

Die Preisbildung von Optionschein in der Schweiz - Eine empirische Untersuchung

1. Einleitung

Das Interesse an Optionsanleihen hat in der Schweiz in den letzten Jahren stark zugenommen. Der Hauptgrund dafür ist der enorme Anstieg der Börsenkurse von 1984 bis zum September 1987. Dadurch erhielten die Optionsanleihen einen spekulativen Anstrich. Nach dem Börsencrash vom Oktober 1987 wurde die teilweise fast euphorische Stimmung gegenüber den Optionsanleihen etwas gedämpft. Dem Anleger wurden nun plötzlich auch die Risiken dieses Instrumentes bewusst.

Dieser Artikel befasst sich mit der Preisbildung der Optionscheine (Warrants), welche einen Bestandteil der Optionsanleihen bilden. Das Ziel ist, verschiedene bekannte Preisbildungsmodelle im Hinblick auf die praktische Verwendung als Prognoseinstrument für die Preise von Optionschein miteinander zu vergleichen. Die Untersuchung basiert auf den wöchentlichen Börsenkursen von 44 schweizerischen Optionschein zwischen Januar 1986 und Februar 1987, und ist damit die umfassendste Erhebung dieser Art, die bisher in der Schweiz durchgeführt wurde. Mit den Einflussfaktoren auf die Bewertung von schweizerischen Optionschein haben sich GABRIEL (1986) und MEIER (1987) befasst, während ZIMMERMANN (1988 a) die Preisbildung der Optionscheine bei der Emission der Anleihen analysiert.

Die genaue Bewertung von Optionschein erweist sich als sehr schwierig, wenn man keine ver-

einfachenden Annahmen trifft. Preisformeln, welche die vorzeitige Ausübungsmöglichkeit von Amerikanischen Optionen und die Verwässerungseffekte von Optionschein richtig modellieren, werden sehr kompliziert, und sind daher für den alltäglichen Einsatz nicht geeignet. Aber auch mit der Verwendung von einfachen Preisbildungsmodellen können recht gute Bewertungen durchgeführt werden. Die mit den Modellen berechneten theoretischen Preise der Optionscheine werden mit den tatsächlich bezahlten Kursen verglichen. Was die in die Formeln eingehende Volatilität der dem Optionsrecht zugrundeliegenden Aktie betrifft, wird ein neuer Ansatz gezeigt. Neben dem bisher üblichen Einsetzen der historischen Volatilität der Aktie werden die Optionspreise mit den impliziten Volatilitäten des Optionscheins in der Vorperiode berechnet. Dieser Ansatz geht von der Annahme aus, dass sich die Erwartungen im Kapitalmarkt kurzfristig nicht ändern, weshalb die vom Markt erwartete Aktienvolatilität über die Restlaufzeit des Optionscheins derjenigen der Vorperiode entspricht. Die Resultate der Untersuchung zeigen in dieser Richtung vielversprechende Möglichkeiten. Im weiteren wird untersucht, ob im Markt für Optionscheine Arbitragemöglichkeiten vorhanden sind, oder ob der Markt in dieser Hinsicht effizient ist.

Im Abschnitt 2 werden die institutionellen Grundlagen der Optionsanleihen dargestellt. Die Unterschiede zwischen den standardisierten Aktienoptionen und den Optionschein werden gezeigt und die Motive für die Emission von Optionsanlei-

hen erläutert. Der Abschnitt 3 befasst sich mit den in der empirischen Arbeit verwendeten Daten. Im Abschnitt 4 werden die Optionsscheine auf eine mögliche Verletzung von Arbitragebedingungen überprüft. Die verwendeten Preisbildungsmodelle und ihre besonderen Merkmale werden im Abschnitt 5 vorgestellt. Die Resultate der empirischen Arbeit mit diesen Modellen werden im Abschnitt 6 gezeigt und analysiert, während Abschnitt 7 eine Zusammenfassung der gefundenen Erkenntnisse und eine abschliessende Beurteilung der Modelle enthält.

2. Die Optionsanleihe als Finanzierungsinstrument

Eine Optionsanleihe setzt sich aus zwei verschiedenen Wertschriftentypen zusammen, einer Obligation und einem oder mehreren Optionsscheinen. Die Obligation wird mit einem um 1-2% tieferen Couponsatz verzinst als einfache Anleihen ähnlicher Schuldner mit der gleichen Laufzeit, da der beigelegte Optionsschein für den Anleger einen zusätzlichen Kaufanreiz bedeutet.

Der Optionsschein berechtigt zum Kauf einer bestimmten Anzahl von Aktien oder Partizipationsscheinen der emittierenden Gesellschaft. Das Bezugsverhältnis, der Ausübungspreis und die Optionsfrist werden im Anleihensvertrag festgelegt. Die Optionsfrist, während der die Optionsscheine ausgeübt werden können, dauert etwa 3-4 Jahre und läuft normalerweise vor dem Verfall der Obligation aus. Die Optionsanleihe wird als Gesamtheit "cum" Optionsschein an der Börse gehandelt. Der Optionsschein kann aber auch von der Obligation getrennt und als selbständiges Wertpapier gehandelt werden.

Optionsanleihen wurden ursprünglich vor allem von Firmen ausgegeben, die Schwierigkeiten hatten, auf dem Kapitalmarkt Geld aufzunehmen. Sie mussten sehr hohe Zinssätze anbieten, damit sie Anleger fanden. Um die Fremdkapitalkosten zu

senken, wurde dem Investor die Möglichkeit gegeben, an einem zukünftigen Erfolg des Unternehmens teilzuhaben. Das galt besonders für kleine, rasch wachsende, aber auf dem Kapitalmarkt noch unbekannte Schuldner. Als die Optionsanleihen immer beliebter wurden, versuchten auch grosse Unternehmen, auf diesem Weg scheinbar billiges Fremdkapital zu erwerben.

Dazu kommt für viele Manager die Aussicht auf zusätzliches Eigenkapital. Falls das Unternehmen wächst, benötigt es auch genügend Mittel, um das Wachstum zu finanzieren. Wenn der Aktienkurs als Folge des Wachstums über den Ausübungspreis steigt, werden die Optionsscheine ausgeübt und dem Unternehmen neue Gelder zugeführt. Häufig wird argumentiert, dass die Gesellschaft einen Verlust erleide, da sie bei einem gestiegenen Aktienkurs die neuen Aktien über dem Ausübungspreis hätte verkaufen können. Diese Argumentation kann nicht unterstützt werden. Die Emission von Optionsscheinen entspricht dem Verkauf von Call-Optionen, und die Emittentin wird durch die Optionsprämie in der Form von eingesparten Fremdkapitalkosten entschädigt. Falls der Optionsschein bei der Emission richtig bewertet wird, erzielt die emittierende Gesellschaft somit bei der Optionsanleihe weder einen zusätzlichen Gewinn, noch erleidet sie einen Verlust.

