

Die Bewertung von Wandelanleihen

Diplomarbeit
am

Institut für schweizerisches Bankwesen
der Universität Zürich

Prof. Dr. R. Volkart

Fachgebiet: Corporate Finance

Verfasser: Markus Zeder
Email: zeder_markus@hotmail.com

Abgabetermin: 31. März 2000

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1. Problemstellung.....	1
1.2. Aufbau der Arbeit.....	1
Teil I: Charakteristika von Wandelanleihen und Optionsanleihen.....	3
2. Eigenschaften von Wandelanleihen.....	3
2.1. Definition der Wandelanleihe.....	3
2.2. Wertgrenzen einer Wandelanleihe.....	3
2.3. Wandelprämie als Absicherung gegen negatives Risiko.....	5
2.4. Wandelanleihe als Anleihe oder Aktie?.....	6
2.5. Wandelanleihen mit zusätzlichen Optionen.....	7
2.6. Risikobehaftete Wandelanleihen.....	9
2.7. Wertbereiche und ihre Eigenschaften.....	10
2.8. Gründe für die Emission von Wandelanleihen.....	11
2.9. Verwässerungseffekt bei der Wandlung.....	13
2.10. Wesentliche Unterschiede der Wandelanleihe zur Optionsanleihe.....	14
Teil II: Bewertungsansätze von Wandelanleihen.....	16
3. Klassische Bewertungsansätze.....	16
3.1. Annahmen und Grundlagen zur Bewertung.....	16
3.2. Bewertungsansätze im Überblick.....	20
3.3. Bewertung einer Wandelanleihe.....	22
4. Bewertungsansatz über die Put-Call Parität.....	31
4.1. Put-Call Parität.....	31
4.2. Wandelprämie als Put-Option.....	33
4.3. Bewertung und Eigenschaften der Put-Option.....	37
Teil III: Die Wandelanleihe im Portfolio-Management.....	42
5. Das asymmetrische Verhalten der Wandelanleihe.....	42
5.1. Theoretische Betrachtung.....	42
5.2. Empirische Untersuchung.....	48
5.3. Resultate.....	55
Interviewverzeichnis.....	56
Literaturverzeichnis.....	57

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: Untere Wertgrenzen bei der Bewertung von Wandelanleihen	5
ABBILDUNG 2: Die Wandelanleihe als hybrides Instrument auf der Passivseite der Bilanz	7
ABBILDUNG 3: Wertverlauf bei Berücksichtigung zusätzlicher Rechte (Optionen).....	9
ABBILDUNG 4: Obere Wertgrenze bei risikobehafteten Wandelanleihen.....	10
ABBILDUNG 5: Wertbereiche von Wandelanleihen	11
ABBILDUNG 6: Bilanzielle Unterschiede bei Ausübung der Wandelanleihe bzw. Optionsanleihe	15
ABBILDUNG 7: Übersicht über die Bewertungsmodelle und deren Annahmen	19
ABBILDUNG 8: Binomialbaum bei konstanten Zinssätzen.....	25
ABBILDUNG 9: Spot rates und forward rates am 1. März 2000 (Schweiz).....	26
ABBILDUNG 10: Binomialbaum bei Berücksichtigung der Zinsstruktur.....	27
ABBILDUNG 11: Binomialbaum bei Berücksichtigung zusätzlicher Rechte (Optionen)	28
ABBILDUNG 12: Binomialbaum inklusive zusätzlicher Rechte, Dividenden und Couponzahlungen.....	30
ABBILDUNG 13: Wandelanleihe als Put-Option plus conversion value.....	35
ABBILDUNG 14: Put-Call Parität bei Wandelanleihen mit konstanten Zinssätzen.....	36
ABBILDUNG 15: Wertverlauf einer Call- bzw. Put-Option mit abnehmender Laufzeit.....	40
ABBILDUNG 16: Auszahlungsprofil der Wandelanleihe und ihrer Bestandteile.....	43
ABBILDUNG 17: Wertveränderung der Wandelanleihe gegenüber einer Veränderung des Basistitels.....	44
ABBILDUNG 18: Delta einer Wandelanleihe als Approximation der Wertveränderung	45
ABBILDUNG 19: Aktienkurs und Preis der Wandelanleihe Ascom 98/03.....	49
ABBILDUNG 20: Renditekurven von Aktie und Wandelanleihe Ascom 98/03	50
ABBILDUNG 21: Aktienkurs und Preis der Wandelanleihe Mikron 97/02.....	51
ABBILDUNG 22: Renditekurven von Aktie und Wandelanleihe Mikron 97/02.....	52
ABBILDUNG 23: Aktienkurs und Preis der Wandelanleihe ESEC 96/01	53
ABBILDUNG 24: Renditekurven von Aktie und Wandelanleihe ESEC 96/01.....	54

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: Auszahlungen der Put-Call Parität heute und bei Verfall	32
TABELLE 2: Auszahlungen der Put-Call Parität bei frühzeitiger Ausübung der Call-Option.....	40
TABELLE 3: Renditevergleich zwischen Wandelanleihe und Basistitel.....	44
TABELLE 4: Einfluss von Delta und Gamma auf die Konvexität einer Wandelanleihe.....	47

