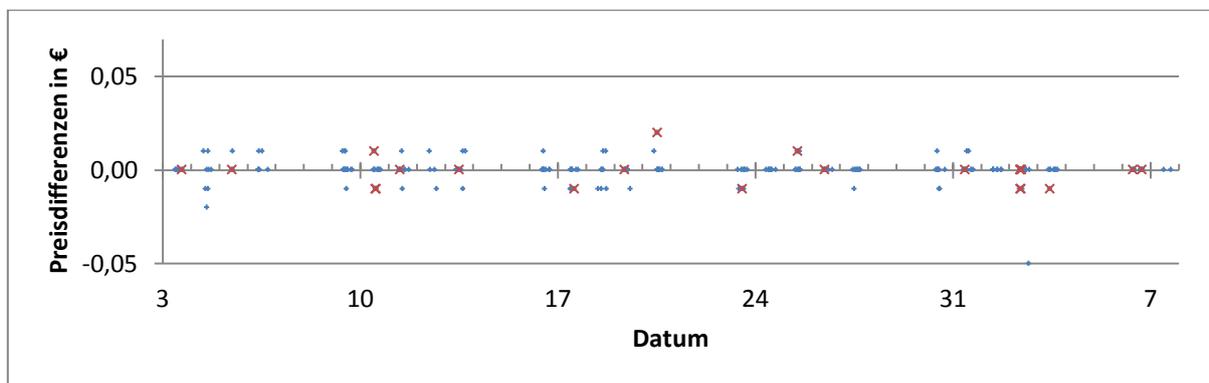


Abbildung 17: Preisschwankungen des Calls mit Basispreis 4500

Gründe für die großen Preisdifferenzen dieser Calls an einzelnen Tagen lassen sich nicht eindeutig finden.

### Calls mit Laufzeit bis Dezember

Die Tendenz der Entfernung der Basispreise vom DAX-Kurs bestätigt sich auch hier (Abbildung 18). Zusätzlich sind die Daten von einem Call dabei, dessen Basispreis immer oberhalb des DAX-Kurses lag (Abbildung 20). Die bereits festgestellte Tendenz trifft auch für die umgekehrte Richtung zu. Abbildung 18 zeigt auch Unterschiede zu den vorher untersuchten Calls. Eine Differenz von einem Cent kommt wesentlich häufiger vor, die anderen dafür seltener.

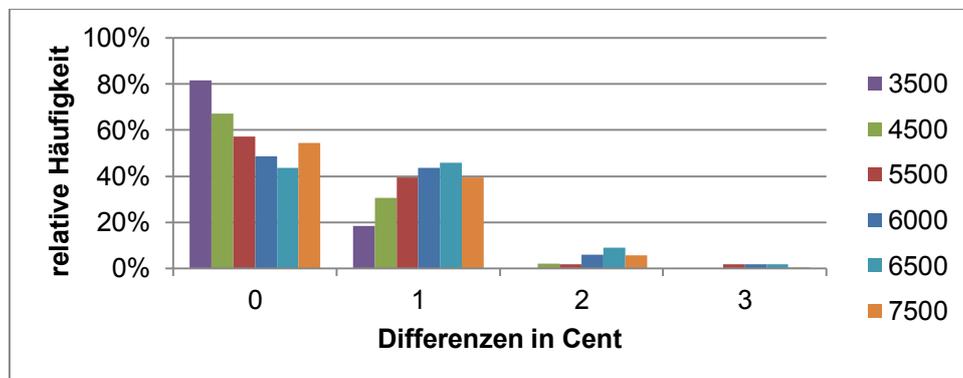


Abbildung 18: Preisschwankungen der Calls bis Dezember

Die größten Differenzen mit bis zu 4 Cent sind geringer als die der Calls bis Juni und treten auf am 5.1., 9.1., 18.1., 20.1., 25.1. und 2.2., siehe Abbildung 19. Aus der Bewegung des DAX lässt sich dabei jeweils kein Verhalten erkennen, welches an allen sechs Tagen gleichermaßen auftritt. Insbesondere ist auch die Volatilität des DAX an jedem dieser Tage verschieden.

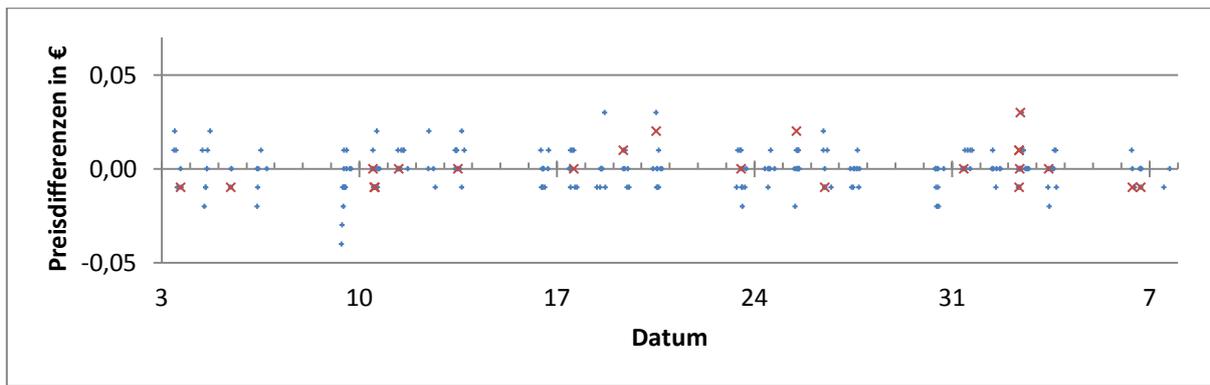


Abbildung 19: Preisschwankungen des Calls mit Basispreis 6000

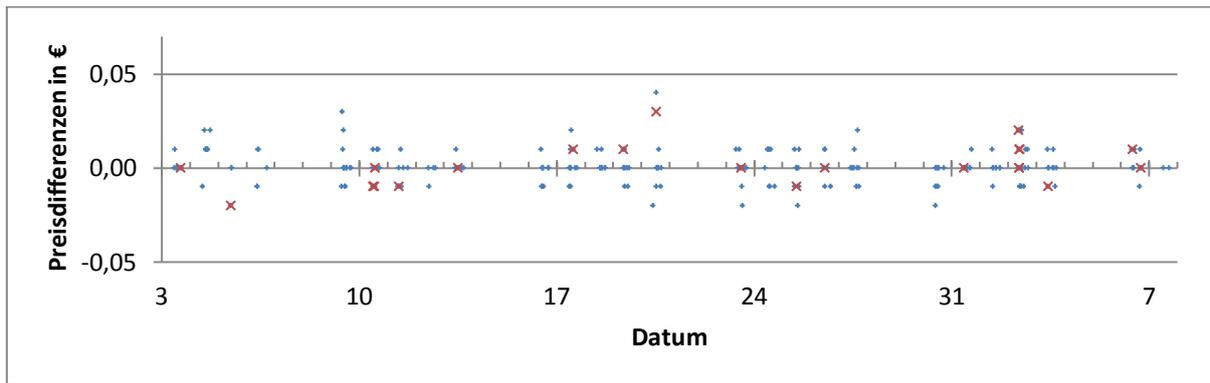


Abbildung 20: Preisschwankungen des Calls mit Basispreis 7500

**Puts mit Laufzeit bis Juni**

Abbildung 21 zeigt, dass die Puts mit Laufzeit bis Juni bei gleichen DAX-Kursen innerhalb eines Tages überwiegend in ähnlicher Weise Differenzen in ihren Preisen aufweisen.

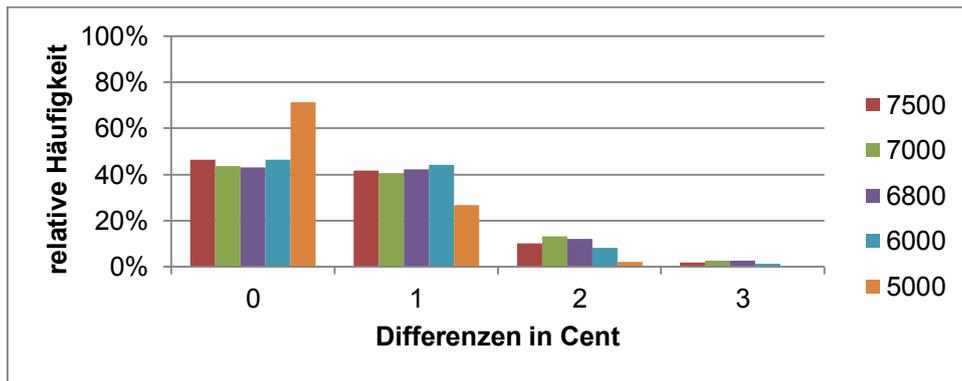


Abbildung 21: Preisschwankungen der Puts bis Juni

So wie es für die Calls an einigen Tagen zu vergleichsweise größeren positiven Preisdifferenzen kam, so gibt es bei den Puts auch einige Vorkommen mit negativen Preisdifferenzen, siehe Abbildung 22. Besonders ausgeprägt war dies am 20.1. Der

DAX-Kurs bewegte sich in geringem Ausmaß. Immer wenn er einen vorigen Kurs nochmals erreichte, gab es Differenzen im Preis der Puts bis zu 0,08 €.

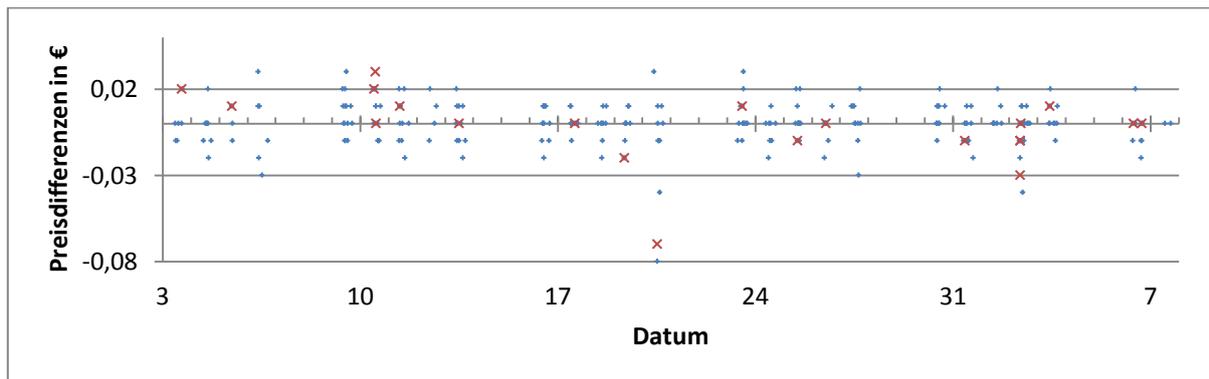


Abbildung 22: Preisschwankungen des Puts mit Basispreis 7000

### Puts mit Laufzeit bis Dezember

Auch die Puts mit Laufzeit bis Dezember zeigen Preisdifferenzen in unterschiedlicher Höhe je nach Basispreis.