Der Optionsschein ist ein Spezialfall einer Amerikanischen Call-Option mit einer Laufzeit, die bedeutend länger ist als diejenige der standardisierten Aktienoptionen. Sie dauert oft mehrere Jahre, während die an den Optionenbörsen gehandelten Kontrakte auf ein oder mehrere Monate festgelegt sind. Der Hauptunterschied liegt jedoch beim Verkäufer der Option, der bei der Ausübung des Rechts die dem Kontrakt zugrundeliegenden Titel liefern muss. Bei den Optionsscheinen ist diese Gegenpartei die emittierende Gesellschaft, welche meistens ihre eigenen Aktien dafür zur Verfügung stellt. Die Ausübung der Optionsscheine ist für die Unternehmung mit einer indirekten Kapitalerhöhung verbunden, was für die bisherigen Aktionäre eine

Verwässerung ihrer Beteiligung bedeutet. COX und RUBINSTEIN (1985, S. 392-399) zeigen, wie diese Kapitalverwässerung in den Bewertungsmodellen berücksichtigt werden kann. Zwischen dem Preis des Optionsscheins, W , und dem Preis der reinen Aktienoption, C , gilt die folgende Beziehung:

$$W = \left(\frac{1}{1 + \alpha} \right) C$$

wobei der Verwässerungsfaktor α als Anzahl neue Aktien dividiert durch die Anzahl alter Aktien definiert ist. Diese Anpassung wird in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt, weil die einfache Formel nur für Europäische Optionen ohne vorzeitige Ausübungsmöglichkeit zutrifft. Ausserdem ist die Berechnung des genauen Quotienten α schwierig. Die Unternehmen besitzen in der Regel eine komplexe Kapitalstruktur mit verschiedenen Titelnkategorien und oft mehreren, sich in der Laufzeit überlappenden Optionsscheinen. Das Verhältnis des Nominalwertes der mit den Optionen zu beziehenden Aktien zum ausgewiesenen Aktien- und PS-Kapital ist zudem bei den untersuchten Optionsscheinen mit 5% bis 10% nicht überaus gross. Der Anteil der vorzeitigen Ausübungen lässt sich ebenfalls kaum genau ermitteln [1]. Durch den Verzicht auf diese Anpassung muss ein Fehler in der Modellpreisbildung in Kauf genommen werden. Die Modellpreise werden tendenziell zu hoch ausgewiesen. Die Relationen zwischen den einzelnen Modellen bezüglich ihrer Prognosefähigkeit werden davon jedoch nicht negativ beeinflusst.

Die Optionsscheine sind meistens mit einer Verwässerungsklausel ausgestattet, die den Inhaber des Optionsscheins vor einer Verwässerung des Aktienkapitals bei Kapitalerhöhungen mit Bezugsrechten schützt. Der Ausübungspreis, zu dem die Aktien bezogen werden können, wird in der Regel um den Durchschnitt des an jedem Tag des offiziellen Bezugsrechtshandels erzielten Preises ermässigt. Dies entspricht aber nicht einem vollständigen

Verwässerungsschutz. Laut ZIMMERMANN (1988b) müsste der Ausübungspreis mit dem Faktor $1/(1+\alpha)$ multipliziert, und die Zahl der zu beziehenden Aktien pro Optionsschein gleichzeitig aufgrund des inversen Wertes dieses Faktors erhöht werden. Dieses Verfahren kann auch an der SOFFEX gehandhabt werden [2]. Eine zweite Möglichkeit wäre, den Optionsscheininhabern ein entsprechendes Bezugsrecht einzuräumen.

Bei Dividendenabgängen wird der Optionär nicht entschädigt. Dies wird in den Modellen für Amerikanische Optionen berücksichtigt, indem sie eine vorzeitige Ausübung vor dem Dividendentermin in Betracht ziehen.

3. Datenbasis

Die Beurteilung der Optionsbewertungsmodelle basiert auf den Mittwoch-Schlusskursen zwischen dem 8. Januar 1986 und dem 25. Februar 1987 von 44 Optionsscheinen schweizerischer Gesellschaften, welche in der Tabelle 1 zusammengestellt sind. Dies ergibt maximal 60 Beobachtungen pro Optionsschein. Diese Zahl reduziert sich, falls für einzelne Beobachtungszeitpunkte kein Kurs vorliegt, oder der Optionsschein erst nach Beginn der Beobachtungsperiode an der Börse oder Vorbörse kotiert wurde. Die Kurse für die Optionsscheine und die zugrundeliegenden Aktien entstammen der "Neuen Zürcher Zeitung".

Bei den Modellen mit Berücksichtigung von Dividendenzahlungen geht die letzte bezahlte Dividende als Inputfaktor in die Modellrechnung ein. Die Dividendenrendite errechnet sich somit aus dem Quotienten dieser Dividende und dem im Beobachtungszeitpunkt aktuellen Aktienkurs.

Für den Ausübungspreis werden die gemachten Anpassungen im Zusammenhang mit Kapitalerhöhungen mit Bezugsrecht berücksichtigt. Die für die Beobachtungsdaten gültigen Ausübungspreise werden dem "Kursblatt der Zürcher Effektenbörse"

entnommen. Die Aktienkurse und die Ausübungspreise werden mit der Anzahl der zu beziehenden Aktien je Optionsschein multipliziert, um eine korrekte Bewertung durchzuführen.

Als risikoloser Zinssatz wird der Euromarktsatz für Schweizer Franken für ein Jahr verwendet. Die Wahl des Zinssatzes hat keine entscheidende Bedeutung, da die Modelle auf Zinssatzänderungen nicht sensibel reagieren.

In der Tabelle 1 sind alle Optionsscheine und die Zahl ihrer Beobachtungen aufgeführt. Zusätzlich enthält sie Angaben, die für die spätere Beurteilung der Modellergebnisse wichtig sind, unter anderem den Mittelwert des Quotienten zwischen dem Aktienkurs und dem Ausübungspreis, sowie die mittlere Volatilität der zugrundeliegenden Aktie und die mittlere Restlaufzeit des Optionsscheins.

4. Verletzung von Arbitragebedingungen

Die Arbitragebedingungen geben die Beziehungen an, die zwischen verschiedenen Wertpapieren gelten müssen, damit keine risikolosen Gewinne realisiert werden können. Eine Call-Option beinhaltet das Recht, nicht aber die Pflicht, eine bestimmte Anzahl der der Option zugrundeliegenden Aktie zu

erwerben. Eine Europäische Option kann nur am Verfalltag ausgeübt werden, während das Ausübungsrecht bei einer Amerikanischen Option auch vorzeitig beansprucht werden kann. Liegt der Kurs der Aktie bei Verfall nicht über dem Ausübungspreis, ist die Option wertlos. Es kann aber niemand gezwungen werden, die Option auszuüben, weshalb der Wert einer Option nie negativ sein kann. Aus der Nichtnegativitätsbedingung lässt sich direkt der Minimalwert einer Call-Option ableiten.

Der Wert einer Call-Option muss mindestens gleich dem Maximum von Null und der Differenz zwischen dem aktuellen Aktienkurs und dem Barwert des Ausübungspreises sein. Falls Dividendenzahlungen für die Berechnung des Minimalwerts berücksichtigt werden, sind die Barwerte aller vor dem Verfall der Option fälliger Dividenden zusätzlich abzuziehen.