1. Einleitung

1.1. Problemstellung

Eine Wandelanleihe besteht aus einer gewöhnlichen Anleihe ohne Wandelrecht und einem Wandelrecht, welches dem Gläubiger das Recht gibt, die Wandelanleihe in einem bestimmten Zeitraum in eine bestimmte Anzahl Aktien der emittierenden Gesellschaft zu wandeln. Diese beiden Teile sind nun untrennbar miteinander verbunden und müssen deshalb als Portfolio in die Bewertung einfließen. Dies entspricht der klassischen Interpretation dieses Instruments. Die Wandelanleihe kann auch über die Put-Call Parität in ein Portfolio aus Put-Option mit den gleichen Parametern wie die Call-Option plus einer Aktie überführt und gesehen werden. Diese Interpretation der Wandelanleihe eröffnet neue Einsichten in die Eigenschaften dieses doch eher komplexen Instruments. Es erscheint nun einleuchtend, dass die Wandelanleihe einem Engagement in dem Basistitel – der Aktie – plus einer Absicherung gegen unten, die durch die Put-Option sichergestellt wird, entspricht. In einer theoretischen Modellwelt, unter Annahme perfekter und effizienter Kapitalmärkte mag diese Ansicht uneingeschränkt gelten. Doch in der Realität müssen gewisse Annahmen entweder gelockert oder sogar ganz aufgegeben werden. Diese Veränderungen haben zur Folge, dass die Komplexität und der Rechenaufwand immens ansteigen können und Paritäten nicht mehr uneingeschränkt, sondern nur noch approximative Gültigkeit haben.

1.2. Aufbau der Arbeit

Die Arbeit ist in drei Teile gegliedert. In einem *ersten Teil* werden die Eigenschaften und Charakteristika einer Wandelanleihe aufgezeigt. Die Wertgrenzen, in denen sich die Preise bewegen müssen, werden sowohl formal wie auch grafisch dokumentiert. Den Ausführungen über die einfachste Form der Wandelanleihe ohne zusätzliche Rechte folgen komplexere Ansichten, in denen die einzelnen, zusätzlichen Einflüsse Schritt für Schritt eingebaut werden. Es finden sich ferner Überlegungen und Ausführungen zu den Gründen für die Emission von Wandelanleihen aus Sicht des Emittenten sowie aus Sicht der Gläubiger. Der Schluss dieses Teils zeigt und erklärt die Unterschiede zu einem ähnlichen Instrument – der Optionsanleihe.

Der *zweite Teil* bildet den Hauptteil dieser Arbeit. Er widmet sich der Frage der Bewertung eines solchen komplexen und vor allem hybriden Instruments. Zuerst werden verschiedene Modelle der klassischen Bewertung gezeigt, welche die Wandelanleihe als Portfolio aus Anleihe plus

Wandelrecht sehen, und dann in einer Übersicht zusammengefasst. Ein ausführliches Beispiel mit ergänzenden Abbildungen soll das Verständnis der mathematisch komplexen Vorgänge erleichtern. In einem nächsten Schritt wird die Wandelanleihe in der Frage der Bewertung unter dem neuen Gesichtspunkt über die Put-Call Parität als Portfolio aus Put-Option plus Aktie betrachtet. Eigenschaften und Bewertung dieses Put-Elements werden analysiert und aufgezeigt.

Im *dritten Teil* sollen die Eigenschaften der Wandelanleihe anhand einer empirischen Arbeit mit Beispielen aus der Praxis dokumentiert werden. Es wird gezeigt, wie die Wandelanleihe bei steigenden Aktienkursen eine der Aktienposition ähnlich Rendite erwirtschaftet, währenddem sie bei sinkenden Kursen markant weniger Verluste hinzunehmen hat, als dies bei einem reinen Engagement in Aktien der Fall wäre. Ein Investor, der nach einer markanten Steigerung des Aktienkurses, einen Kursrückgang befürchtet sollte die Aktien veräußern und eine Wandelanleihe mit tiefer Prämie erwerben. Durch diese Switch-Strategie partizipiert er weiterhin an steigenden Kursen, bei gleichzeitiger Absicherung gegen den befürchteten Kursrückgang. Zusätzlich ist diese Strategie für den Investor günstiger, als wenn er seine Aktienposition durch eine herkömmliche Put-Option absichert. Anhand dieser Beispiele sollen zusätzlich die verschiedenen Wertbereiche, die eine Wandelanleihe durchlaufen kann, und ihre Eigenschaften grafisch dokumentiert werden.

Teil I: Charakteristika von Wandelanleihen und Optionsanleihen

2. Eigenschaften von Wandelanleihen

2.1. Definition der Wandelanleihe

Die Wandelanleihe (convertible bond) ist eine Anleihe (bond), die mit einem Wandelrecht (convertible) versehen ist, das den Gläubiger berechtigt die Anleihe in einem voraus bestimmten Zeitraum (conversion period) in eine voraus bestimmte Anzahl von Aktien (conversion ratio) zu wandeln.