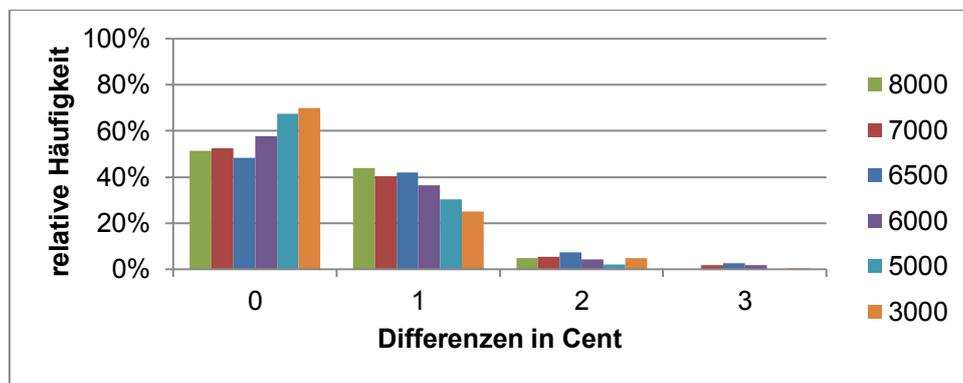


Abbildung 23: Preisschwankungen der Puts bis Dezember

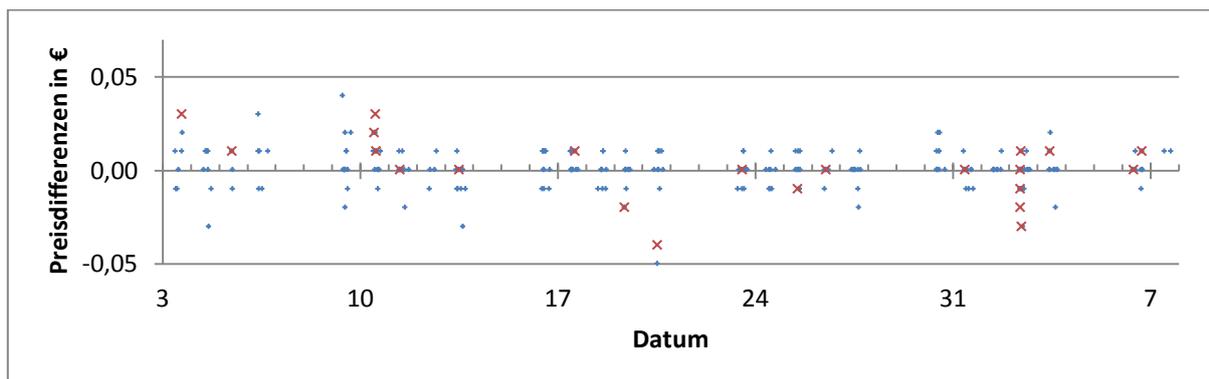


Abbildung 24: Preisschwankungen des Puts mit Basispreis 7000

### 5.3 Preisentwicklung

Es wird die Preisentwicklung einzelner Calls und Puts über mehrere Tage hinweg betrachtet. Für diese Analyse wurden speziell die Tage 3.1., 19.1. und 26.1. ausgewählt. Alle Kurse die der DAX im Tagesverlauf z.B. des 3.1. aufweist, treten in den Folgetagen vereinzelt erneut auf. Immer wenn dies der Fall ist, wird dies durch ein + in den Diagrammen signalisiert. Auch wenn der DAX dann denselben Kurs aufwies, ist der Preis jedoch meist ein anderer. Diese Preisdifferenzen spiegelt die y-Achse wider. Für den 19.1. und 26.1. sind die Preisdifferenzen der jeweiligen Folgetage ebenfalls ersichtlich.

Es zeigt sich, dass für Discount-OS mit Basispreisen nah am Kurs des DAX die Preise im zeitlichen Verlauf stark schwanken und durchschnittlich kaum zu- oder abnehmen. Calls mit Basispreisen unterhalb des DAX steigern ihre Preise linear um bis zu 0,07 €. Calls mit Basispreisen oberhalb des DAX-Kurses verlieren linear um bis zu 0,09 € an Wert innerhalb von 14 Tagen. Puts mit Basispreisen unterhalb des DAX verlieren ebenso linear an Wert. Hier sind es bis zu 0,05 € und Puts mit Basispreisen oberhalb des DAX steigern linear ihren Wert um bis zu 0,09 €. Tabelle 7 verdeutlicht diesen Zusammenhang.

	Basispreis < DAX	Basispreis ≈ DAX	Basispreis > DAX
Call	↑	→	↓
Put	↓	→	↑

Tabelle 7: Preisentwicklung im Zeitverlauf

Je weiter der Basispreis vom DAX entfernt ist, desto deutlicher zeigt sich der lineare Trend.

**Calls mit Laufzeit bis Juni**

Aus der vorigen Analyse ging hervor, dass der Call mit Basispreis 4500 eine geringe Schwankungsbreite aufweist. Das zeigt sich auch in der Abbildung 25, wodurch ein linearer Trend der Preissteigerung besonders ab dem Anfangszeitpunkt des 3.1. ersichtlich wird. Die Calls mit den Basispreisen 4600, 5000 und 5100 weisen diesen linearen Trend ebenfalls auf. Für die Calls mit den Basispreisen 5900 und 6000 ist das hingegen weniger deutlich, siehe Abbildung 26.

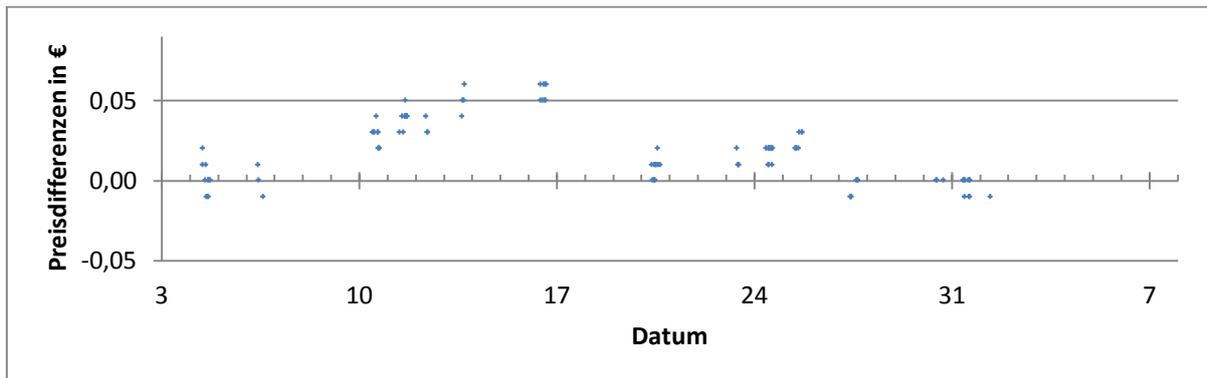


Abbildung 25: Preisentwicklung des Calls mit Basispreis 4500

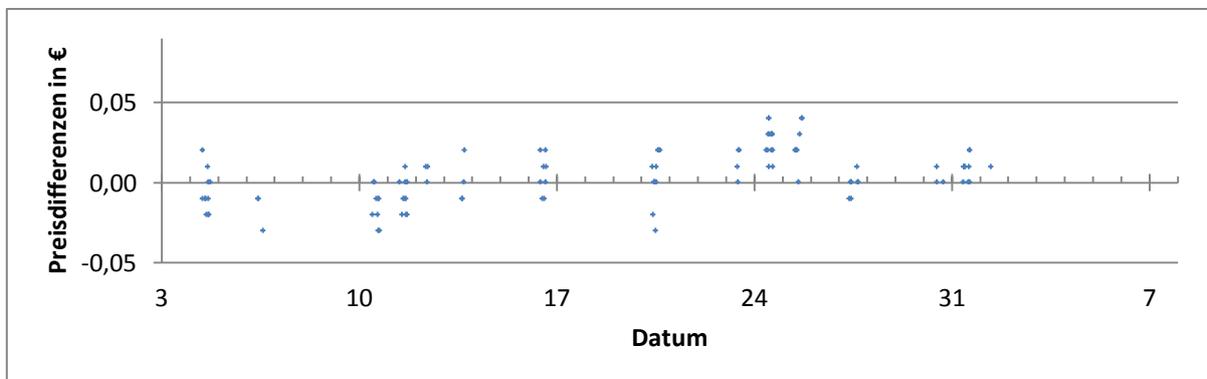


Abbildung 26: Preisentwicklung des Calls mit Basispreis 5900

**Calls mit Laufzeit bis Dezember**

Diese Calls mit längerer Laufzeit haben eine geringere Wertsteigerung. Dies zeigt der Vergleich von Abbildung 25 und Abbildung 27.

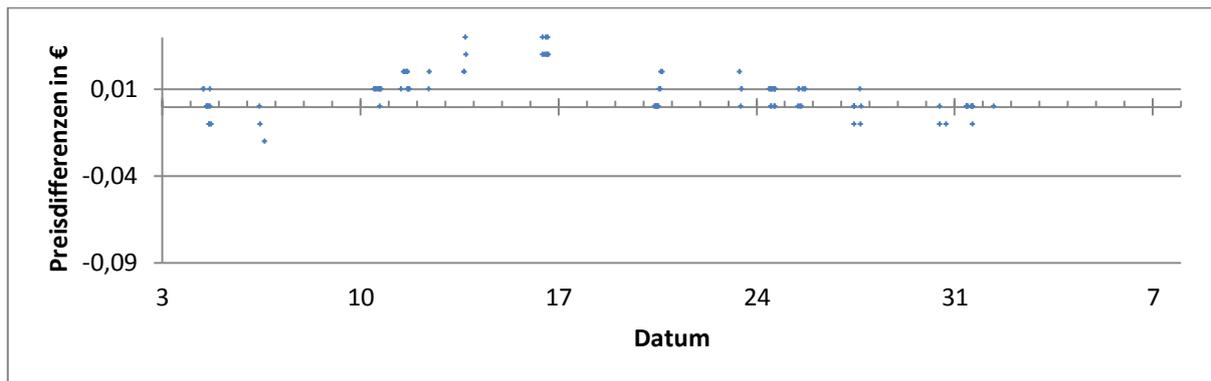


Abbildung 27: Preisentwicklung des Calls mit Basispreis 4500

Liegt der Basispreis oberhalb des DAX-Kurses, so verringert sich der Wert des Calls:

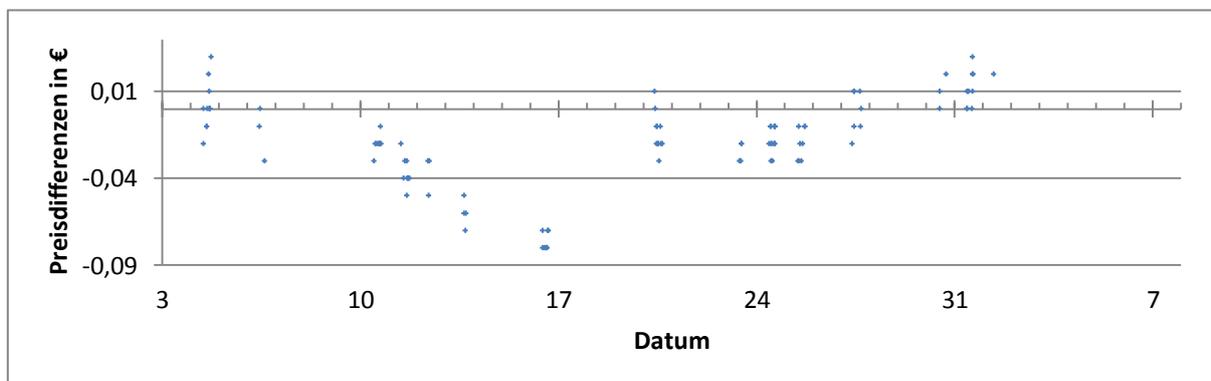


Abbildung 28: Preisentwicklung des Calls mit Basispreis 7500

### Puts mit Laufzeit bis Juni

Die Preise der Puts entwickeln sich entsprechend ihrer Konstruktionsweise umgekehrt zu denen der Calls. Lineare Trends der Preisminderung (Abbildung 29) oder der Preissteigerung (Abbildung 30) werden auch hier besonders ab dem Startdatum 3.1. deutlich. Der DAX ist dabei wie in den bisherigen Analysen weiterhin zu jedem gemessenen Zeitpunkt unverändert.