Ist der Preis einer Option tiefer als ihr innerer Wert, können risikolose Gewinne realisiert werden, indem die folgenden Transaktionen durchgeführt werden: [3]

- Kauf eines Optionsscheins
- Leerverkauf der zugrundeliegenden Aktie
- Anlage des Barwertes des Ausübungspreises zum risikolosen Zinssatz

Zu Tabelle 1:

Optionsschein: Optionsanleihe (inklusive Couponsatz und Laufzeit) mit dem untersuchten Optionsschein

Verfalldatum: Verfalldatum des Optionsscheines. Dieser verfällt früher als die Obligation

Bez: Bezugsverhältnis. Anzahl und Typ der zu beziehenden Aktien pro Optionsschein (Inh = Inhaber, Nam = Namen, PS = Partizipationsscheine)

Erste Beob.: Datum des ersten in die Untersuchung einbezogenen Kurses des Optionsscheins.

Az: Anzahl der beobachteten Wochenkurse für den Optionsschein zwischen dem Datum der ersten Beobachtung und dem 25.02.87

Mittl. S/K: Mittelwert des Quotienten zwischen dem Aktienkurs und dem Ausübungspreis über alle Beobachtungen für den jeweiligen Optionsschein

Mittl. σ : Mittelwert der Volatilität der Rendite der zugrundeliegenden Aktie über alle Beobachtungen. Als Mass für die Volatilität dient die annualisierte Standardabweichung der Aktienrendite. Für die Berechnung der Volatilität werden immer die letzten 52 Wochen vor dem Beobachtungsdatum berücksichtigt.

Mittl. T: Mittelwert der Restlaufzeit des Optionsscheins über alle Beobachtungen in Jahren

Tabelle 1

In der Untersuchung verwendete Optionsscheine

Optionsschein	Verfall- datum	Bez.	Az	Erste Beob.	Mittl. S/K	Mittl. σ	Mittl. T
5,75% Swissair 81-96	31.12.86	1 Inh	48	08.01.86	2,47	0,308	0,50
3,5% Gotthardbank 85-95	15.12.90	1 PS	60	08.01.86	1,38	0,212	4,35
2,5% Gotthardbank 86-96	30.09.91	1 PS	43	12.03.86	1,22	0,212	5,01
4% Bank Leu 85-95	15.12.88	1 Inh	58	08.01.86	1,04	0,264	2,35
3,75% Bank Leu 85-95	15.12.89	1 Nam	58	08.01.86	1,21	0,196	3,35
3,25% Julius Bär 85-95	30.09.90	0,5 Inh	60	08.01.86	1,86	0,255	4,15
3,75% SBG 84-93	30.09.88	1 Nam	60	08.01.86	1,68	0,159	2,15
3,25% SBG 85-95	30.11.88	0,25 Inh	60	08.01.86	1,36	0,183	2,31
3% SBG 85-95	27.11.90	1 PS	60	08.01.86	1,17	0,210	4,30
3% SBG 86-98	30.09.91	0,5 Nam	37	18.06.86	1,04	0,165	4,92
4% SBV 84-94	15.12.87	10 Nam	60	08.01.86	1,69	0,178	1,35
3,25% SBV 85-90	15.12.86	10 Nam	49	08.01.86	1,51	0,181	0,47
3,25% SBV 85-95	15.12.88	10 Nam	60	08.01.86	1,36	0,178	2,36
3% SBV 85-95	17.09.90	1 PS	60	08.01.86	1,07	0,176	4,11
2,5% SBV 86-98, Opt A	20.12.89	5 Nam	30	28.05.86	0,99	0,182	3,14
2,5% SBV 86-98, Opt B	20.12.91	5 Nam	31	28.05.86	0,99	0,182	5,17
5,75% SKA IA 82-94	30.06.87	1 Inh	55	08.01.86	3,24	0,166	0,94
5,75% SKA NA 82-94	30.06.87	1 Nam	60	08.01.86	2,98	0,153	0,90
3,75% SKA 84-92	30.09.89	1 Nam	60	08.01.86	1,68	0,153	3,15
3,75% SKA IA 85-96	30.06.90	1 Inh	60	08.01.86	1,65	0,166	3,90
3,75% SKA NA 85-94	30.06.90	1 Nam	60	08.01.86	1,62	0,153	3,90
3,25% Basler Vers. 86-97	31.03.89	1 PS	60	08.01.86	1,91	0,310	2,65
2,5% Basler Vers. 86-94	31.03.90	0,2 PS	33	09.07.86	1,43	0,298	3,91
2,75% Fortuna 86-96	31.10.90	1 PS	25	30.07.86	1,02	0,260	4,43
3,5% Elektrowatt 83-95	30.06.89	0,5 Inh	59	08.01.86	1,32	0,204	2,91
2,5% Elektrowatt 85-96, Opt A	30.06.90	1 PS	17	05.11.86	0,96	0,332	3,82
2,5% Elektrowatt 85-96, Opt B	30.06.91	1 PS	17	05.11.86	0,96	0,332	4,81
3% Ems Chemie 85-95	15.09.88	0,5 Inh	60	08.01.86	1,68	0,306	2,11
3,25% Globus 85-95	30.01.90	1 PS	60	08.01.86	1,97	0,309	3,49
4% Interdiscount 83-95	15.06.88	1 Inh	47	08.01.86	4,51	0,299	1,94
3,5% Intershop 84-94	31.03.89	2 Inh	60	08.01.86	1,87	0,204	2,65
3,5% Intershop 85-95	31.03.91	1 Inh	60	08.01.86	1,68	0,204	4,65
3,75% Jacobs-Suchard 84-92	31.12.88	1 PS	60	08.01.86	1,54	0,218	2,41
3,5% Merkur 85-95	15.12.90	1 Inh	60	08.01.86	1,81	0,303	4,35
4% Mövenpick 83-95	30.11.87	1 Inh	56	08.01.86	2,20	0,228	1,31
2,75% Pirelli 86-96	28.02.91	1 PS	54	12.02.86	1,12	0,205	4,52
4% BBC 83-94	30.09.88	3 PS	60	08.01.86	1,33	0,303	2,15
2,75% Fischer 86-96, Opt A	30.09.89	7 PS	19	09.07.86	1,02	0,308	2,93
2,75% Fischer 86-96, Opt B	30.09.91	7 PS	24	13.08.86	1,00	0,308	4,92
2,5% Rieter 86-96	15.06.90	1 PS	49	19.02.86	1,09	0,288	3,79
2% Sulzer 86-96, Opt A	16.10.89	1 PS	27	25.06.86	0,92	0,371	2,98
2% Sulzer 86-96, Opt B	16.10.91	1 PS	28	25.06.86	0,91	0,371	4,94
2,5% Zellweger 86-98, Opt A	30.06.89	1 PS	41	19.03.86	1,24	0,274	2,81
2,5% Zellweger 86-98, Opt B	30.06.91	1 PS	38	19.03.86	1,20	0,274	4,77