D.h. der Gläubiger hat das Recht – aber nicht die Pflicht – seine Wandelanleihe jederzeit während der voraus bestimmten Periode in Aktien der emittierenden Gesellschaft zu wandeln oder am Ende der gesamten Laufzeit den Nominalwert der Wandelanleihe zurück zu fordern. Dieses Wandelrecht ist mit der Wandelanleihe eng verbunden und kann nicht von dieser abgetrennt und separat gehandelt werden, wie dies im Falle der Optionsanleihe üblich ist. D.h. die Wandelanleihe wird als «Paket» aus gewöhnlicher Anleihe und Wandelrecht am Markt gehandelt und notiert.

Wird das Wandelrecht während oder am Ende der Wandlungsperiode ausgeübt, wird also die Anleihe gegen die Anzahl Aktien getauscht, so geht die Anleihe unter. Bei der Ausübung wird der Ausübungspreis durch Übergabe der Anleihe ohne Wandelrecht an die Gesellschaft beglichen. Im Gegensatz dazu fließt bei der Optionsanleihe neues Geld in den Markt – der Ausübungspreis wird bar bezahlt – die Anleihe bleibt bestehen und geht nicht unter. Im Falle der Wandelanleihe verfallen somit die Ansprüche des Gläubigers auf zukünftige Couponzahlungen vom Zeitpunkt der Wandlung an, was bei der Optionsanleihe nicht der Fall ist, da sich diese nach der Wandlung immer noch im Besitze des Gläubigers befindet. Der Gläubiger erhält jedoch in beiden Fällen die Dividende auf der erhaltenen Anzahl Aktien.

2.2. Wertgrenzen einer Wandelanleihe

Die Wandelanleihe ist einem Portfolio äquivalent, das sich aus einer gewöhnlichen Anleihe ohne Wandelrecht und dem Wandelrecht als Call-Option auf die Aktien des Emittenten zusammensetzt. Dieser Sachverhalt kann formal einfach durch folgende Beziehung ausgedrückt werden:

$$CB = B + C$$

wobei

- CB = Preis der Wandelanleihe
- B = Preis der Anleihe ohne das Wandelrecht
- C = Preis des Wandelrechts

Die Herleitung der Werte der einzelnen Elemente, insbesondere des Werts des Wandelrechts, wird im Kapitel 3.1 und Kapitel 3.3 gezeigt. Ferner werden die Annahmen für die Bewertung und deren Auswirkung auf die Modelle in Kapitel 3.1 behandelt.

Durch die Möglichkeit der jederzeitigen Wandlung in der Wandlungsperiode und der Möglichkeit am Ende der Laufzeit die Auszahlung des Nominalwerts zu verlangen, ergeben sich folgende Grenzen, über denen sich der Wert der Wandelanleihe befinden muss (vgl. Abb. 1).¹ D.h. die Wandelanleihe muss mindestens so viel wert sein:

- wie deren «**conversion value**»: der Wert, welchen man im Falle der Wandlung erhalten würde – abgesehen davon, ob die Wandlung optimal ist oder nicht.

$$\text{conversion value} = \text{Marktpreis der Aktie} \cdot \text{conversion ratio}^2$$

- wie deren «**straight value**»: der Wert der gewöhnlichen Anleihe ohne das Wandelrecht, denn diese Anleihe muss bei nicht erfolgter Wandlung auf jeden Fall zurückgezahlt werden.

Fällt der Preis der Wandelanleihe unter diese Grenzen ist (theoretisch³) risikolose Arbitrage möglich. Fällt der Wert der Wandelanleihe z.B. unter deren conversion value kann ein Arbitrageur die Wandelanleihe kaufen und sie sofort umwandeln, was zu einem (risikolosen) positiven Gewinn führt, in der Differenz des bezahlten Kaufpreises für die Wandelanleihe und dem Preis, der für die erhaltenen Aktien am Markt erzielt werden kann. Die so gestiegene Nachfrage nach Wandelanleihen wird aber deren Preis soweit nach oben drücken, bis die erste Bedingung wieder erfüllt ist.

¹ Vgl. Wilmott (1998), S. 463 oder Fabozzi (1996), S. 375.

² Wobei die conversion ratio die Anzahl Aktien definiert, welche man bei einer Wandlung pro Wandelanleihe erhält. Kann z.B. die Wandelanleihe in 2 Aktien getauscht werden, entspricht dies einer conversion ratio von 2.0.

³ Unter Annahmen perfekter und effizienter Kapitalmärkte wird sich eine Arbitrage-Möglichkeit ergeben. In der Realität – wo Transaktionskosten, Steuern und Marktineffizienzen eine gewichtige Rolle spielen – ist Arbitrage erst bei starken Abweichungen interessant.