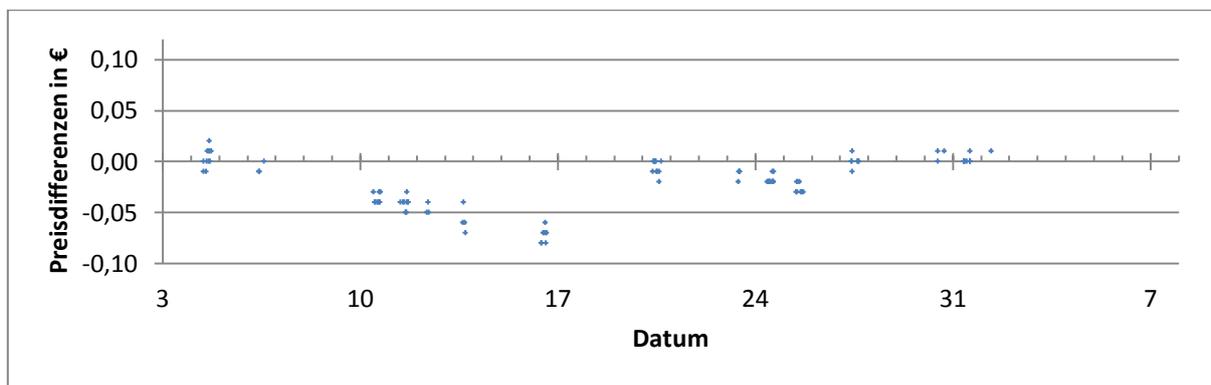


Abbildung 29: Preisentwicklung des Puts mit Basispreis 4800

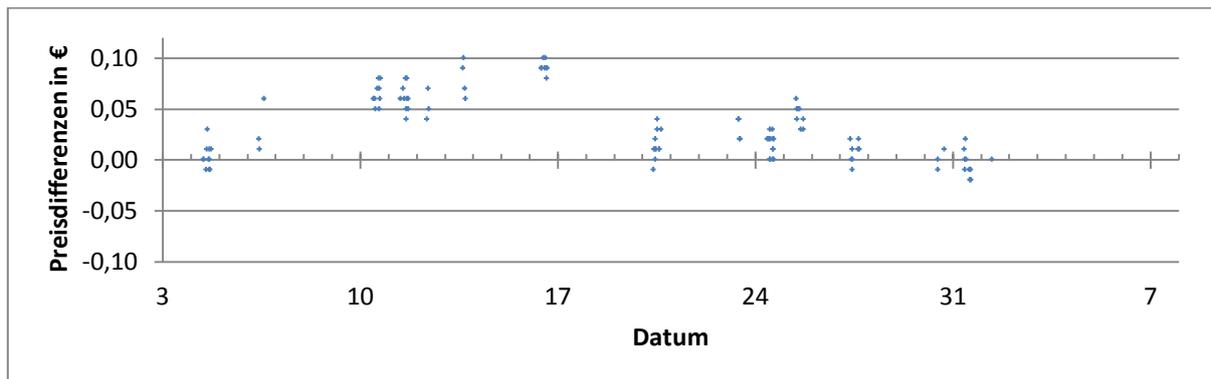


Abbildung 30: Preisentwicklung des Puts mit Basispreis 7000

**Puts mit Laufzeit bis Dezember**

Auch bei den Puts erfolgt die positive oder negative Preisentwicklung der kürzer laufenden Puts schneller, wie ein Vergleich von Abbildung 30 und Abbildung 31 zeigt.

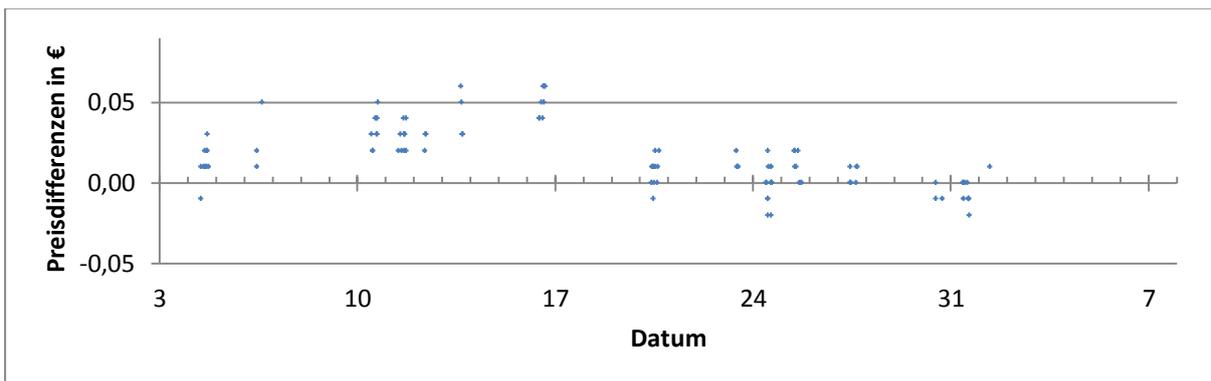


Abbildung 31: Preisentwicklung des Puts mit Basispreis 7000

**5.4 Preisentwicklung bei DAX-Anstieg von 500 Punkten**

In dieser Analyse wird ebenfalls die Preisentwicklung einzelner Calls und Puts über mehrere Tage hinweg betrachtet. Es wurde speziell nur der 3. Januar ausgewählt. Alle

Kurse, die der DAX innerhalb dieses Tages aufweist, wurden gespeichert und um genau 500 Punkte erhöht. Ebenso wurden mehrfach jeweils zwei Calls oder zwei Puts ausgewählt, deren Basispreise genau 500 Punkte voneinander entfernt liegen. Am 3. Januar schwankte der DAX zwischen 6118 und 6173 Punkten. Kurse zwischen 6618 und 6673 Punkten (um genau 500 Punkte erhöht) traten zwischen dem 1.2. und 3.2. auf. Immer wenn dies der Fall ist, wird dies durch eins der Symbole signalisiert und die gemessene Preisdifferenz des Calls oder Puts auf der y-Achse angezeigt. Das Verfahren berechnet demnach die Preisentwicklung einzelner Calls und Puts unter Zuhilfenahme eines anderen Calls oder Puts mit höherem Basiswert um die Kurserhöhung des DAX wieder auszugleichen. Ein Rechenbeispiel zur Interpretation der Diagramme:

	3.1., Zeitpunkt 1	3.1. + x Tage, Zeitpunkt 2
DAX	6150 Punkte	6650 Punkte
Call Y + 500	4,00 €	
Call Y		4,07 €
+ , x, ■, °, ...		4,07 € - 4,00 € = <b>0,07 €</b>

In dem Beispiel hat sich der Preis eines Calls mit Basispreis Y (z.B. 5500) nach x Tagen (z.B. am 1.2.) um 0,07 € erhöht und dieser Wert steht mit einem Symbol (z.B. ■) markiert im Diagramm.

### Calls mit Laufzeit bis Dezember

Der direkte Vergleich der Calls (Abbildung 32) in der Preisentwicklung über einen Zeitraum von bis zu einem Monat bestätigt die größere Preissteigerung/Preisminderung in Abhängigkeit der Entfernung Basispreise von der Entwicklung des DAX-Kurses.

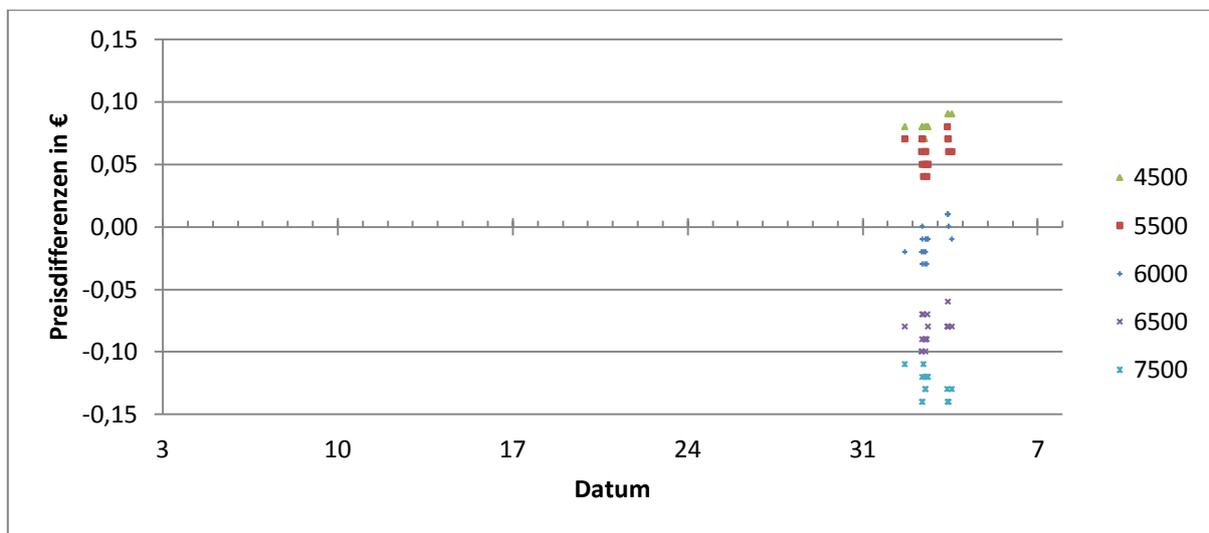


Abbildung 32: Preisentwicklung der Calls im Direktvergleich

### Puts mit Laufzeit bis Dezember

Ein bedingt ähnliches entsprechend umgekehrtes Preisverhalten der Puts zu den Calls wird durch einen Vergleich der Abbildung 33 mit der Abbildung 32 deutlich. Der Put mit Basispreis 7500 und der mit 4500 weisen eine sehr ähnliche umgekehrte Preisbewegung auf wie die Calls mit selbigen Basispreisen. Der Put mit Basispreis 6500 und Cap bei 6000 zeigt eine ähnliche Preisentwicklung wie der Call mit Basispreis 6000 und Cap bei 6500. Ebenso verhält es sich mit dem Call mit Basispreis 6500 und Cap bei 7000, welcher eine Preisminderung von 0,06 € bis 0,10 € aufweist und dem Put mit Basispreis bei 7000 und Cap bei 6500, welcher eine um einen Cent verschobene Preissteigerung zwischen 0,05 € und 0,09 € aufweist.

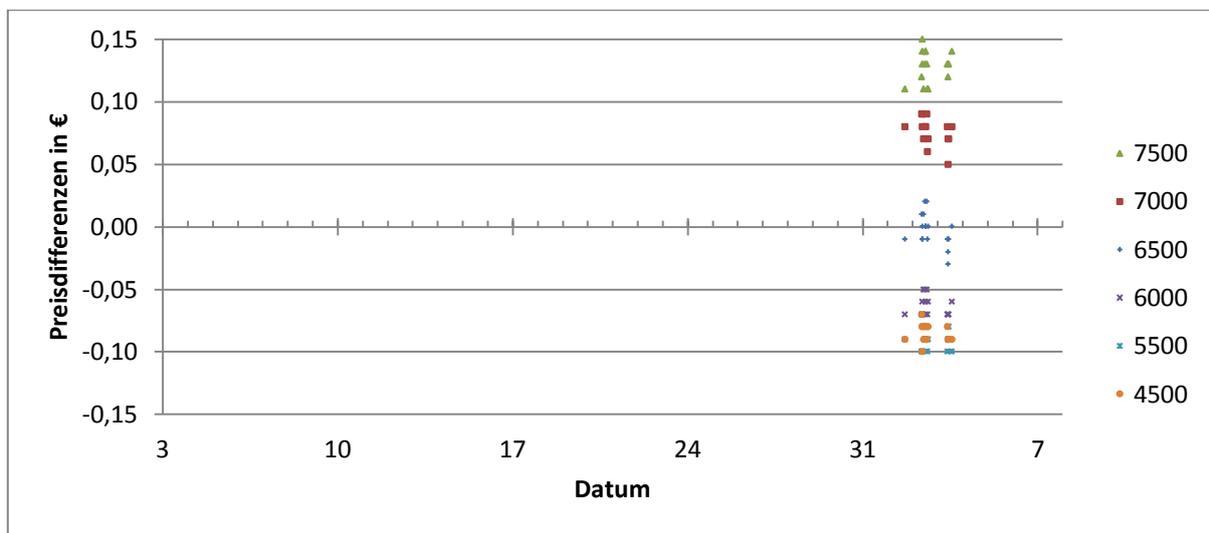


Abbildung 33: Preisentwicklung der Puts im Direktvergleich

### 5.5 Einzelbetrachtung

Bisher wurde das Clustering der Discount-OS untersucht, deren Schwankungsbreiten sowie Preisentwicklungen und dies separat über kurze und längere Zeiträume. Nachfolgend wird für zwei Calls eine umfangreichere Analyse der Preisentwicklung durchgeführt.