Bei einer hohen Dividendenrendite ist es unter Umständen sinnvoll, eine Amerikanische Option vorzeitig auszuüben, was auch den inneren Wert einer Option verändert. Beim Testen der Arbitragebedingungen wird dies jedoch nicht berücksichtigt. Da in der Studie Modelle mit und ohne Dividendenzahlungen verwendet werden, wird die Einhaltung beider Minimalwertbedingungen getestet. In der Tabelle 2 wird für alle Optionsscheine der Anteil der Beobachtungen dargestellt, welche die Minimalwertbedingungen nicht erfüllen. Er wird als Prozentsatz der Verletzungen relativ zu der gesamten Zahl der Beobachtungen je Optionsschein berechnet. Zugleich wird bei den betroffenen Beobachtungen das Ausmass der Verletzung ermittelt. Das Ausmass zeigt an, um wieviel der Börsenkurs unter dem theoretischen Minimalwert liegt [4]. Die Tabelle 2 zeigt, dass unter den getroffenen Annahmen diese Unstimmigkeit relativ häufig vorkommt. Ohne Berücksichtigung von Dividendenzahlungen wird bei 64% der Optionsscheine die Bedingung mindestens in einer Beobachtungswoche verletzt, und bei einem Drittel der Papiere in mehr als der Hälfte der berechneten Daten. Auf den untersuchten Aktien werden fast durchwegs Dividenden ausbezahlt, weshalb der Test inklusive Dividendenzahlungen aussagekräftiger ist. Erwartungsgemäss sind die Verletzungen kleiner, bleiben aber bei einem Drittel der Optionsscheine in mindestens einer Beobachtung bestehen. Bei 13% der Papiere liegt der Börsenkurs immer noch mehrheitlich unter dem theoretischen Minimalwert. Für die Höhe der Abweichung lässt sich keine einheitliche Tendenz festlegen.

Die sich bietenden risikolosen Gewinnmöglichkeiten können in der Schweiz nicht ausgenutzt werden, da dafür die institutionelle Grundlage fehlt. Es ist nicht möglich, auf einem organisierten Markt Aktien über mehrere Jahre leer zu verkaufen, was zur Realisierung der Gewinne jedoch notwendig wäre. Hinzu kommen weitere negative Aspekte wie die Transaktionskosten, Steuerbelange und anderes mehr.

Obschon eine genaue Erklärung für diese Unstimmigkeiten nicht gefunden werden kann, können mit Hilfe einer Regressionsanalyse einige Regelmässigkeiten erkannt werden. Sowohl mit Berücksichtigung der Dividendenzahlungen als auch ohne Dividenden zeigt sich deutlich, dass das Verhältnis zwischen dem Aktienkurs und dem Ausübungspreis die entscheidende Rolle spielt. Je stärker ein Optionsschein "in the money" ist, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass solche Verletzungen auftreten. Eine hohe Volatilität der dem Optionsschein zugrundeliegenden Aktie erhöht das Risiko von Minimalwertverletzungen nur für Optionen "in the money", währenddem die Restlaufzeit des Optionsscheins keinen Einfluss hat.

5. Die Modelle

Im Hinblick auf die praktische Einsetzbarkeit der Modelle beschränkt sich die Auswahl auf diejenigen, die relativ leicht zu implementieren sind. Tabelle 3 gibt eine summarische Uebersicht der verwendeten Modelle mit ihren Eigenschaften bezüglich Typ der Ausübung, Einbezug von Dividenden und Wahl

Zu Tabelle 2:

Optionsschein: Optionsanleihe (inklusive Couponsatz und Laufzeit) mit dem untersuchten Optionsschein

abs.: Anzahl der Beobachtungen, bei denen die Minimalwertbedingung verletzt ist

rel.: Anzahl der Beobachtungen, bei denen die Minimalwertbedingung verletzt ist, relativ zur gesamten Zahl der Beobachtungen in Prozent

Ausmass: Mittelwert von $[(\text{Minimalwert} - \text{Börsenkurs})/\text{Minimalwert}] * 100$. Für die Berechnung dieser Grösse werden nur diejenigen Beobachtungen verwendet, bei denen die Minimalwertbedingung verletzt ist.

Tabelle 2
Verletzung der Minimalwertbedingungen

Optionsschein	ohne Dividendenzahlungen			mit Dividendenzahlungen		
	abs.	rel.	Ausmass	abs.	rel.	Ausmass
5,75% Swissair 81-96	14	29,2%	3,56%	9	18,8%	2,58%
3,5% Gotthardbank 85-95	30	50,0%	8,13%	3	5,0%	3,17%
2,5% Gotthardbank 86-96	20	46,5%	7,92%	0	0,0%	-
4% Bank Leu 85-95	0	0,0%	-	0	0,0%	-
3,75% Bank Leu 85-95	2	3,5%	0,75%	0	0,0%	-
3,25% Julius Bär 85-95	44	74,6%	7,41%	33	55,9%	3,73%
3,75% SBG 84-93	3	5,0%	0,93%	0	0,0%	-
3,25% SBG 85-95	0	0,0%	-	0	0,0%	-
3% SBG 85-95	0	0,0%	-	0	0,0%	-
3% SBG 86-98	0	0,0%	-	0	0,0%	-
4% SBV 84-94	6	10,0%	2,66%	0	0,0%	-
3,25% SBV 85-90	11	22,5%	1,82%	10	20,4%	1,87%
3,25% SBV 85-95	0	0,0%	-	0	0,0%	-
3% SBV 85-95	2	3,3%	7,74%	0	0,0%	-
2,5% SBV 86-98, Opt A	0	0,0%	-	0	0,0%	-
2,5% SBV 86-98, Opt B	0	0,0%	-	0	0,0%	-
5,75% SKA IA 82-94	31	56,4%	2,67%	5	9,1%	1,06%
5,75% SKA NA 82-94	37	61,7%	2,69%	5	8,3%	1,57%
3,75% SKA 84-92	1	1,7%	1,91%	0	0,0%	-
3,75% SKA IA 85-96	13	21,7%	2,33%	0	0,0%	-
3,75% SKA NA 85-94	1	1,7%	0,18%	0	0,0%	-
3,25% Basler Vers. 86-97	43	71,7%	6,44%	36	60,0%	5,59%
2,5% Basler Vers. 86-94	6	18,2%	1,79%	0	0,0%	-
2,75% Fortuna 86-96	1	4,0%	2,41%	0	0,0%	-
3,5% Elektrowatt 83-95	7	11,9%	1,55%	0	0,0%	-
2,5% Elektrowatt 85-96, Opt A	0	0,0%	-	0	0,0%	-
2,5% Elektrowatt 85-96, Opt B	0	0,0%	-	0	0,0%	-
3% Ems Chemie 85-95	30	50,0%	4,20%	11	18,3%	3,15%
3,25% Globus 85-95	50	83,3%	9,18%	41	68,3%	4,39%
4% Interdiscount 83-95	39	83,0%	3,11%	28	59,6%	1,66%
3,5% Intershop 84-94	57	95,0%	8,44%	24	40,0%	1,92%
3,5% Intershop 85-95	60	100,0%	13,12%	12	20,0%	1,93%
3,75% Jacobs-Suchard 84-92	0	0,0%	-	0	0,0%	-
3,5% Merkur 85-95	60	100,0%	12,91%	55	91,7%	7,67%
4% Mövenpick 83-95	46	82,1%	4,60%	28	50,0%	2,62%
2,75% Pirelli 86-96	4	7,4%	3,92%	0	0,0%	-
4% BBC 83-94	0	0,0%	-	0	0,0%	-
2,75% Fischer 86-96, Opt A	0	0,0%	-	0	0,0%	-
2,75% Fischer 86-96, Opt B	0	0,0%	-	0	0,0%	-
2,5% Rieter 86-96	0	0,0%	-	0	0,0%	-
2% Sulzer 86-96, Opt A	0	0,0%	-	0	0,0%	-
2% Sulzer 86-96, Opt B	0	0,0%	-	0	0,0%	-
2,5% Zellweger 86-98, Opt A	1	2,4%	0,56%	0	0,0%	-
2,5% Zellweger 86-98, Opt B	2	5,3%	7,85%	1	2,6%	0,64%