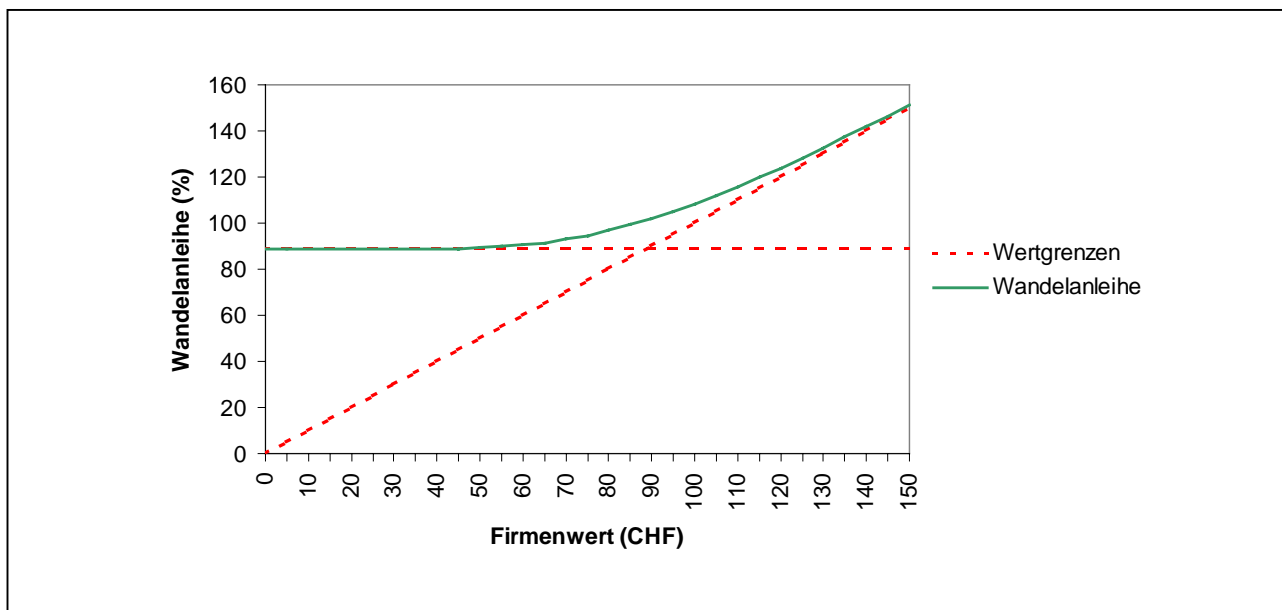


ABBILDUNG 1: Untere Wertgrenzen bei der Bewertung von Wandelanleihen⁴

2.3. Wandelprämie als Absicherung gegen negatives Risiko

Der Käufer einer Wandelanleihe könnte die Aktien auch – meistens günstiger – direkt am Markt beziehen ohne vorher die Wandelanleihe kaufen zu müssen. Der Preis, welcher beim Kauf über die Wandelanleihe effektiv für die Aktie bezahlt wird, ist der conversion price:⁵

$$\text{conversion price} = \frac{\text{Marktpreis Wandelanleihe}}{\text{conversion ratio}}$$

Bei einem direkten Kauf der Aktie würde er allerdings das Recht auf Absicherung gegen eine negative Kursentwicklung bei gleichzeitiger Partizipation an der positiven Kursentwicklung verlieren. Dieses Recht hat einen asymmetrischen Verlauf – Absicherung gegen negative Entwicklung bei gleichzeitiger Partizipation an der positiven Entwicklung – wie dies bei Optionen zu beobachten ist. Dieses Recht hat einen Wert, der beim Kauf der Wandelanleihe als Wandelprämie (conversion premium) bezahlt werden muss (vgl. Kapitel 4.2):

$$\text{conversion premium} = \text{conversion price} - \text{Marktpreis Aktie}$$

⁴ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Wilmott (1998), S. 466.

⁵ Die folgenden Definitionen entstammen Fabozzi (1996), S. 376-378 bzw. Wilmott (1998), S. 464.

Ferner erhält der Gläubiger der Wandelanleihe Couponzahlungen, muss jedoch auf die Dividenden verzichten, die ihm im Falle des direkten Aktienkaufs zuteil würden. Der Nutzen aus dem Halten der Wandelanleihe berechnet sich als «favorable income differential»:

$$\text{favorable income differential} = \frac{\text{Coupon} - (\text{conversion ratio} \cdot \text{Dividende})}{\text{conversion ratio}}$$

Mit Hilfe einer einfachen Payback-Kalkulation (ohne Berücksichtigung des Zeitwerts des Geldes), kann nun die Zeitdauer bestimmt werden, die man benötigt, um die Wandelprämie durch das favorable income differential wieder einzubringen:

$$\text{premium payback period} = \frac{\text{conversion price} - \text{Marktpreis Wandelanleihe}}{\text{favorable income differential}}$$

2.4. Wandelanleihe als Anleihe oder Aktie?

Die Wandelanleihe verhält sich manchmal wie eine gewöhnliche Anleihe, dann wiederum wie eine Aktie. Wie kann dieses duale Verhalten erklärt werden?