#### Call mit Basispreis 5100 und Laufzeit bis Juni

Im Folgenden werden die Calls mit Basispreisen 5100 und 5200 miteinander verglichen bei DAX-Kursen, welche innerhalb eines Tages 100 Punkte steigen, ähnlich wie dies bereits im vorigen Kapitel mit 500 Punkten Unterschied durchgeführt wurde. Hier sind es 100 Punkte Unterschied und es wird jeder Tag einzeln betrachtet. Ein Rechenbeispiel zur Interpretation der Diagramme:

	Tag X, Zeitpunkt 1	Tag X, Zeitpunkt 2
DAX-Kurs	6200 Punkte	6300 Punkte
Call Y + 100	4,00 €	
Call Y		4,02 €
+		4,02 € - 4,00 € = <b>0,02 €</b>

Exakt 100 Punkte Unterschied zu erfassen ist durch die 5-Minuten-Intervalle der Aufzeichnung an wenigen Tagen vorgekommen. Um dennoch zuverlässige Ergebnisse zu erzielen wurde nur für diese Analyse eine Toleranz von  $\pm 0,5$  Punkten für die Differenz

von 100 Punkten im DAX-Kurs verwendet. Aus Abbildung 34 wird ersichtlich, dass überwiegend Wertsteigerungen innerhalb eines Tages vorkommen.

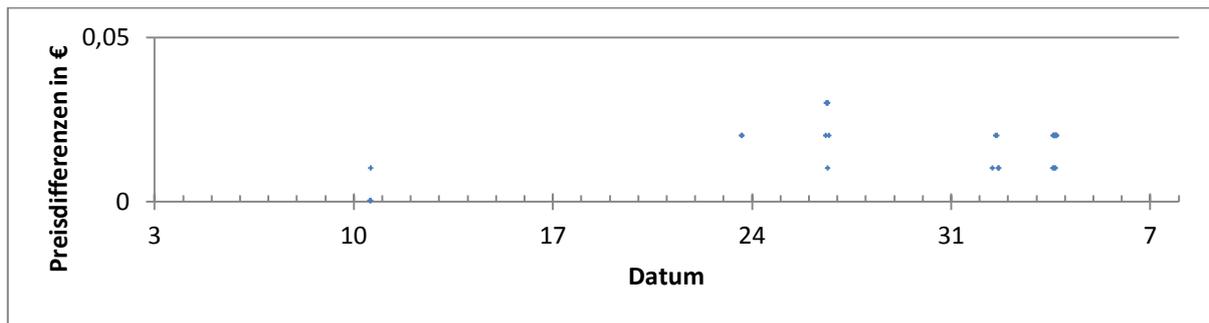


Abbildung 34: Preisschwankungen Call mit Basispreis 5100 bei DAX-Anstieg

In Abbildung 35 wurde die Preisentwicklung des Calls über den gesamten Aufzeichnungszeitraum hinweg untersucht. Als jeweiliges Startdatum wurde wie in den vorigen Kapiteln der 3.1., 19.1. und 26.1. gewählt. Die unterschiedlichen Farben repräsentieren zum einen die Steigerung des DAX um die jeweilige Anzahl von Punkten und zum anderen den Abstand zu einem Call mit höherliegendem Basispreis. Dadurch wird der Anstieg des DAX-Kurses wieder herausgerechnet. Es wird demnach simuliert, wie sich der Preis des Calls über den gesamten Aufzeichnungszeitraum hinweg entwickelt, wenn der Kurs des DAX gleich bleibt. Ein linearer Trend ist besonders deutlich ab dem Startdatum des 3.1. zu erkennen.

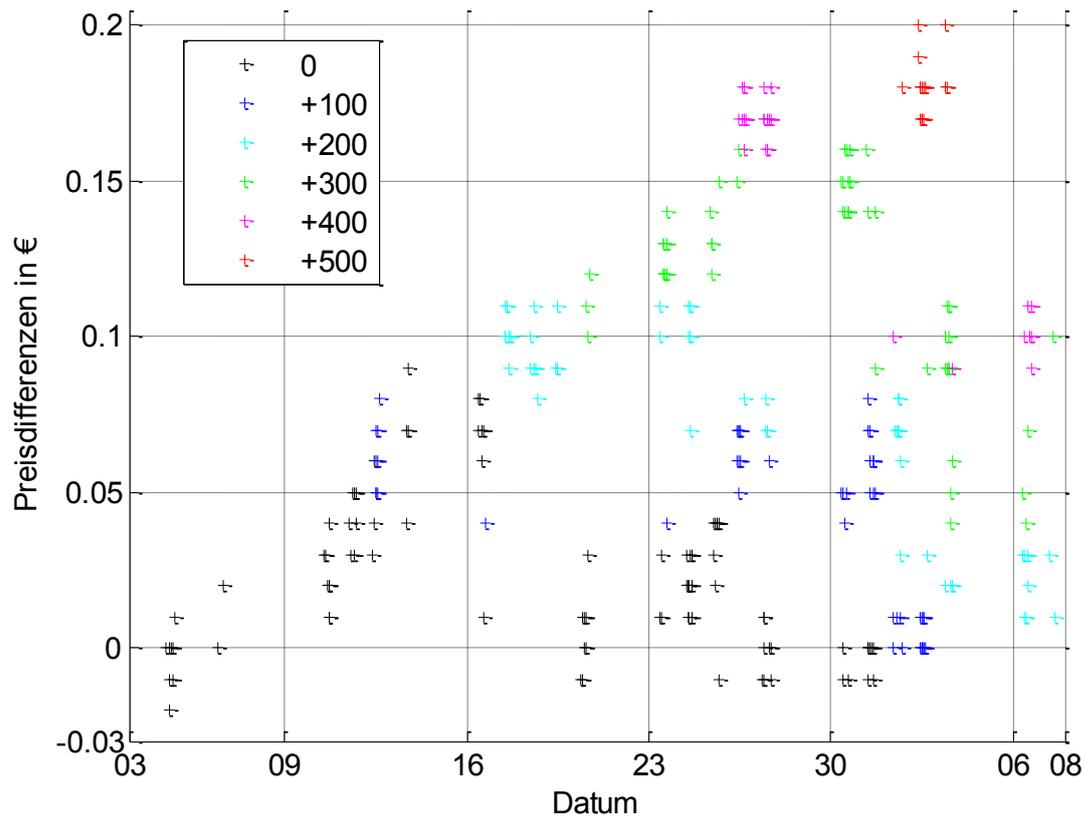


Abbildung 35: Preisentwicklung des Calls mit Basispreis 5100

### Call mit Basispreis 5500 und Laufzeit bis Juni

Die selbe Analyse wurde mit einem Call durchgeführt, dessen Basispreis um 400 Punkte höher liegt. Das erkannte Verhalten wird auch hier durch die Abbildung 36 und Abbildung 37 bestätigt.

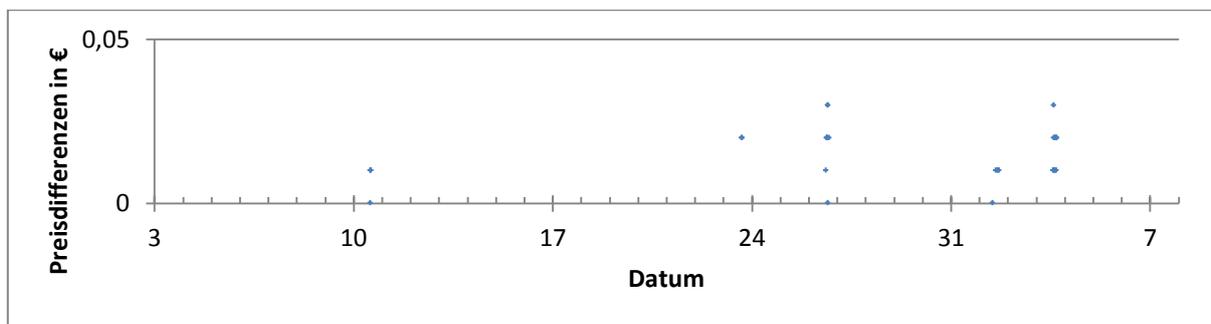


Abbildung 36: Preisschwankungen Call mit Basispreis 5500 bei DAX-Anstieg

Die Abbildung 37 zeigt einen deutlichen Unterschied im Anstieg der Preisentwicklung: Der Preis dieses Calls mit höherem Basispreis steigt langsamer.

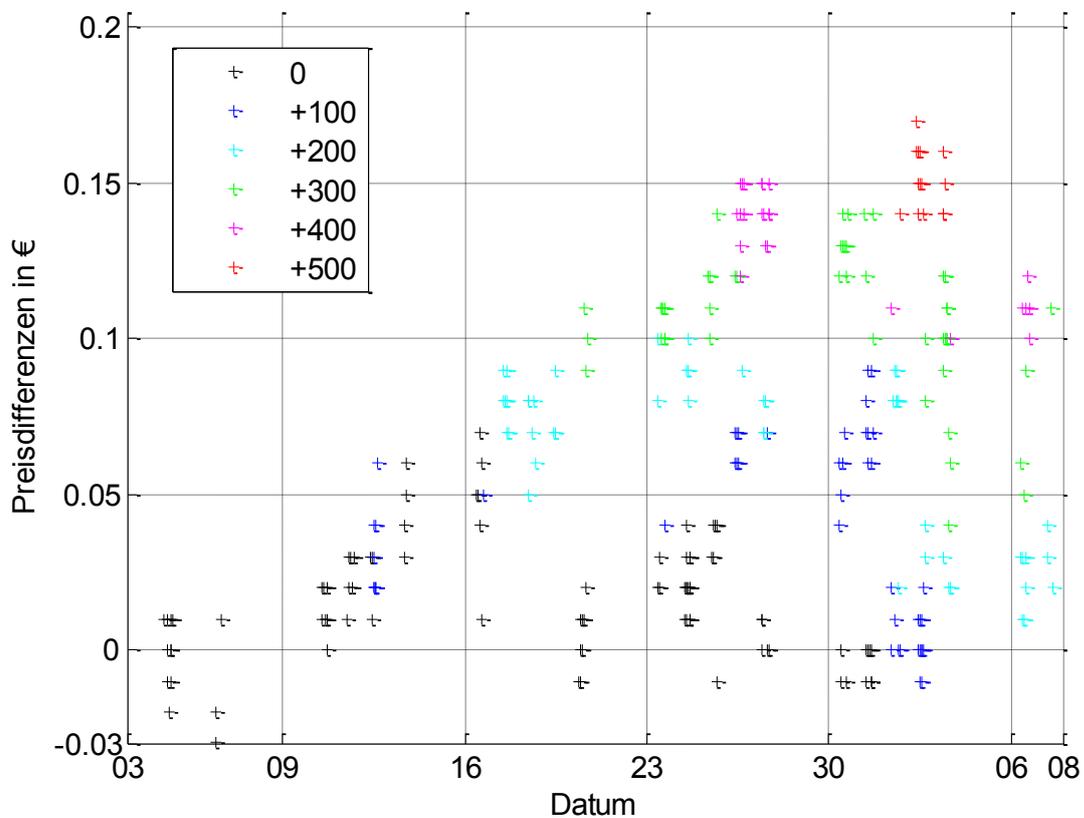


Abbildung 37: Preisentwicklung des Calls mit Basispreis 5500

### 5.6 Diskussion der Ergebnisse

Die Stimmigkeit der Ergebnisse soll durch zwei Kriterien belegt werden. Das erste ist die Genauigkeit der Aufzeichnungsdaten. In Kapitel 4.3 wurde darauf bereits eingegangen. Das zweite Kriterium ist die Verlässlichkeit der Ergebnisse. Hierfür wurden die Preisschwankungen in Kapitel 5.2 ermittelt. Die Schwankungsbreite und damit Ungenauigkeit liegt überwiegend bei maximal einem Cent. Da sich die

Schwankungsbreite über den gesamten Zeitraum, bis auf einzelne Messdaten, konstant verhält, kann man davon ausgehen, dass alle erkannten Preistrends der Kapitel 5.3 bis 5.5, sowie die Clustering-Analyse im Kapitel 5.1 ihre Richtigkeit haben.