Tabelle 3
In der empirischen Untersuchung verwendete Modelle

Modell	Abkürzung	Ausübungstyp	Dividenden	Volatilität
Black-Scholes	B-S	Europäisch	nein	historisch
Proportional Dividend (Eur.)	PDM I	Europäisch	ja	historisch
Proportional Dividend (Am.)	PDM II	Amerikanisch	ja	historisch
Binomialmodell	BIN	Amerikanisch	ja	historisch
Black-Scholes (Implizit)	B-S-Imp	Europäisch	nein	implizit
Proportional Dividend (Impl.)	PDM-Imp	Europäisch	ja	implizit
Binomialmodell (Implizit)	BIN-Imp	Amerikanisch	ja	implizit

Ausübungstyp	Europäisch: keine vorzeitigen Ausübungen möglich Amerikanisch: eine vorzeitige Ausübung ist möglich
Dividenden	Werden Dividendenausschüttungen berücksichtigt oder nicht?
Volatilität	Benutzer Schätzwert für die Aktienvolatilität historisch: annualisierte Standardabweichung der Rendite der zugrundeliegenden Aktie der letzten 52 Wochen vor der Beobachtung implizit: implizite Volatilität der Vorwoche für den gleichen Optionsschein

der Volatilitätsschätzung. Im Anhang werden die Formeln der einzelnen Modelle dargestellt.

Black-Scholes Modell

Das Modell von BLACK und SCHOLES (1973) für Europäische Optionen gilt noch heute als das grundlegende Bewertungsmodell für Optionen. Es setzt sowohl für die Aktien als auch für die Options-scheine einen effizienten Markt voraus. Im weiteren wird unterstellt, dass keine Dividenden auf den Aktien bezahlt werden. Die der Option zugrunde-liegende Aktie folgt einem Wiener-Prozess mit einer konstanten Volatilität. Die Bewertung einer Call-Option ist nur von fünf Variablen abhängig:

- Preis der Aktie
 - Standardabweichung der Rendite der zugrunde-liegenden Aktie; der sogenannten Volatilität der Aktienrendite
 - Ausübungspreis der Option
 - Restlaufzeit der Option
 - Risikoloser Zinssatz
- Von diesen Variablen sind unter den Annahmen des

Modells die Volatilität der Aktienrendite, der Ausübungspreis und der risikolose Zinssatz bekannt und konstant. Die Wertveränderung der Option wird nur noch vom Kurs der Aktie und der Restlaufzeit bis zum Verfall der Option bestimmt. Die restriktiven Grundannahmen des BLACK-SCHOLES Modelles stimmen jedoch mit der Wirklichkeit nicht überein. Speziell auf die 44 Options-scheine der Stichprobe bezogen, ergeben sich die folgenden Probleme:

- Auf den zugrundeliegenden Aktien werden Di-videnden bezahlt.
- Bei den Optionsscheinen handelt es sich um Amerikanische Optionen.
- Die Volatilität der Aktienrendite ist kaum richtig zu prognostizieren und ist über die Zeit nicht konstant.
- Es bestehen Steuern und Transaktionskosten. Diese werden auch bei erweiterten Modellen fast immer ausgeschlossen, da ihre heterogene Struk-tur eine leicht verständliche Modellbildung ver-unmöglich.
- Alle untersuchten Optionsscheine sind nur ge-gen die Verwässerung des Aktienkapitals bei

einer Kapitalerhöhung mit Bezugsrecht geschützt (Verwässerungsklausel). Die durch die Ausübung des Optionsrechts erfolgte Verwässerung wird nicht entschädigt, wie bereits im Abschnitt 2 festgehalten wurde.

Mertons "Proportional Dividend Model" (Europäische Optionen)

Das "Proportional Dividend Model" von MERTON (1974) ist eine Erweiterung des BLACK-SCHOLES Modells, die auf der gleichen Grundformel beruht. Zusätzlich wird die Möglichkeit von Dividendenzahlungen zugelassen. Die aufgelaufene Dividende bildet einen Bestandteil des aktuellen Aktienkurses, der beim Verfall des Optionsscheins nicht mehr unbedingt vorhanden sein muss. Das BLACK-SCHOLES Modell weist den Wert des Optionsscheins unter diesen Umständen zu hoch aus. Bei der Modellgestaltung taucht das Problem der Dividendenstruktur auf, die in die Formel einfließen soll. MERTON unterstellt in seinem Modell eine konstante Dividendenrendite bei einer kontinuierlichen Ausschüttung. Der aktuelle Aktienkurs wird nach unten korrigiert, indem die während der Restlaufzeit der Option anfallende Dividende abgezogen wird. Der korrigierte Aktienkurs wird anschliessend in die BLACK-SCHOLES Formel eingesetzt.

Mertons "Proportional Dividend Model" (Amerikanische Optionen)

Wenn auf den Aktien Dividenden ausgeschüttet werden, kann eine vorzeitige Ausübung eines Optionsscheins unter Umständen durchaus sinnvoll sein. Diese Möglichkeit wird mit der "Pseudo-Amerikanischen" Methode berücksichtigt, welche von BLACK (1975) vorgeschlagen wird. Bei dieser Methode wird der Wert der Option bis zum effektiven Verfalldatum des Optionsscheins und bis zu jedem Dividendentermin berechnet. Der höchste Wert dieser Reihe von Callpreisen wird als der

"richtige" Wert betrachtet. Bei dieser Methode werden die Optionsscheine immer leicht unterbewertet, da alle Termine als der tatsächliche Verfalltag im Sinne einer Europäischen Option betrachtet werden. Das zusätzliche Recht, die Option eventuell früher auszuüben, wird ignoriert.

Binomialmodell

Das Binomialmodell besticht durch seine Einfachheit. Eine detaillierte Herleitung bieten COX und RUBINSTEIN (1985), aber auch ZIMMERMANN (1988 b). Die Restlaufzeit des Optionsscheins wird in diskrete Zeitintervalle unterteilt. Je kürzer diese Zeitintervalle sind, desto genauer wird das Modell. Wenn das Zeitintervall gegen Null strebt, geht das diskrete Binomialmodell in das kontinuierliche BLACK-SCHOLES Modell über. Die Aktienkurse folgen einem Binomialprozess mit konstanter Volatilität. In jedem diskreten Zeitsprung kann sich der Kurs der zugrundeliegenden Aktie nur auf zwei mögliche Werte verändern. Dabei stellt sich die Frage, in wieviele Zeitintervalle (Iterationen) die Restlaufzeit des Optionsscheins unterteilt werden soll. Einige Tests mit der Stichprobe zeigen, dass bereits mit 30 Iterationen eine brauchbare Approximation erreicht wird. Um den benötigten Aufwand an Rechenzeit für die Gesamtstichprobe in Grenzen zu halten, werden in der Untersuchung für die Berechnung des Binomialmodells 40 Iterationen verwendet. Die Dividendenausschüttungen und die vorzeitige Ausübungsmöglichkeit werden bei der Implementierung des Binomialmodells in der Art berücksichtigt, wie es ZIMMERMANN (1988 b) beschreibt.