Einerseits verhält sich die Wandelanleihe wie eine gewöhnliche Anleihe, wenn der Aktienkurs sehr tief und die Wahrscheinlichkeit einer Umwandlung in Aktien sehr klein ist. Daraus folgt, dass der Preis des Wandelrechts (Call-Option) praktisch Null beträgt und die Wandelanleihe einer gewöhnlichen Anleihe äquivalent ist.⁶ D.h.

$$\text{Wenn } S \rightarrow 0 \text{ dann } CB = B \text{ (weil } C \rightarrow 0)$$

Wenn sich nun der Aktienkurs sehr positiv entwickelt und eine Umwandlung sehr wahrscheinlich wird, verhält sich deren Preis wie der Aktienkurs der zugrundeliegenden Gesellschaft:

$$\text{Wenn } S \rightarrow \infty \text{ dann } CB = n \cdot S$$

Wobei

- S = aktueller Marktpreis der Aktie
- n = conversion ratio

⁶ Vgl. zu den weiteren Ausführungen Wilmott (1998), S. 465.

Diese duale Eigenschaft lässt den Wertverlauf der Wandelanleihe als asymmetrisches Profil erscheinen, das demjenigen einer Call-Option sehr ähnlich sieht und die Verwendung der Optionstheorie zur Bewertung – wie in Kapitel 3.1 ersichtlich – notwendig macht.

Aus Sicht des Rechnungswesens stellt sich die Problematik der Bilanzierung. Wie soll nun der hybride Charakter der Wandelanleihe in den Passiven erscheinen? Denn einerseits verhält sich die Wandelanleihe wie eine gewöhnliche Anleihe und ist dem Fremdkapital zuzuschreiben, andererseits gleicht sie eher einer Aktie und müsste demzufolge beim Eigenkapital erscheinen. Die Wandelanleihe befindet sich also in der «Grauzone» zwischen Fremdkapital und Eigenkapital, wie dies aus Abb. 2 ersichtlich wird. Der Anteil der gewöhnlichen Anleihe wird nun nach neuesten Prinzipien der Rechnungslegung im Fremdkapital, der Optionsteil im Eigenkapital verbucht. Doch das «Paket» Wandelanleihe bleibt ein hybrides Instrument.⁷

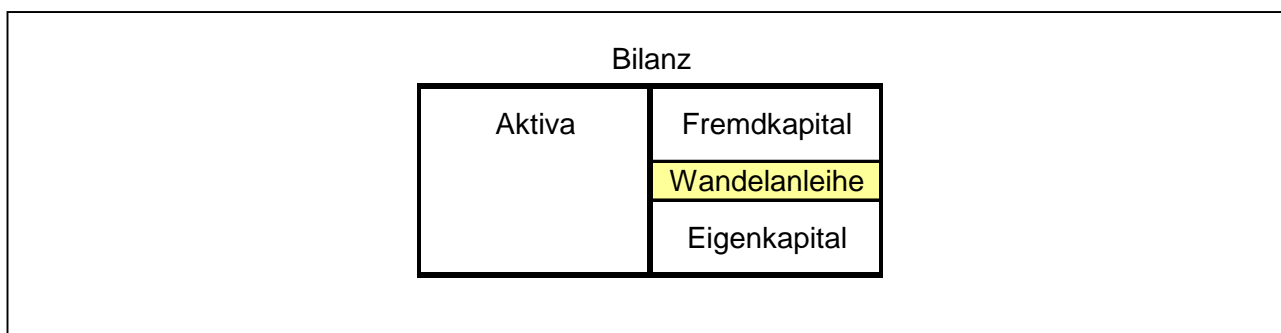


ABBILDUNG 2: Die Wandelanleihe als hybrides Instrument auf der Passivseite der Bilanz⁸

2.5. Wandelanleihen mit zusätzlichen Optionen

Bis jetzt wurde nur die einfachste Form der Wandelanleihe behandelt, nämlich diejenige mit Wandelrecht seitens des Gläubigers, aber ohne zusätzliche Rechte auf Seiten des Emittenten und/oder des Gläubigers.

In der Praxis bedingen sich die Emittenten oft das Recht aus, die Anleihe in einem voraus bestimmten Zeitraum zu einem im voraus bestimmten Preis (Call-Preis) zurückrufen zu können. Dies ist z. B. der Fall, wenn die Zinsen am Markt für gleichwertige Anleihen stark sinken oder der Aktienkurs stark ansteigt, was zu einer Erhöhung des Preises der Wandelanleihe führt. Bei einem solchen Rückruf wird der Gläubiger vor die Wahl gestellt, entweder die Wandelanleihe jetzt zu wandeln oder aber die Bezahlung des Call-Preises zu verlangen. Durch diesen Rückruf erlischt auch

⁷ Vgl. Volkart (2000), S. 26-28.

⁸ Quelle: Eigene Darstellung.

die Restlaufzeit des Wandelrechts sowie die Ansprüche auf zukünftige Couponzahlungen. Ferner kann ein Rückruf erst nach einer längeren Laufzeit von 1-2 Jahren erfolgen (Call-Protection), um die sofortige Kündigung nach der Emission zu vermeiden.