## 6 Schlussfolgerungen

Die in Kapitel 5 gewonnenen Ergebnisse werden abschließend zusammengefasst, interpretiert und mit der Zielsetzung aus Kapitel 3 verglichen. Es wird außerdem auf Einschränkungen der Gültigkeit der Ergebnisse und Erweiterungsmöglichkeiten der Analysen eingegangen.

### 6.1 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Zusammenfassung	Interpretation
Alle untersuchten Discount-OS weisen das Preis-Clustering in unterschiedlich starker Ausprägung auf. Bei größeren Abständen des Basispreises zum DAX-Kurs ist der Bewegungsspielraum des Preises geringer und die Ausprägung des Clusterings dadurch stärker. In den Discount-Call-OS mit Laufzeit bis Juni ist die Ausprägung am geringsten.	Das Preis-Clustering der Discount-OS deutet auf Marktineffizienzen hin. Ausnahmen dieser Verallgemeinerung könnten die Discount-OS mit sehr niedrigen oder hohen Basispreisen darstellen, da diese einen sehr geringen Bewegungsspielraum ihres Preises aufweisen.
Für Discount-OS mit einem geringen Bewegungsspielraum haben sich auch tendenziell geringere Preisschwankungen erwiesen. Nur einige der Discount-Put-OS mit Laufzeit bis Juni weisen Abweichungen davon auf. Für die meisten Discount-OS gilt: Hat der DAX innerhalb eines Tages denselben Preis, so hat auch der Discount-OS in ca. der Hälfte aller Messungen denselben Preis. Gibt es	Die hohen Preisschwankungen der Discount-OS mit Basispreisen nah am DAX-Kurs können ihren Ursprung in ihrer Konstruktionsweise haben. Denn bewegt sich der Basiswert zwischen Basispreis und Cap, dann verändert sich der innere Wert der Discount-OS am stärksten.

<p>Abweichungen, dann liegen diese in mindestens 68 % der Messungen bei einem Cent.</p>	
<p>Die Analyse der Preisentwicklung bei konstantem DAX-Kurs hat ergeben, dass Discount-OS mit Basispreisen nah am DAX-Kurs stark schwanken ohne eine positive oder negative Preistendenz zu entwickeln. Calls mit Basispreisen unterhalb sowie Puts mit Basispreisen oberhalb des DAX steigen im Preis. Für Puts mit Basispreisen unterhalb und Calls mit Basispreisen oberhalb des DAX ist die Entwicklung entsprechend ihrer Konstruktionsweise umgekehrt (Tabelle 7). Zu einer schnelleren Preiserhöhung oder Preisreduzierung führen Discount-OS mit kürzerer Laufzeit oder größere Abstände der Basispreise zu ihrem Basiswertpreis. Die Bewegung von Preiserhöhungen oder Preisreduzierungen erfolgt linear.</p>	<p>Durch die Konstruktionsweise der Discount-OS mit Basispreis und Cap haben die Marktteilnehmer eine bestimmte Renditeerwartung. Diese spiegelt sich im Marktpreis und dessen Verhalten implizit wider.</p> <p>Für einige Discount-OS zeichnet sich keine konkrete positive oder negative Richtung der Preisentwicklung ab. Der Grund dafür kann in der Kursbewegung des Basiswerts zwischen Basispreis und Cap liegen.</p>
	<p>Weder exponentielles noch hyperbolisches Diskontieren konnte in den Preisverläufen während des Aufzeichnungszeitraums nachgewiesen werden. Preissteigerungen oder Preisminderungen sind stattdessen im Zeitverlauf linear.</p> <p>Abweichungen von diesen Preisentwicklungen können auf eine Änderung in der erwarteten Volatilität des Basiswerts zurückzuführen sein.</p>

---

## 6.2 Vergleich mit Zielsetzung

Die Forschungsfrage lautete: „Wie verhalten sich Preise von Discount-Optionsscheinen im zeitlichen Verlauf und bietet das exponentielle oder hyperbolische Diskontieren eine bessere Preisprognosequalität?“

Das erste Ziel der Analyse des Verhaltens von Discount-Optionsscheinen wurde erfüllt. Bezüglich des zweiten Ziels haben die durchgeführten Analysen gezeigt, dass keine der beiden Diskontierungsmethoden eine bessere Preisprognosequalität liefern, da sie in den Preisverläufen während des Aufzeichnungszeitraums nicht nachweisbar sind.

## 6.3 Einschränkungen

Der festgestellte lineare Preisverlauf muss in anderen (hier nicht untersuchten) Phasen ab dem Emissionstag bis zum Fälligkeitstag ein anderes nicht geradliniges Verhalten annehmen. Dann könnte eventuell eines der beiden Diskontierungsmodelle in den Preisdifferenzen sichtbar werden. Denn zum Laufzeitende existiert nur noch der innere Wert, für den es keine Preisfindung bzw. keinen (linearen) Preisverlauf mehr durch Angebot und Nachfrage gibt, sondern der sich aus der Berechnungsformel für Discount-Optionsscheine in Kapitel 2.4 ergibt.

## 6.4 Erweiterungsmöglichkeiten

Wie in Kapitel 6.3 erwähnt könnte man einen näher am Laufzeitende liegenden Zeitraum analysieren, denn später im Zeitverlauf muss sich das bisher festgestellte lineare Preisverhalten ändern. Auch könnte ein größerer Analysezeitraum gewählt werden und dann auch die relativen Veränderungen des Preisverhaltens untersucht werden. Interessant wäre ebenfalls ein direkter Vergleich mit anderen Derivatearten.

## Anhang A: Liste der untersuchten Discount-Optionsscheine

Alle WKNs sind mit **Priorität 1**, **Priorität 2** oder **Priorität 3** versehen. Zuerst wurden die Kurse der grün markierten Discount-Optionsscheine abgefragt, dann die der gelben usw. Im Java-Quellcode wird dies deutlich.

### Calls

WKN	Basiswert	Typ	Bezugsverhältnis	Basispreis	Cap	Fälligkeitstag
CM6DoL	DAX 30	Call	100:1	6.000,00 Pkt	6.500,00 Pkt	13.06.2012
CK2JZ8	DAX 30	Call	100:1	5.900,00 Pkt	6.400,00 Pkt	13.06.2012
CK2JZ7	DAX 30	Call	100:1	5.800,00 Pkt	6.300,00 Pkt	13.06.2012
CK2JZ6	DAX 30	Call	100:1	5.700,00 Pkt	6.200,00 Pkt	13.06.2012
CK2JZ5	DAX 30	Call	100:1	5.600,00 Pkt	6.100,00 Pkt	13.06.2012
CM6DoK	DAX 30	Call	100:1	5.500,00 Pkt	6.000,00 Pkt	13.06.2012
CK2JZ4	DAX 30	Call	100:1	5.400,00 Pkt	5.900,00 Pkt	13.06.2012
CK2JZ3	DAX 30	Call	100:1	5.300,00 Pkt	5.800,00 Pkt	13.06.2012
CK2JZ2	DAX 30	Call	100:1	5.200,00 Pkt	5.700,00 Pkt	13.06.2012
CK2JZ1	DAX 30	Call	100:1	5.100,00 Pkt	5.600,00 Pkt	13.06.2012
CM6DoJ	DAX 30	Call	100:1	5.000,00 Pkt	5.500,00 Pkt	13.06.2012
CK2JZo	DAX 30	Call	100:1	4.900,00 Pkt	5.400,00 Pkt	13.06.2012
CK2JYZ	DAX 30	Call	100:1	4.800,00 Pkt	5.300,00 Pkt	13.06.2012
CK2JYY	DAX 30	Call	100:1	4.700,00 Pkt	5.200,00 Pkt	13.06.2012
CK2JYX	DAX 30	Call	100:1	4.600,00 Pkt	5.100,00 Pkt	13.06.2012
CM6DoH	DAX 30	Call	100:1	4.500,00 Pkt	5.000,00 Pkt	13.06.2012
CK2JYW	DAX 30	Call	100:1	4.400,00 Pkt	4.900,00 Pkt	13.06.2012
CK2JYV	DAX 30	Call	100:1	4.300,00 Pkt	4.800,00 Pkt	13.06.2012
CK2JYU	DAX 30	Call	100:1	4.200,00 Pkt	4.700,00 Pkt	13.06.2012
CK2JYT	DAX 30	Call	100:1	4.100,00 Pkt	4.600,00 Pkt	13.06.2012
CM6DoG	DAX 30	Call	100:1	4.000,00 Pkt	4.500,00 Pkt	13.06.2012
CK2JYS	DAX 30	Call	100:1	3.900,00 Pkt	4.400,00 Pkt	13.06.2012
CK2JYR	DAX 30	Call	100:1	3.800,00 Pkt	4.300,00 Pkt	13.06.2012
CK2JYQ	DAX 30	Call	100:1	3.700,00 Pkt	4.200,00 Pkt	13.06.2012
CK2JYP	DAX 30	Call	100:1	3.600,00 Pkt	4.100,00 Pkt	13.06.2012
CM6DoF	DAX 30	Call	100:1	3.500,00 Pkt	4.000,00 Pkt	13.06.2012
CM6DoE	DAX 30	Call	100:1	3.000,00 Pkt	3.500,00 Pkt	13.06.2012
CM6DoD	DAX 30	Call	100:1	2.500,00 Pkt	3.000,00 Pkt	13.06.2012
CMoNHU	DAX 30	Call	100:1	8.000,00 Pkt	8.500,00 Pkt	19.12.2012
CMoNHT	DAX 30	Call	100:1	7.500,00 Pkt	8.000,00 Pkt	19.12.2012
CMoNHS	DAX 30	Call	100:1	7.000,00 Pkt	7.500,00 Pkt	19.12.2012
CMoNHR	DAX 30	Call	100:1	6.500,00 Pkt	7.000,00 Pkt	19.12.2012
CMoNHQ	DAX 30	Call	100:1	6.000,00 Pkt	6.500,00 Pkt	19.12.2012
CMoNHP	DAX 30	Call	100:1	5.500,00 Pkt	6.000,00 Pkt	19.12.2012
CMoNHN	DAX 30	Call	100:1	5.000,00 Pkt	5.500,00 Pkt	19.12.2012
CMoNHM	DAX 30	Call	100:1	4.500,00 Pkt	5.000,00 Pkt	19.12.2012
CMoNHL	DAX 30	Call	100:1	4.000,00 Pkt	4.500,00 Pkt	19.12.2012
CM3GZG	DAX 30	Call	100:1	3.500,00 Pkt	4.000,00 Pkt	19.12.2012

CM3GZF DAX 30 Call 100:1 3.000,00 Pkt 3.500,00 Pkt 19.12.2012  
CM3GZE DAX 30 Call 100:1 2.500,00 Pkt 3.000,00 Pkt 19.12.2012