Die in das Modell eingehende Aktienvolatilität hat den grössten Einfluss auf den Modellpreis des Optionsscheins. Ein Fehler bei der Volatilitätsbestimmung hat demnach sehr starke Auswirkungen auf die Modellresultate. Zugleich kann diese Volatilität nirgendwo explizit abgelesen werden. In der vorliegenden Untersuchung werden zwei Ansätze getestet. Eine verbreitete Methode für die Ermittlung der Volatilität ist das Benutzen historischer

Daten. Die historische Volatilität der Aktie wird als annualisierte Standardabweichung der wöchentlichen Aktienrendite berechnet. Für die Berechnung werden jeweils die Renditen der letzten 52 Wochen vor der Beobachtung verwendet. Der Vergangenheitswert bildet dann den Erwartungswert für die zukünftige Volatilität.

Die zweite Variante ist das Prinzip der impliziten Volatilität. In den bezahlten Kursen für die Aktien und die Optionen sind alle bisher bekannten Informationen verarbeitet. Der bezahlte Kurs für den Optionsschein ist somit der "richtige" Wert des Optionsscheins. Die implizite Volatilität ist diejenige Volatilität, für die bei der Anwendung eines Optionsbewertungsmodells gilt, dass der Marktpreis gleich dem Modellpreis ist. Diese Volatilität wird dann als diejenige Volatilität betrachtet, die der Markt der Aktie für die Restlaufzeit des Optionsscheins unterstellt. Der in der Untersuchung verwendete Ansatz geht davon aus, dass der Markt innerhalb einer Woche seine Ansichten über die Zukunft einer Aktie nicht ändert. Dies bedeutet, dass die relevante Volatilität der Beobachtungswoche der impliziten Volatilität der Vorwoche entspricht. Für den Beobachtungszeitpunkt (t-1) wird mit dem Bewertungsmodell und dem bezahlten

Marktpreis für den Optionsschein die implizite Volatilität berechnet. Diese wird dann als tatsächliche Volatilität für die Restlaufzeit des Optionsscheins im Zeitpunkt t in das Modell eingesetzt. In der empirischen Arbeit wird dieses Prinzip für das BLACK-SCHOLES Modell, das "Proportional Dividend Model" für Europäische Optionen und das Binomialmodell angewendet. Die impliziten Volatilitäten werden jeweils durch ein iteratives Näherungsverfahren ermittelt.

Wenn für eine Beobachtung kein Kurs vorhanden ist, oder die Minimalwertbedingung verletzt wird, kann die implizite Volatilität nicht berechnet werden [5]. In diesem Fall wird die aktuelle Beobachtung und die unmittelbar folgende Beobachtung aus der Stichprobe gestrichen. Letztere darum, weil für sie keine implizite Volatilität der Vorwoche existiert. Es wird also nicht die Volatilität der vorletzten Beobachtung verwendet.

6. Resultate der Modellrechnungen

Die Resultate der Preisberechnungen für die verschiedenen Bewertungsmodelle sind in der Tabelle 4 zusammengefasst. Für jede Beobachtung wird der

Zu Tabelle 4:

Modelle, gerechnet mit historischen Aktienvolatilitäten: Black-Scholes (B-S), Proportional Dividend Model für Europäische Optionen (PDM I), Proportional Dividend Model für Amerikanische Optionen (PDM II), Binomialmodell (BIN)

Modelle, gerechnet mit den impliziten Volatilitäten der Vorwoche: Black-Scholes (B-S-Imp), Proportional Dividend Model für Europäische Optionen (PDM-Imp), Binomialmodell (BIN-Imp)

Stichprobe: Mittwoch-Kurse von 44 Optionsscheinen vom 8.1.86 - 25.2.87

Abweichung vom Marktpreis (Prognosefehler) gerechnet als: $[(\text{Marktpreis} - \text{Modellpreis}) / \text{Modellpreis}] * 100$

Die dargestellten Abweichungen sind die Mittelwerte über alle Optionsscheine

Die Zahlen in Klammern sind die mittlere Standardabweichungen der Prognosefehler über alle Optionsscheine

Anzahl Optionsscheine: Zahl der Optionsscheine, für die mindestens 10 Beobachtungen gerechnet werden konnten

Unterteilung der Optionsscheine nach:

S/K: Mittelwert des Quotienten zwischen dem Aktienkurs und dem Ausübungspreis über alle Beobachtungen je Optionsschein

σ : Mittelwert der historischen Volatilität der Aktienrenditen der letzten 52 Wochen vor der Beobachtung über alle Beobachtungen je Optionsschein

T: Mittelwert der Restlaufzeit in Jahren über alle Beobachtungen je Optionsschein

Tabelle 4
Abweichung der Marktpreise relativ zu den Modellpreisen in %

	B-S	PDM I	PDM II	BIN	B-S-Imp	PDM-Imp	BIN-Imp
Anzahl Optionsscheine	40	43	43	43	38	42	41
Alle Optionsscheine	4,81 (7,91)	22,61 (11,71)	22,18 (11,58)	21,65 (11,67)	0,28 (6,73)	0,18 (6,47)	0,21 (6,60)
Unterteilt nach: S/K							
- 1,0	-11,48 (7,13)	20,40 (11,57)	20,40 (11,57)	19,59 (12,66)	0,28 (9,81)	-0,10 (8,76)	-0,04 (8,73)
1,0 - 1,2	1,04 (9,30)	32,76 (16,80)	32,76 (16,80)	32,93 (16,49)	0,57 (8,37)	0,78 (8,88)	0,82 (8,96)
1,2 - 1,5	12,70 (10,44)	23,24 (11,87)	23,24 (11,87)	22,50 (12,10)	0,37 (6,68)	0,51 (6,94)	0,50 (6,95)
1,5 - 2,0	10,42 (5,28)	21,91 (9,53)	20,70 (9,65)	20,04 (9,57)	-0,16 (3,96)	-0,35 (4,39)	-0,33 (4,37)
2,0 -	7,77 (6,15)	7,55 (6,56)	6,99 (6,65)	6,33 (6,39)	0,36 (3,53)	0,12 (3,22)	0,25 (3,78)
σ							
- 0,2	14,69 (6,83)	42,03 (11,47)	40,91 (11,59)	39,93 (12,00)	-0,15 (4,57)	-0,17 (4,77)	-0,16 (4,88)
0,2 - 0,25	8,23 (9,00)	24,88 (14,37)	24,88 (14,37)	24,79 (14,26)	-0,22 (5,22)	-0,07 (5,64)	-0,11 (5,59)
0,25 - 0,3	4,51 (9,10)	14,07 (11,88)	14,07 (11,88)	13,60 (11,50)	0,75 (7,06)	0,87 (9,09)	0,87 (9,08)
0,3 -	-12,56 (7,83)	-2,05 (9,09)	-2,10 (9,11)	-2,37 (9,17)	0,95 (9,60)	0,42 (7,89)	0,59 (8,58)
T (in Jahren)							
- 2	8,33 (5,98)	11,15 (7,56)	10,48 (7,62)	9,27 (7,39)	0,04 (2,82)	0,14 (3,74)	0,03 (3,67)
2 - 3	9,74 (8,14)	20,89 (10,33)	20,86 (10,35)	20,12 (10,45)	0,39 (6,57)	0,19 (5,91)	0,38 (6,73)
3 - 4	7,51 (6,98)	33,01 (10,74)	31,48 (10,90)	30,79 (11,27)	0,06 (6,16)	-0,20 (6,72)	-0,31 (6,26)
4 -	-3,25 (8,98)	22,55 (14,95)	22,55 (14,95)	22,62 (14,98)	0,44 (8,07)	0,45 (7,79)	0,45 (7,75)

Prognosefehler des Modells berechnet als:

$$\frac{\text{Börsenkurs} - \text{Modellpreis}}{\text{Modellpreis}} * 100$$

Die Optionsscheine, für die weniger als 10 Beobachtungen berechnet werden können, werden für das jeweilige Modell aus der Stichprobe herausgenommen.