Die optimale Strategie des Gläubigers ist natürlich diejenige Variante (Wandlung oder Call-Preis) zu wählen, die ihm den höheren Nutzen bringt. Die Strategie des Emittenten ist – zumindest theoretisch – klar definiert. Der Rückruf muss erfolgen, sobald der Marktpreis der Wandelanleihe den Call-Preis übersteigt.⁹ In der Praxis jedoch spielen besonders Transaktionskosten und Signaleffekte hinsichtlich der Akteure am Markt eine entscheidende Rolle. Wurde die Anleihe gekündigt, um sie zu günstigeren Konditionen wieder am Markt aufzulegen, entstehen oft massive Kosten in Form von Abgaben an den Fiskus (Emissionsabgabe) sowie Kommissionen an die bei der Emission behilflichen Investment Banken. Weiter kann der Rückruf zu einem Rückgang des Aktienkurses unter den Call-Preis führen, wodurch ein zu hoher Preis bezahlt und der Wert der Gesellschaft gemindert wird. Aus diesen Gründen werden sich die Emittenten davor hüten die Anleihe zu kündigen, bevor sie nicht 20-30% über dem Call-Preis liegt.¹⁰

Den Gläubigern kann spiegelbildlich auch das Recht eingeräumt werden, die Anleihe frühzeitig an den Emittenten zurückgeben zu können und den Put-Preis zu verlangen. Dieses Recht auf Seiten des Gläubigers ist jedoch in der Praxis eher selten zu beobachten.

Bei der Bewertung der Wandelanleihe müssen diese zusätzlichen Call- und Put-Elemente in der Portfoliobetrachtung berücksichtigt werden. Das Call-Recht des Emittenten wurde vom Gläubiger an den Emittenten verkauft und erscheint deshalb als short position. Das Recht der Put-Option hält der Gläubiger (long position) und muss deshalb dafür bezahlen, was sich in einer Erhöhung des Werts der Wandelanleihe niederschlägt. Daraus folgt für die Bewertung der Wandelanleihe:

$$CB = B + C - C_E + P_G$$

wobei

- C_E = Call-Option des Emittenten
- P_G = Put-Option des Gläubigers

⁹ Vgl. hierzu Brennan/Schwartz (1977a) und Ingersoll (1977a).

¹⁰ Theoretische Überlegungen zur optimalen «Call-Policy» finden sich in Ingersoll (1977b); empirische Untersuchungen werden in Asquith/Mullins (1991) und Asquith (1995) präsentiert.

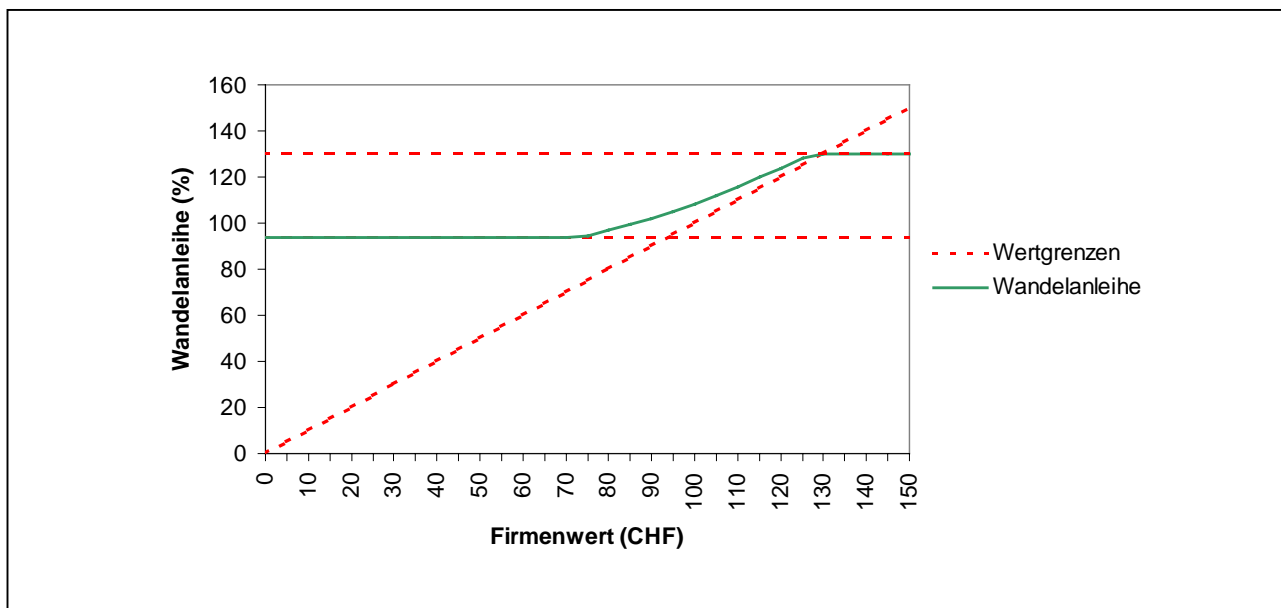


ABBILDUNG 3: Wertverlauf bei Berücksichtigung zusätzlicher Rechte (Optionen)¹¹

Diese zusätzlichen Rechte (in Form von Optionen) lassen die Komplexität und den Aufwand bei der Berechnung der Wandelanleihe stark ansteigen. Denn sie müssen nun als Grenzen in der Differentialgleichung zur Lösung solcher Probleme berücksichtigt werden (Vgl. Kapitel 3.3), welche gegen oben (Call-Option des Emittenten) und gegen unten (Put-Option des Gläubigers) den Wertbereich der Wandelanleihe zusätzlich einschränken (vgl. Abb. 3).