### Puts

CM6DoV DAX 30 Put 100:1 8.000,00 Pkt 7.500,00 Pkt 13.06.2012  
CK2Ko8 DAX 30 Put 100:1 7.900,00 Pkt 7.400,00 Pkt 13.06.2012  
CK2Ko9 DAX 30 Put 100:1 7.800,00 Pkt 7.300,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoA DAX 30 Put 100:1 7.700,00 Pkt 7.200,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoB DAX 30 Put 100:1 7.600,00 Pkt 7.100,00 Pkt 13.06.2012  
CM6DoW DAX 30 Put 100:1 7.500,00 Pkt 7.000,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoC DAX 30 Put 100:1 7.400,00 Pkt 6.900,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoD DAX 30 Put 100:1 7.300,00 Pkt 6.800,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoE DAX 30 Put 100:1 7.200,00 Pkt 6.700,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoF DAX 30 Put 100:1 7.100,00 Pkt 6.600,00 Pkt 13.06.2012  
CM6DoX DAX 30 Put 100:1 7.000,00 Pkt 6.500,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoG DAX 30 Put 100:1 6.900,00 Pkt 6.400,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoH DAX 30 Put 100:1 6.800,00 Pkt 6.300,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoJ DAX 30 Put 100:1 6.700,00 Pkt 6.200,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoK DAX 30 Put 100:1 6.600,00 Pkt 6.100,00 Pkt 13.06.2012  
CM6DoY DAX 30 Put 100:1 6.500,00 Pkt 6.000,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoL DAX 30 Put 100:1 6.400,00 Pkt 5.900,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoM DAX 30 Put 100:1 6.300,00 Pkt 5.800,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoP DAX 30 Put 100:1 6.100,00 Pkt 5.600,00 Pkt 13.06.2012  
CM6DoZ DAX 30 Put 100:1 6.000,00 Pkt 5.500,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoQ DAX 30 Put 100:1 5.900,00 Pkt 5.400,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoR DAX 30 Put 100:1 5.800,00 Pkt 5.300,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoS DAX 30 Put 100:1 5.700,00 Pkt 5.200,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoT DAX 30 Put 100:1 5.600,00 Pkt 5.100,00 Pkt 13.06.2012  
CM6D11 DAX 30 Put 100:1 5.000,00 Pkt 4.500,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoY DAX 30 Put 100:1 4.900,00 Pkt 4.400,00 Pkt 13.06.2012  
CK2KoZ DAX 30 Put 100:1 4.800,00 Pkt 4.300,00 Pkt 13.06.2012  
CMoNHY DAX 30 Put 100:1 8.500,00 Pkt 8.000,00 Pkt 19.12.2012  
CMoNHZ DAX 30 Put 100:1 8.000,00 Pkt 7.500,00 Pkt 19.12.2012  
CMoNJA DAX 30 Put 100:1 7.500,00 Pkt 7.000,00 Pkt 19.12.2012  
CMoNJB DAX 30 Put 100:1 7.000,00 Pkt 6.500,00 Pkt 19.12.2012  
CMoNJC DAX 30 Put 100:1 6.500,00 Pkt 6.000,00 Pkt 19.12.2012  
CMoNJD DAX 30 Put 100:1 6.000,00 Pkt 5.500,00 Pkt 19.12.2012  
CMoNJE DAX 30 Put 100:1 5.500,00 Pkt 5.000,00 Pkt 19.12.2012  
CMoNJF DAX 30 Put 100:1 5.000,00 Pkt 4.500,00 Pkt 19.12.2012  
CM3GZM DAX 30 Put 100:1 4.500,00 Pkt 4.000,00 Pkt 19.12.2012  
CM3GZL DAX 30 Put 100:1 4.000,00 Pkt 3.500,00 Pkt 19.12.2012  
CM3GZK DAX 30 Put 100:1 3.500,00 Pkt 3.000,00 Pkt 19.12.2012  
CM3GZJ DAX 30 Put 100:1 3.000,00 Pkt 2.500,00 Pkt 19.12.2012  
CM3GZH DAX 30 Put 100:1 2.500,00 Pkt 2.000,00 Pkt 19.12.2012

## Anhang B: Java-Quellcode

Der Quellcode hier ist eine gekürzte Fassung des Originals. Die Listen der WKNs zu Beginn wurden gekürzt, Kommentare wurden entfernt und es fehlen die beiden Methoden um die Kaufkurse von finanzen.net abzurufen. Diese sind äquivalent zu den Methoden für mobil.onvista.de. Zeilenumbrüche und Tabulatoren wurden eingefügt um die Lesbarkeit zu erhöhen. In allen übrigen Teilen entspricht der Code dem verwendeten Code zur Aufzeichnung der Kurse. Das Struktogramm in Abbildung 5 aus Kapitel 4.1 zeigt die Funktionsweise.

### AufzeichnerConsole.java

```
package aufzeichner.console;
public class AufzeichnerConsole {
    public static void main(String[] args) {
        final String[] p1c6 = {"CM6DoL", "CM6DoK", "CM6DoJ", "CK2JYY", "CM6DoH",
            "CK2JYW", "CK2JYU", "CK2JYQ", "CM6DoD"};
        ... Die Auflistung aller WKNs wurde hier gekürzt
        final String[] p3p6 = {"CM6DoV", "CK2Ko8", "CK2Ko9", "CK2KoB"};
        final String[] p3p12 = {"CMoNHY", "CMoNHZ", "CMoNJF", "CM3GZM", "CM3GZL",
            "CM3GZK", "CM3GZJ", "CM3GZH"};
        final String[][] list_wkn = {p1c6, p1c12, p1p6, p1p12, p2c6, p2p6, p3c6, p3c12, p3p6, p3p12};
        final String[] list_names = {"p1c6", "p1c12", "p1p6", "p1p12", "p2c6", "p2p6",
            "p3c6", "p3c12", "p3p6", "p3p12"};
        final String[] list_prio = {"1", "1", "1", "1", "2", "2", "3", "3", "3", "3"};
        final String[] list_cp = {"c", "c", "p", "p", "c", "p", "c", "c", "p", "p"};
        final String[] list_month = {"6", "12", "6", "12", "6", "6", "6", "12", "6", "12"};
        Das 5-Minuten-Zeitintervall wird definiert.
        final Timer timer_BA = new Timer();
        TimerTask task_BA = new TimerTask() {
            public void run() {
                String[] price_time_wkn = {"", ""};
                Es kommen einige Datumsoperationen, damit auch in der irländischen
                Zeitzone das Datum korrekt aufgezeichnet wird.
                Calendar cal = Calendar.getInstance();
                cal.setTimeZone(TimeZone.getTimeZone("Europe/Paris"));
                int current_hour = cal.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);
                int current_min = cal.get(Calendar.MINUTE);
                int current_sec = cal.get(Calendar.SECOND);
                int current_day = cal.get(Calendar.DAY_OF_WEEK);
                if (current_day != 7 && current_day != 1 &&
                    current_hour >= 8 && current_hour < 20) {
                    SimpleDateFormat formatter_date = new SimpleDateFormat("MMdd");
                    String current_hour_s = ((current_hour < 10) ?
                        ("0" + Integer.toString(current_hour)) : Integer.toString(current_hour));
                    String current_min_s = ((current_min < 10) ?
                        ("0" + Integer.toString(current_min)) : Integer.toString(current_min));
                    String current_sec_s = ((current_sec < 10) ?
                        ("0" + Integer.toString(current_sec)) : Integer.toString(current_sec));
                    String sysTimeStart = current_hour_s + current_min_s + current_sec_s;
                    String sysDate = formatter_date.format(cal.getTime());
                    DAX wird abgerufen.
                    if (current_hour < 18) {
```

```

try {
    File file_DAX = new File("DAX.txt");
    String[] DAX = new String[2];
    try {
        DAX = AutoBoerse.finanznet_DAX(); ← Methodenaufruf siehe unten
        Sehr einfach gestaltete Plausibilitätsprüfung der abgerufenen Daten.
        if ((DAX[0].indexOf('/') != -1) || (DAX[0].indexOf('>') != -1) ||
            (DAX[0].indexOf('<') != -1) || (DAX[1].indexOf('<') != -1) ||
            (DAX[1].indexOf('>') != -1)) {
            try {
                DAX = AutoBoerse.onvista_DAX(); ← Methodenaufruf siehe unten
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
                DAX[0] = "";
                DAX[1] = "";
            }
        }
    } catch (Exception e) {
        DAX = AutoBoerse.onvista_DAX(); ← Methodenaufruf siehe unten
        e.printStackTrace();
    }
    Abgerufene Daten in Datei speichern.
    FileWriter writer = new FileWriter(file_DAX, true);
    writer.write(sysDate + ";" + sysTimeStart + ";" +
                DAX[1] + ";" + DAX[0] + "\n");
    writer.flush();
    writer.close();
} catch (IOException e) {
    e.printStackTrace();
}
}
Preise der Discount-Optionsscheine werden abgerufen.
for (int i = 0; i <= o; i++) {
    CSV-Dateien werden erstellt.
    File file = new File(list_names[i] + ".txt");
    String content = "";
    try {
        int list_wkn_length = list_wkn[i].length;
        for (int j = 0; j <= list_wkn_length - 1; j++) {
            try {
                Kurse werden für jeden Discount-Optionsschein nacheinander abgerufen.
                price_time_wkn = AutoBoerse.finanznet_last(list_wkn[i][j]);
                Einfache Plausibilitätsprüfung.
                if ((price_time_wkn[0].indexOf('/') != -1) ||
                    (price_time_wkn[0].indexOf('>') != -1) ||
                    (price_time_wkn[0].indexOf('<') != -1) ||
                    (price_time_wkn[1].indexOf('/') != -1) ||
                    (price_time_wkn[1].indexOf('>') != -1) ||
                    (price_time_wkn[1].indexOf('<') != -1)) {
                    try {
                        price_time_wkn = AutoBoerse.onvista_last(list_wkn[i][j]);
                    } catch (Exception e) {
                        price_time_wkn[0] = "";
                        price_time_wkn[1] = "";
                        e.printStackTrace();
                    }
                }
            }
        }
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

```

```

    }
    Abgerufene Daten und zwischengespeicherte Daten zusammensetzen.
    content += list_prio[i] + ";" + list_cp[i] + ";" + list_month[i] + ";" +
        list_wkn[i][j] + ";" + price_time_wkn[2] + ";" + sysDate + ";" +
        sysTimeStart + ";" + price_time_wkn[1] + ";" + price_time_wkn[0] + "\n";
    }
    FileWriter writer = new FileWriter(file, true);
    writer.write(content);
    writer.flush();
    writer.close();
} catch (IOException e) {
    e.printStackTrace();
}
}
}
};
Definierte Prozedur für das 5-Minuten-Zeitintervall wird nun gestartet.
timer_BA.scheduleAtFixedRate(task_BA, 0, 300000);
}
}

```

### AutoBoerse.java

```

package aufzeichner.console;
public class AutoBoerse {
    Kurs mobil.onvista.de abrufen.
    public static String[] onvista_last(String wkn) {
        String streamtext =
AutoBoerse.streamreader("http://mobil.onvista.de/suchen/B%C3%B6rse-B%C3%B6rsenkurse-Finanz-
        Aktien-OnVista-Allgemeine_Suche?string=" + wkn);
        HTML-Quelltext nach dem Kurs der Börse scoatch durchsuchen.
        int pos_lastprice = streamtext.indexOf("Scoach");
        int pos_time = pos_lastprice + 17;
        pos_lastprice += 340;
        int pos_strike = streamtext.indexOf("2 DAX") + 6;
        String[] price_time = new String[3];
        price_time[2] = streamtext.substring(pos_strike, pos_strike + 4);
        price_time[0] = streamtext.substring(pos_lastprice, pos_lastprice + 33);
        pos_lastprice = price_time[0].indexOf("<div>");
        int pos_lastprice_end = price_time[0].indexOf("</div>");
        price_time[0] = price_time[0].substring(pos_lastprice + 5, pos_lastprice_end - 0);
        price_time[1] = streamtext.substring(pos_time, pos_time + 8);
        Gefundene Werte zurückgeben.
        return price_time;
    }
    public static String[] onvista_DAX() {
        DAX von mobil.onvista.de abrufen.
        String streamtext = AutoBoerse.streamreader("http://mobil.onvista.de/indize/snapshot/20735/
        DAX_PERFORMANCE-INDEX-WKN-Kurs-Realtime-Chart-News-Indizes-OnVista");
        String[] price_time = new String[2];
        int pos_lastprice = streamtext.indexOf("and") + 160;
        price_time[0] = streamtext.substring(pos_lastprice, pos_lastprice + 100);
        pos_lastprice = price_time[0].indexOf("\\>");
        int pos_lastprice_end = price_time[0].indexOf("</");
        price_time[0] = price_time[0].substring(pos_lastprice + 2,
pos_lastprice_end - 1).replaceFirst("\\.", "");
        int pos_time = streamtext.indexOf("ögert") + 15;
        price_time[1] = streamtext.substring(pos_time, pos_time + 5);
        return price_time;
    }
}

```

```
}  
Methoden mit gleicher Funktionalität sind auch für das Portal finanzen.net enthalten.
```

```
public static String streamreader(String _url) {  
    InputStream is = null;  
    String strReturn = "";  
    try {  
        URL url = new URL(_url);  
        HTML-Quelltext der angegebenen URL wird heruntergeladen.  
        is = url.openStream();  
        strReturn = new Scanner(is).useDelimiter("//html//").next();  
    } catch (Exception e) {  
        e.printStackTrace();  
    } finally {  
        if (is != null) {  
            try {  
                is.close();  
            } catch (IOException e) {  
            }  
        }  
    }  
    return strReturn;  
}
```

*Auszug DAX.txt siehe Abbildung 6*

*Auszug p1c6.txt siehe Abbildung 7*

## Anhang C: VBA-Quellcode

Excel bot nicht alle nötigen Funktionalitäten. Zur Vorbereitung der Analysen wurde daher auf die Programmiersprache VBA als Bestandteil des Microsoft Office-Pakets zurückgegriffen.