Die Beurteilung der einzelnen Modelle bezüglich der Brauchbarkeit in der praktischen Anwendung basiert zur Hauptsache auf zwei Komponenten. Einerseits wird beurteilt, ob der Marktpreis gegenüber dem Modellpreis regelmässig über- oder unterbewertet ist, was im Mittelwert des Prognosefehlers zum Ausdruck kommt. Von grösserer Bedeutung ist jedoch die Stabilität eines Modelles. Wird ein im Durchschnitt gut bewerteter Optionsschein immer gut bewertet? Ist die Ueberbewertung eines Optionsscheins immer gleich gross, oder bestehen grosse Schwankungen? Die Stabilität wird mit der Standardabweichung des Prognosefehlers gemessen. Bei den in der Tabelle 4 dargestellten Werten handelt es sich um den mittleren Prognosefehler und den Mittelwert der Standardabweichung des Prognosefehlers über alle Optionsscheine. Zusätzlich werden die Verfügbarkeit des Modells und der benötigte Rechenaufwand als Beurteilungskriterien verwendet.

Von den Modellen unter Verwendung der historischen Volatilität der Aktienrendite erzielt das Modell von BLACK und SCHOLES die besten Ergebnisse. Vor allem bezüglich der Stabilität ist es gegenüber den beiden Proportional Dividend Models und dem Binomialmodell zu bevorzugen.

Die Resultate für das BLACK-SCHOLES Modell bestätigen weitgehend die Ergebnisse von MACBETH und MERVILLE (1979). Optionsscheine "at the money" (in Tabelle 4; S/K: 1,0 - 1,2) sind gut bewertet. Optionsscheine "out of the money" (S/K: - 1,0) werden vom Markt gegenüber dem Mo-

dellpreis unterbewertet, während bei Optionsscheinen "in the money" (S/K: 1,2 und mehr) der Marktpreis über dem Modellpreis liegt. In dieser Untersuchung kommt man jedoch nicht zum Resultat, dass die Schwankungen der Prognosefehler grösser werden, je mehr der Optionsschein "in" oder "out of the money" ist. Die Schwankungen sind für Optionsscheine "at the money" oder leicht darüber deutlich am grössten, wie aus den mittleren Standardabweichungen der Prognosefehler (Zahlen in den Klammern) in Tabelle 4 zu sehen ist.

Das BLACK-SCHOLES Modell tendiert zu einem zu hohen Wert gegenüber dem Marktpreis, falls der Optionsschein einen grossen Zeitwert aufweist. Dies ist der Fall, wenn die zugrundeliegende Aktie eine grosse Volatilität besitzt, die Restlaufzeit bis zum Verfall lange ist und der Kurs der Aktie sich in der Nähe des Ausübungspreises befindet ("at the money" oder leicht "out of the money"). Für diese Optionsscheine werden auch die grössten Schwankungen des Prognosefehlers registriert. Wenn der Zeitwert hingegen sehr klein ist, weist das BLACK-SCHOLES Modell gegenüber dem Markt einen zu tiefen Wert aus. Es handelt sich dabei vor allem um Optionsscheine auf Inhaber- und Namenaktien der Grossbanken mit einer sehr kleinen Volatilität (σ : - 0,20).

Die Resultate der drei Modelle mit Dividendenzahlungen und historischer Volatilität (PDM I, PDM II und BIN) sind beinahe identisch, sowohl bei der Gesamtstichprobe als auch in den einzelnen Untergruppen. Für die beiden Varianten des Proportional Dividend Models ist dies zu erwarten. Dass jedoch auch das Binomialmodell die gleichen Ergebnisse erzielt, beweist, dass mit 40 Iterationen bereits eine recht gute Annäherung an den kontinuierlichen Fall des Proportional Dividend Models erreicht wird.

Die Differenzen zwischen den Resultaten der Proportional Dividend Models mit und ohne vorzeitiger Ausübung sind sehr klein. Bei 11 Optionsscheinen wäre eine vorzeitige Ausübung bei mindestens einer Beobachtung sinnvoll. Es handelt sich dabei

entweder um ältere Optionsscheine der Grossbanken, deren Dividendenrendite relativ gross ist, oder um Optionsscheine, die sehr stark in the money sind. Die vorzeitige Ausübungsmöglichkeit führt nicht zu einer Verminderung der Prognoseschwankungen, weshalb der zusätzliche Rechenaufwand nicht ausreichend belohnt wird.

Die theoretischen Preise gemäss den Modellen mit Dividendenzahlungen liegen teilweise massiv unter den bezahlten Kursen. Für die Gruppe mit einer geringen Aktienvolatilität ($\sigma: -0,2$) liegt der Marktpreis im Durchschnitt etwa 40% über dem Modellpreis. Diese Tatsache wäre kein allzu grosses Problem, wenn die Stabilität der Modellergebnisse gut wäre. Die Volatilität des Prognosefehlers ist bei den beiden Proportional Dividend Models und beim Binomialmodell aber deutlich grösser als beim BLACK-SCHOLES Modell. Aus diesem Grund sind sie für die praktische Anwendung nicht zu empfehlen.

Die Modelle mit den impliziten Volatilitäten der Vorwoche setzen bei derjenigen Variablen an, die den grössten Einfluss auf den Modellpreis hat. Es ist daher klar, dass die Resultate der Modellrechnung markante Veränderungen erfahren. Die Ergebnisse für das BLACK-SCHOLES Modell (B-S-Imp), das Proportional Dividend Model (PDM-Imp) und das Binomialmodell (BIN-Imp) sind ungefähr gleich. Es fällt auf, dass die durchschnittliche Bewertung sehr genau mit dem Börsenkurs übereinstimmt. Dazu kommt auch eine Verbesserung der Stabilität der Prognosen gegenüber den Modellen mit historischen Volatilitäten. Dies trifft vor allem bei den Modellen mit Dividendenzahlungen zu.

Wie bereits im Abschnitt 5 dargestellt wird, werden die Beobachtungen, für die keine implizite Volatilität der Vorperiode ermittelt werden kann, aus der Stichprobe gestrichen. Hier zeigt sich der Unterschied zwischen dem BLACK-SCHOLES Modell und dem Proportional Dividend Model. Beim letzteren können für 42 Optionsscheine mindestens 10

Beobachtungen gefunden werden, beim BLACK-SCHOLES Modell lediglich für deren 38, da die Minimalwertbedingung ohne Dividenden häufiger verletzt wird.