2.6. Risikobehaftete Wandelanleihen

Bisher wurde angenommen, dass der Emittent der Wandelanleihe völlig risikolos sei und deshalb bei der Bewertung der risikolose Zinssatz angewandt werden kann. Diese theoretische Annahme deckt sich aber nur in den seltensten Fällen mit der Realität auf dem Kapitalmarkt, denn häufig sind es grosse Gesellschaften, welche Wandelanleihen emittieren. Diese Wandelanleihen beinhalten – selbst bei einem AAA-Rating (z.B. nach Standard&Poors) – ein kleines Risiko, dass die Gesellschaft zahlungsunfähig wird.

Dieser Risikoaspekt schlägt sich nun in der Bewertung als obere Grenze nieder, welche den Wert der Wandelanleihe nach oben begrenzt. Denn die Wandelanleihe gehört in einem solchen Fall zum Fremdkapital und erhält im Konkursfall – anteilig zum übrigen Fremdkapital – den Wert der Gesellschaft der übrigbleibt. Die Wandelanleihe kann also bei einem Firmenwert, der kleiner als der

¹¹ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Wilmott (1998), S. 467-468.

nominal value der Wandelanleihe ist, und keinem sonstigen, ausstehenden Fremdkapital höchstens den verbleibenden Firmenwert annehmen (vgl. Abb. 4).¹²

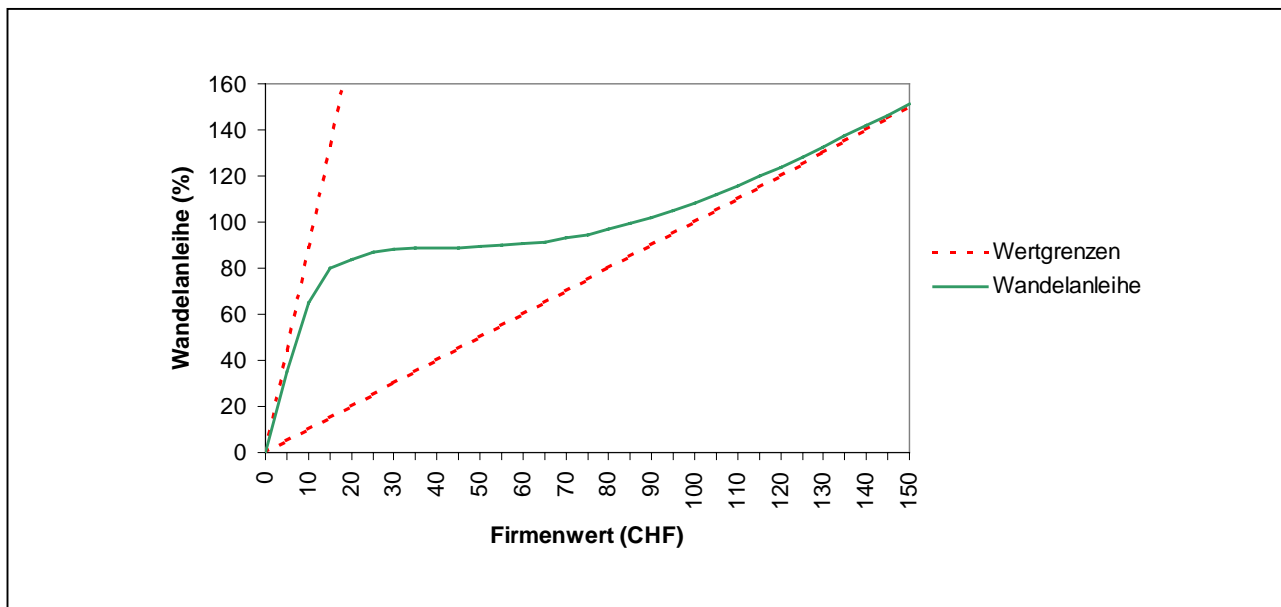


ABBILDUNG 4: Obere Wertgrenze bei risikobehafteten Wandelanleihen¹³

2.7. Wertbereiche und ihre Eigenschaften

Die Wandelanleihe kann verschiedene Bereiche mit unterschiedlichen Eigenschaften durchlaufen. Je nach Bereich (im englischen Sprachraum verwendet man «area») dominieren einzelne, zugrundeliegenden Variablen und verändern den Charakter dieser Anleiheform. Nachfolgend sollen die einzelnen Bereiche erläutert und grafisch dargestellt werden (Abb. 5).

JUNK BOND AREA: Befindet sich die Unternehmung in Konkurs, d.h. der Gesamtwert der Unternehmung vermag nicht mehr das Fremdkapital zu decken, erhält der Gläubiger nur noch einen Teil des ausgeliehenen Kapitals zurück. Die Wandelanleihe besitzt nun die Charakteristika einer hoch-riskanten Anleihe (high-yield bond).

BOND AREA: Der Wert der Gesellschaft und somit der Aktienkurs liegen genug tief um eine Wandlung unattraktiv erscheinen zu lassen. Daraus folgt, dass die Wandelanleihe die Charakteristika einer gewöhnlichen Anleihe ohne Wandlungsrecht hat.