### DAX-Kurs den OS-Kursen zuordnen

```
Sub DAXWerte_Kopieren()
Dim OSArray(2 To 8000) As String
Dim DAXArray(2 To 2641) As String
Datum + Uhrzeit des DAX in Array speichern.
For zeile = 2 To 2641
    DAXArray(zeile) = CStr(Worksheets("DAX").Cells(zeile, 2)) + CStr(Worksheets("DAX").Cells(zeile, 4))
Next zeile
Datum + Uhrzeit der OS in aktueller Arbeitsmappe in Array speichern.
For zeile = 2 To 8000
    OSArray(zeile) = CStr(Cells(zeile, 6)) + CStr(Cells(zeile, 8))
Next zeile
For ArrayPosDAX = 2 To 2641
    For ArrayPosOS = 2 To 8000
        Arrays vergleichen und DAX-Kurs bei Übereinstimmung kopieren.
        If OSArray(ArrayPosOS) Like DAXArray(ArrayPosDAX) Then
            Worksheets("DAX").Cells(ArrayPosDAX, 6).Copy Destination:=ActiveSheet.Cells(ArrayPosOS, 11)
        End If
    Next ArrayPosOS
Next ArrayPosDAX
End Sub
```

Ergebnis der obigen Berechnungen steht in der markierten Spalte im Arbeitsblatt der jeweiligen Discount-Optionsscheinart:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Pr	C	Fä	WKN	Strike	MMD	Kursfeststellung (e	HHMMS	Uhrzeit d	Preis	DAX-Str	Auszahl	max. E
2	1	c	6	CM6D0D	2500	0103	3.1.12 9:02:09	090449	09:02:09	4,94	6126,2	5,00	0,06
3	3	c	6	CM6D0E	3000	0103	3.1.12 9:02:08	090449	09:02:08	4,9	6126,2	5,00	0,10
4	3	c	6	CM6D0F	3500	0103	3.1.12 9:02:57	090449	09:02:57	4,83	6126,2	5,00	0,17
5	3	c	6	CK2JYP	3600	0103	3.1.12 9:04:46	090449	09:04:46	4,82	6126,2	5,00	0,18

### Preisanalysen vorbereiten

```
Sub Gesamtauswertung()
Variablen und Arrays definieren.
Dim DAXTag(2 To 2641) As String ' 2641 = Länge im Arbeitsblatt DAX
Dim HHMMSS(2 To 2641) As String
Dim DAXArray(2 To 2641) As Single
Dim DAXArDiffz122 As Single
Dim DAXArDiffz221 As Single
Dim DAXoPktTag(2 To 2641) As String
Dim DAXoPktGes(2 To 2641) As String
Dim DAX100PktTag(2 To 2641) As String
Dim DAX100PktGes(2 To 2641) As String
Dim DAX200PktGes(2 To 2641) As String
Dim DAX300PktGes(2 To 2641) As String
Dim DAX400PktGes(2 To 2641) As String
Dim DAX500PktGes(2 To 2641) As String
```

```

Dim DAX_gesoW1t1(1 To 2641) As String 'gleicher Kurs andere Tage
Dim DAX_gesoW1t2(1 To 2641) As String
Dim DAX_gesoW2t1(1 To 2641) As String
Dim DAX_gesoW2t2(1 To 2641) As String
Dim gesoW1 As Integer
Dim gesoW2 As Integer
gesoW1 = 1
gesoW2 = 1
Dim DAX_gesp1W1t1(1 To 2641) As String '100 Pkt nach oben andere Tage
Dim DAX_gesp1W1t2(1 To 2641) As String
Dim gesp1W1 As Integer
gesp1W1 = 1
...
Dim DAX_ges5W1t1(1 To 2641) As String '500 Pkt nach oben andere Tage
Dim DAX_ges5W1t2(1 To 2641) As String
Dim ges5W1 As Integer
ges5W1 = 1
Dim DAX_gToW1t1(1 To 2641) As String 'gleicher Kurs gleicher Tag
Dim DAX_gToW1t2(1 To 2641) As String
Dim DAX_gToW2t1(1 To 2641) As String
Dim DAX_gToW2t2(1 To 2641) As String
Dim gToW1 As Integer
Dim gToW2 As Integer
gToW1 = 1
gToW2 = 1
Dim DAX_gTp1W1t1(1 To 2641) As String '100 Pkt nach oben gleiche Tage
Dim DAX_gTp1W1t2(1 To 2641) As String
Dim gTp1W1 As Integer
gTp1W1 = 1
Const c6z As Long = 72865 'Zeilenlaenge der vier Arbeitsblaetter
Const c12z As Long = 31182
Const p6z As Long = 63898
Const p12z As Long = 33670
Dim c6TagZ(2 To c6z) As String
Dim c6S(2 To c6z) As Long
Dim c6p(2 To c6z) As Double
Dim c6gesoW1(2 To c6z) As Single
Dim c6gesoW2(2 To c6z) As Single
Dim c6gesp1W1(2 To c6z) As Single
Dim c6ges2W1(2 To c6z) As Single
...
Dim c6ges5W1(2 To c6z) As Single
Dim c6gToW1(2 To c6z) As Single
Dim c6gToW2(2 To c6z) As Single
Dim c6gTp1W1(2 To c6z) As Single
Datum, Uhrzeit und Kurs des DAX in Arrays speichern.
For zeile = 2 To 2641
    DAXTag(zeile) = Worksheets("DAX").Cells(zeile, 2)
    HHMMSS(zeile) = Worksheets("DAX").Cells(zeile, 4)
    DAXArray(zeile) = Worksheets("DAX").Cells(zeile, 6)
Next zeile
Datum, Uhrzeit, Basispreis (Strike) und Preis in Arrays speichern.
For zeile = 2 To c6z
    c6TagZ(zeile) = Worksheets("c6").Cells(zeile, 6) & Worksheets("c6").Cells(zeile, 8)
    c6S(zeile) = Worksheets("c6").Cells(zeile, 5)
    c6p(zeile) = Worksheets("c6").Cells(zeile, 10)
    c6gesoW1(zeile) = Empty
    c6gesoW2(zeile) = Empty
    c6gesp1W1(zeile) = Empty

```

```

c6ges2W1(zeile) = Empty
...
c6ges5W1(zeile) = Empty
c6gToW1(zeile) = Empty
c6gToW2(zeile) = Empty
c6gTp1W1(zeile) = Empty
Next zeile
Im Tabellenblatt DAX werden alle Kombinationen gesucht, wo DAX innerhalb des gleichen Tages denselben
Kurs aufweist, über den Aufzeichnungszeitraum hinweg denselben Kurs aufweist, 100 Punkte höher liegt usw.
For zeile1 = 2 To 2640
  For zeile2 = zeile1 + 1 To 2640
    Differenz der DAX-Kurse zu den zwei verschiedenen Zeitpunkten ermitteln.
    DAXArDiffz2z1 = DAXArray(zeile2) - DAXArray(zeile1)
    DAXArDiffz1z2 = DAXArray(zeile1) - DAXArray(zeile2)
    If DAXTag(zeile1) <> DAXTag(zeile2) Then 'unterschiedliche Tage
      If DAXArDiffz1z2 = 0 And (DAXTag(zeile1) = "0103" Or DAXTag(zeile1) = "0119" Or
        DAXTag(zeile1) = "0126") Then ' gleicher Kurs an untersch Tagen
        If DAXoPktGes(zeile1) = "" Then ' erster Treffer
          DAX_gesoW1t1(gesoW1) = DAXTag(zeile1) & HHMMSS(zeile1)
          DAX_gesoW1t2(gesoW1) = DAXTag(zeile2) & HHMMSS(zeile2)
          gesoW1 = gesoW1 + 1
        Else 'zweiter Treffer
          DAX_gesoW2t1(gesoW2) = DAXTag(zeile1) & HHMMSS(zeile1)
          DAX_gesoW2t2(gesoW2) = DAXTag(zeile2) & HHMMSS(zeile2)
          gesoW2 = gesoW2 + 1
        End If
        DAXoPktGes(zeile1) = DAXoPktGes(zeile1) + DAXTag(zeile2) + ";" 'alle Treffer
      End If
      If DAXArDiffz1z2 = 100 Then ' 100 Pkt nach unten an untersch. Tagen
        DAX100PktGes(zeile1) = DAX100PktGes(zeile1) + "-" + DAXTag(zeile2) + ";"
      ElseIf DAXArDiffz2z1 = 100 And (DAXTag(zeile1) = "0103" Or DAXTag(zeile1) = "0119" Or
        DAXTag(zeile1) = "0126") Then '100 Pkt nach oben an untersch. Tagen
        If DAX100PktGes(zeile1) = "" Then ' erster Treffer
          DAX_gesp1W1t1(gesp1W1) = DAXTag(zeile1) & HHMMSS(zeile1)
          DAX_gesp1W1t2(gesp1W1) = DAXTag(zeile2) & HHMMSS(zeile2)
          gesp1W1 = gesp1W1 + 1
        End If
        DAX100PktGes(zeile1) = DAX100PktGes(zeile1) + "+" + DAXTag(zeile2) + ";" 'alle Treffer
      End If
      If DAXArDiffz2z1 = 200 And (DAXTag(zeile1) = "0103" Or DAXTag(zeile1) = "0119" Or
        DAXTag(zeile1) = "0126") Then
        If DAX200PktGes(zeile1) = "" Then ' erster Treffer
          DAX_ges2W1t1(ges2W1) = DAXTag(zeile1) & HHMMSS(zeile1)
          DAX_ges2W1t2(ges2W1) = DAXTag(zeile2) & HHMMSS(zeile2)
          ges2W1 = ges2W1 + 1
        End If
        DAX200PktGes(zeile1) = DAX200PktGes(zeile1) + DAXTag(zeile2) + ";" ' alle Treffer
      End If
      If DAXArDiffz2z1 = 300 And (DAXTag(zeile1) = "0103" Or DAXTag(zeile1) = "0119" Or
        DAXTag(zeile1) = "0126") Then
        ...
      End If
      If DAXArDiffz2z1 = 400 And (DAXTag(zeile1) = "0103" Or DAXTag(zeile1) = "0119") Then
        ...
      End If
      If DAXArDiffz2z1 = 500 And (DAXTag(zeile1) = "0103") Then '
        ...
      End If
    Else ' gleiche Tage