7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Es wird anhand einer Stichprobe von 44 Optionsscheinen gezeigt, dass die an der Börse bezahlten Kurse der Optionsscheine häufig unter dem theoretischen Minimalwert liegen, unabhängig davon, ob Dividendenausschüttungen bei der Berechnung des Minimalwerts berücksichtigt werden oder nicht. Diese Arbitrageverletzung kann eintreten, da die institutionellen Voraussetzungen für eine Realisierung der risikolosen Gewinnmöglichkeiten in der Schweiz nicht vorhanden sind. Insbesondere fehlt die Möglichkeit, Aktien auf mehrere Jahre leer zu verkaufen. Die Resultate zeigen, dass je stärker ein Optionsschein "in the money" ist, desto grösser die Wahrscheinlichkeit wird, dass der bezahlte Preis tiefer ist als der Minimalwert. Bei Optionsscheinen, die sehr stark "in the money" sind ($S/K > 2,0$), nähert sich der Börsenkurs dem Minimalwert bei Verfall.

Unter den Modellen mit historischen Volatilitäten zeigt sich, dass das Modell von BLACK und SCHOLES für den praktischen Einsatz am brauchbarsten ist. Die Stabilität des Prognosefehlers, gemessen an dessen Standardabweichung, ist gegenüber dem Proportional Dividend Model und dem Binomialmodell deutlich besser.

Die Prognose wird besser, wenn die implizite Volatilität der Vorwoche im Modell verwendet wird. Die Resultate sind für alle drei Modelle identisch. Der durchschnittliche Prognosefehler ist praktisch gleich Null. Die Stabilität der Prognose verbessert sich gegenüber dem BLACK-SCHOLES Modell leicht, gegenüber den Modellen mit Dividendenzahlungen deutlich. Das BLACK-SCHOLES Modell mit impliziten Volatilitäten hat im Vergleich zu den Modellen inklusive Dividenden den Nachteil, dass

der Minimalwert ohne Dividendenzahlungen berechnet werden muss und deshalb häufiger verletzt wird. Dies hat zur Folge, dass für die betroffenen Beobachtungen keine implizite Volatilität ermittelt werden kann, und somit für die darauffolgende Beobachtung keine Volatilität für die Prognose zur Verfügung steht. Die Verfügbarkeit des Modells wird damit deutlich eingeschränkt.

Die Modelle mit Dividendenzahlungen sind aus diesem Grund zu bevorzugen. Dabei hat das Proportional Dividend Model den Vorteil, dass der Rechenaufwand bedeutend kleiner ist als beim Binomialmodell mit impliziten Volatilitäten. Angesichts der identischen Resultate der beiden Modelle lohnt sich dieser zusätzliche Aufwand für das Binomialmodell nicht.

Die beiden Hauptprobleme für eine gute Prognose sind die lange Restlaufzeit der Optionsscheine und ein enger Markt für den Optionsschein oder die Aktie. Optionsscheine mit einer Restlaufzeit unter zwei Jahren können mit den Modellen mit impliziten Volatilitäten sehr genau prognostiziert werden, bei längeren Restlaufzeiten werden die Ergebnisse ungenauer. Für diejenigen Optionsscheine, die immer noch eine grosse Schwankung in den Prognosefehlern aufweisen, besteht ausnahmslos nur ein enger Markt für die zugrundeliegende Aktie und den Optionsschein selber. Dadurch kommen für die Optionsscheine teilweise Kurse zustande, die den Marktwert des Papiers nicht richtig wiedergeben. Unkorrekte Kurse führen zu falschen impliziten Volatilitäten und damit zu Fehlbewertungen bei der nächsten Beobachtung.

Aufgrund der oben erwähnten Bemerkungen ist für die Prognose der Preise von Optionsscheinen das Proportional Dividend Model mit impliziten Volatilitäten zu empfehlen. Das Ergebnis der Untersuchung zeigt, dass mit dem Proportional Dividend Model bei einer guten Verfügbarkeit mit einem vertretbaren Rechenaufwand eine gute Prognose erstellt werden kann.

Anhang

Black-Scholes Modell

$$C = S * N(x) - K * e^{-rt} * N(x - \sigma \sqrt{T})$$

$$x = \frac{\ln(S/K) + (r + \sigma^2/2) T}{\sigma \sqrt{T}}$$

- C: Callpreis
 S: Aktienkurs
 K: Ausübungspreis
 σ : Volatilität der Aktienrendite
 T: Restlaufzeit der Option
 r: Risikoloser Zinssatz
 N(x): Kumulierte Wahrscheinlichkeit bei einer Normalverteilung, dass x oder weniger erreicht wird.

Merton-Modell

(Proportional Dividend Model)

Korrektur des Aktienkurses bei einer kontinuierlichen konstanten Dividendenausschüttung:

$$d = \ln(1 + D/S)$$

$$S_d = S * e^{-dT} = S * (1 + D/S)^{-T}$$

- D: Dividende in Franken
 d: Dividendenrendite
 S_d : korrigierter Aktienkurs

Der korrigierte Aktienkurs wird in die BLACK-SCHOLES Formel eingesetzt.

Binomialmodell

Für eine genaue Herleitung, siehe ZIMMERMANN (1988 b) oder COX und RUBINSTEIN (1985).

Fussnoten

- [1] ZIMMERMANN (1988 a) begründet seinen Verzicht auf diese Modellanpassung auf ähnliche Weise.
- [2] gemäss Regulation 4.1.4.1 der SOFFEX über Kapitalveränderungen.
- [3] Die risikolose Gewinnmöglichkeit wird in ZIMMERMANN (1988 b, S. 39) anhand eines Zahlenbeispiels anschaulich dargestellt.
- [4] $[(\text{Minimalwert} - \text{Börsenkurs}) / \text{Minimalwert}] * 100$.
- [5] Wenn der Minimalwert unterschritten wird, ist die implizite Volatilität negativ.

Literatur

- BLACK, F. (1975): "Fact and fantasy in the use of options", *Financial Analysts Journal*, 31, pp. 36-41, 61-72.
- BLACK, F. und SCHOLES, M. (1973): "The pricing of options and corporate liabilities", *Journal of Political Economy*, 81, pp. 637-659.
- COX, J. und RUBINSTEIN, M. (1985): "Options markets", Prentice Hall.
- GABRIEL, L. (1986): "Preisgestaltung und Beurteilung von schweizerischen Optionsanleihen als Finanzierungsinstrument", *Finanzmarkt und Portfolio Management*, I/1, pp. 51-61.
- MACBETH, J. und MERVILLE, L. (1979): "An empirical examination of the Black-Scholes call option pricing model", *Journal of Finance*, 34, pp. 1173-1186.
- MEIER, P. (1987): "Der Einfluss der Restlaufzeit bei der Bewertung von Schweizerfranken-Optionsscheinen", *Finanzmarkt und Portfolio Management*, I/3, pp. 25-36.
- MERTON, R. (1974): "On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates", *Journal of Finance*, 29, pp. 449-470.
- SOFFEX (Hrsg.) (1987): "SOFFEX Manual".
- ZIMMERMANN, H. (1988 a): "Eine Analyse des Couponabschlages bei schweizerischen Optionsanleihen", *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik*, 124, pp. 405-419.
- ZIMMERMANN, H. (1988 b): "Preisbildung und Risikoanalyse von Aktienoptionen", Rüegger.