```

```

If DAXArDiffz1z2 = 0 Then ' gleicher Kurs an gleichen Tagen
  If DAXoPktTag(zeile1) = "" Then ' erster Treffer
    DAX_gToW1t1(gToW1) = DAXTag(zeile1) & HHMMSS(zeile1)
    DAX_gToW1t2(gToW1) = DAXTag(zeile2) & HHMMSS(zeile2)
    gToW1 = gToW1 + 1
  Else ' zweiter Treffer
    DAX_gToW2t1(gToW2) = DAXTag(zeile1) & HHMMSS(zeile1)
    DAX_gToW2t2(gToW2) = DAXTag(zeile2) & HHMMSS(zeile2)
    gToW2 = gToW2 + 1
  End If
  DAXoPktTag(zeile1) = DAXoPktTag(zeile1) + HHMMSS(zeile2) + ";" ' alle Treffer
End If
If DAXArDiffz2z1 = 100 Then ' 100 nach oben an gleichen Tagen
  If DAX100PktTag(zeile1) = "" Then ' erster Treffer
    DAX_gTp1W1t1(gTp1W1) = DAXTag(zeile1) & HHMMSS(zeile1)
    DAX_gTp1W1t2(gTp1W1) = DAXTag(zeile2) & HHMMSS(zeile2)
    gTp1W1 = gTp1W1 + 1
  End If
  DAX100PktTag(zeile1) = DAX100PktTag(zeile1) + "+" + HHMMSS(zeile2) + ";" ' alle Treffer
End If
End If
Next zeile2
Next zeile1
Alle Übereinstimmungen (Treffer) in Tabellenblatt DAX schreiben.
For zeile = 2 To 2640
  Worksheets("DAX").Cells(zeile, 8) = DAXoPktTag(zeile)
  Worksheets("DAX").Cells(zeile, 9) = DAX100PktTag(zeile)
  Worksheets("DAX").Cells(zeile, 10) = DAXoPktGes(zeile)
  Worksheets("DAX").Cells(zeile, 11) = DAX100PktGes(zeile)
  Worksheets("DAX").Cells(zeile, 12) = DAX200PktGes(zeile)
  Worksheets("DAX").Cells(zeile, 13) = DAX300PktGes(zeile)
  Worksheets("DAX").Cells(zeile, 14) = DAX400PktGes(zeile)
  Worksheets("DAX").Cells(zeile, 15) = DAX500PktGes(zeile)
Next zeile
In den Arrays des Tabellenblatts der Discount-Call-Optionsscheine bis Juni nach den Übereinstimmungen
(Treffern) suchen und dabei die Unterschiede in den Basispreisen entsprechend den Unterschieden der
Differenzen im DAX-Kurs beachten.
For zeile1 = 2 To c6z - 1
  For gesoW1i = 1 To gesoW1 ' gleicher Kurs ab 3., 19. und 26. ' erster Treffer
    If c6TagZ(zeile1) = DAX_gesoW1t1(gesoW1i) Then
      For zeile2 = zeile1 + 1 To c6z
        If c6TagZ(zeile2) = DAX_gesoW1t2(gesoW1i) And ((c6S(zeile1) - c6S(zeile2)) = 0) Then
          Die Funktion runden ist weiter unten definiert.
          c6gesoW1(zeile2) = runden(c6p(zeile2) - c6p(zeile1)) ' Preisdifferenz berechnen
        End If
      Next zeile2
    End If
  Next gesoW1i
  For gesoW2i = 1 To gesoW2 ' zweiter Treffer
    If c6TagZ(zeile1) = DAX_gesoW2t1(gesoW2i) Then
      For zeile2 = zeile1 + 1 To c6z
        If c6TagZ(zeile2) = DAX_gesoW2t2(gesoW2i) And ((c6S(zeile1) - c6S(zeile2)) = 0) Then
          c6gesoW2(zeile2) = runden(c6p(zeile2) - c6p(zeile1))
        End If
      Next zeile2
    End If
  Next gesoW2i
  ...
  For ges5W1i = 1 To ges5W1 ' 500 Pkt gesamt nach oben ' erster Treffer

```

```

If c6TagZ(zeile1) = DAX_ges5W1t1(ges5W1i) Then
  For zeile2 = zeile1 + 1 To c6z
    If c6TagZ(zeile2) = DAX_ges5W1t2(ges5W1i) And ((c6S(zeile1) - c6S(zeile2)) = -500) Then
      c6ges5W1(zeile2) = rrunden(c6p(zeile2) - c6p(zeile1))
    End If
  Next zeile2
End If
Next ges5W1i
For gToW1i = 1 To gToW1 ' gleicher Kurs gleiche Tage ' erster Treffer
  If c6TagZ(zeile1) = DAX_gToW1t1(gToW1i) Then
    For zeile2 = zeile1 + 1 To c6z
      If c6TagZ(zeile2) = DAX_gToW1t2(gToW1i) And ((c6S(zeile1) - c6S(zeile2)) = 0) Then
        c6gToW1(zeile1) = rrunden(c6p(zeile2) - c6p(zeile1))
      End If
    Next zeile2
  End If
Next gToW1i
For gToW2i = 1 To gToW2 ' zweiter Treffer
  ...
Next gToW2i
For gTp1W1i = 1 To gTp1W1 ' 100 Pkt nach oben gleiche Tage' erster Treffer
  If c6TagZ(zeile1) = DAX_gTp1W1t1(gTp1W1i) Then
    For zeile2 = zeile1 + 1 To c6z
      If c6TagZ(zeile2) = DAX_gTp1W1t2(gTp1W1i) And ((c6S(zeile1) - c6S(zeile2)) = -100) Then
        c6gTp1W1(zeile2) = rrunden(c6p(zeile2) - c6p(zeile1))
      End If
    Next zeile2
  End If
Next gTp1W1i
Next zeile1

```

*Preisdifferenzen in Tabellenblatt schreiben.*

```

For zeile = 2 To c6z - 1
  If c6gToW1(zeile) <> Empty Then Worksheets("c6").Cells(zeile, 22) = c6gToW1(zeile)
  If c6gToW2(zeile) <> Empty Then Worksheets("c6").Cells(zeile, 23) = c6gToW2(zeile)
  If c6gTp1W1(zeile) <> Empty Then Worksheets("c6").Cells(zeile, 24) = c6gTp1W1(zeile)
  If c6gesoW1(zeile) <> Empty Then Worksheets("c6").Cells(zeile, 25) = c6gesoW1(zeile)
  If c6gesoW2(zeile) <> Empty Then Worksheets("c6").Cells(zeile, 26) = c6gesoW2(zeile)
  If c6gesp1W1(zeile) <> Empty Then Worksheets("c6").Cells(zeile, 27) = c6gesp1W1(zeile)
  ...
  If c6ges5W1(zeile) <> Empty Then Worksheets("c6").Cells(zeile, 31) = c6ges5W1(zeile)
Next zeile
End Sub

```

*Preisdifferenz auf zwei Nachkommastellen runden. Es muss gerundet werden, da VBA bei Subtraktion mit Fließkommazahlen nicht exakt rechnet. Beispiel:  $0,05 - 0,03 = 0,01999999999999997543248$ . Nullen als 0,0001 umschreiben, da Nullen sonst als leere Zellen gespeichert werden.*

```

Function rrunden(Zahl)
  If Abs(Zahl) <> 0 Then
    rrunden = Application.WorksheetFunction.Round(Zahl, 2)
  Else
    rrunden = 0.0001
  End If
End Function

```

*Das Ergebnis der obigen Berechnungen steht in den markierten Spalten im Arbeitsblatt DAX (obere Abbildung) und der jeweiligen Optionscheinart (untere Abbildung):*



---

## **Selbstständigkeitserklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Magdeburg, 25. April 2012

Markus Wirth

---

## Literaturverzeichnis

**Beck, Hanno und Wüst, Kirsten. 2009.** Gescheiterte Diäten, Wucherzinsen und Wartepremien: Die neue ökonomische Theorie der Zeit. [Hrsg.] Ansgar Häfner, et al. Pforzheim : Hochschule Pforzheim, 2009.

**Benzion, Uri und Yagil, Joseph. 2002.** Decisions in financial economics: An experimental study of discount rates. [Buchverf.] Mark Hirschey, Kose John und Anil Makhija. *Innovations in Investments and Corporate Finance (Advances in Financial Economics)*. s.l. : Emerald Group Publishing Limited, 2002, Bd. 7, S. 19-40.

**Black, Fischer und Scholes, Myron. 1973.** The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*. 1973, Bd. 81, 3, S. 637-654.

**BNP Paribas. 2010.** *Discount Calls Discount Puts*. [Informationsbroschüre] Frankfurt am Main : Linking Advertising, 2010.

**Derivative Partners Media AG. 2007.** Die Geschichte der Strukturierten Produkte. [Online] Oktober 2007. [Zitat vom: 15. April 2012.] <http://www.4finance.ch/literatur/derivatgeschichte.pdf>.

**Deutsche Bank AG X-markets. 2012.** Deutsche Bank db-X markets. [Online] 01 2012. [Zitat vom: 18. 02 2012.] [http://www.xmarkets.de/DE/binaer\\_view.asp?binaernr=6159](http://www.xmarkets.de/DE/binaer_view.asp?binaernr=6159).

**EUREX. 2012.** [www.eurexchange.com](http://www.eurexchange.com). [Online] 01 2012. [http://www.eurexchange.com/download/statistics/monthly/monthlystat\\_201201.pdf](http://www.eurexchange.com/download/statistics/monthly/monthlystat_201201.pdf).

**Fama, Eugene. 1970.** Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *Journal of Finance*. 1970, 25, S. 383-417.

—. 1965. The Behavior of Stock Market Prices. *The Journal of Business*. 1965, Bd. 38, 1, S. 34-105.

**Hoppe, Christian. 2005.** Derivate auf Alternative Investments - Konstruktion und Bewertungsmöglichkeiten. s.l. : Deutscher Universitätsverlag, 2005.

**Ikenberry, David und Weston, David. 2008.** Clustering in US Stock Prices after Decimalisation. *European Financial Management*. Januar 2008, Bd. 14, 1, S. 30-54.

**Kasper, Andreas. 2004.** *Heuristiken zur Komplexitätsreduzierung*. s.l. : GRIN Verlag, 2004. S. 3. 978-3-638-26164-7.

**Kroll, Eike Benjamin. 2010.** *Das Nutzenkonzept und Probleme bei der Erklärung individueller Entscheidungen*. Magdeburg : s.n., 2010.

---

**Laibson, David. 1997.** Golden Eggs and Hyperbolic Discounting. *The Quarterly Journal of Economics*. 112, 1997, Bd. 2, S. 443-478.

**Niederhoffer, Victor. 1966.** A new look at clustering of stock prices. *The Journal of Business*. 1966, Bd. 39, 2, S. 309-313.

—. **1965.** Clustering of stock prices. *Operations Research*. 1965, Bd. 13, 2, S. 258-265.

**Phelps, E. und Pollak, R. 1968.** On Second-Best National Saving and Game-Equilibrium Growth. *The Review of Economic Studies*. 35, 1968, 2, S. 185-199.

**Rieger, Jörg, Rüdhardt, Kirsten und Vogt, Bodo. 2011.** *Arbitrage opportunities between NYSE and XETRA?: A comparison of simulation and high frequency data*. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2011. 1615-4274.

**scoatch. 2012.** Startseite. [Online] April 2012. [Zitat vom: 16. April 2012.] [www.scoatch.com](http://www.scoatch.com).

**Sopranzetti, Ben und Datar, Vinay. 2002.** Price Clustering in foreign exchange spot markets. *Journal of Financial Markets*. 2002, Bd. 5, 4, S. 441-417.

**Thaler, Richard. 1981.** Some Empirical Evidence on Dynamic Inconsistency. *Economics Letters*. 1981, 8, S. 201-207.

Das Literaturverzeichnis entspricht dem Standard ISO 690.