HYBRID AREA: Dies ist der interessanteste Bereich, da sich hier das duale Verhalten (Vgl. Kapitel 2.4) widerspiegelt. Die Wandelanleihe ist eine Mischform (hybrides Instrument) zwischen

¹² Veränderungen der Eingangsvariablen auf den Verlauf der Preisfunktion der Wandelanleihe zeigen Brennen/Schwartz (1977a), S. 1712–1714 detailliert auf.

Anleihe und Aktie. Die Absicherung gegen unten bei gleichzeitiger Partizipation an steigenden Aktienkursen prägen diesen Bereich.

EQUITY AREA: Der Aktienkurs ist stark gestiegen und lässt die Wahrscheinlichkeit einer zukünftigen Wandlung als sicher erscheinen. Die Wandelanleihe verhält sich somit wie die zugrundeliegende, gewöhnliche Aktie.

CALL AREA: Der conversion price übersteigt den Call-Preis. In dieser Situation wird die Gesellschaft die Wandelanleihe zurückrufen und so deren Wert nach oben begrenzen. Der Gläubiger hat natürlich immer noch das Recht auf die Wandlung zu verzichten und den Nominalwert der Anleihe zurück zu verlangen. Dies wird er aber – bei rationalem Verhalten – nicht tun und die Wandelanleihe wird zur Aktie.

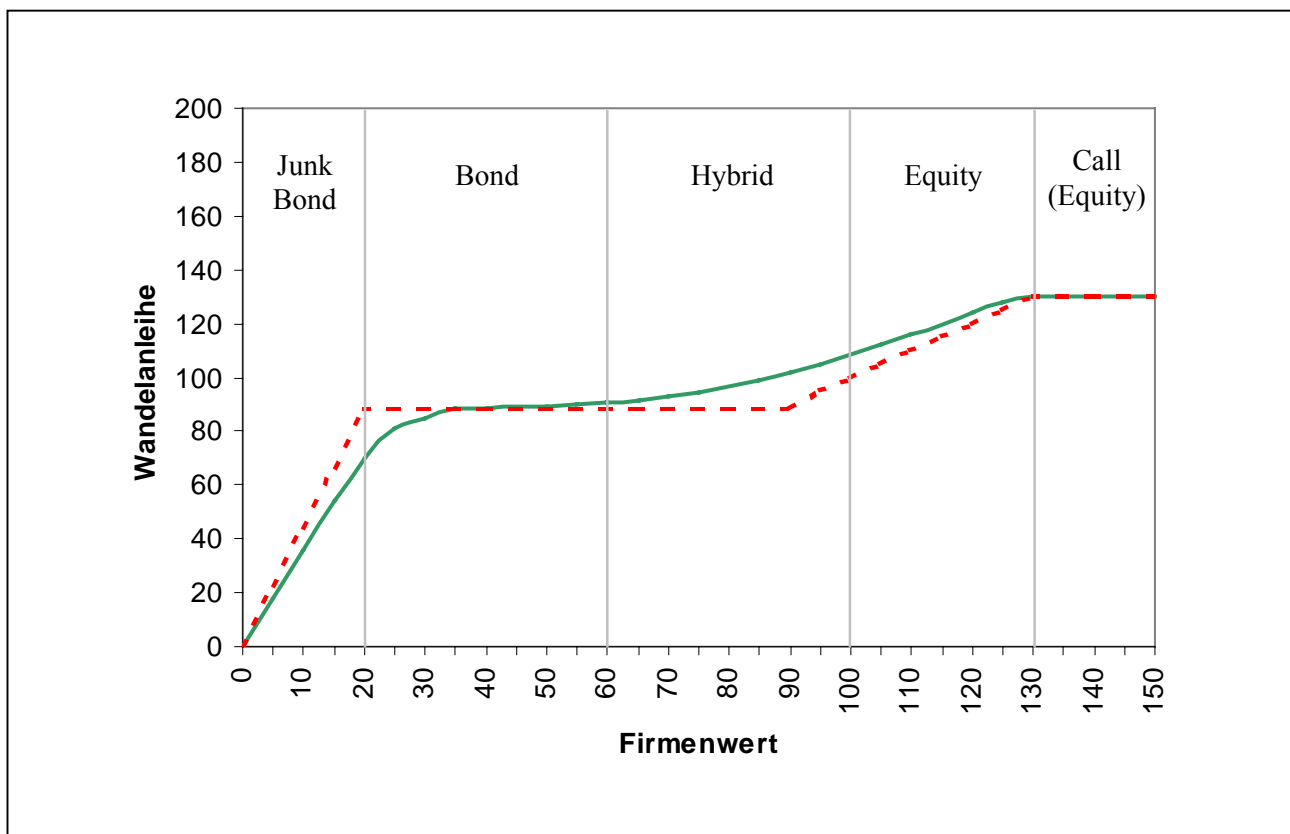


ABBILDUNG 5: Wertbereiche von Wandelanleihen¹⁴

2.8. Gründe für die Emission von Wandelanleihen

¹³ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Brennan/Schwartz (1977a), S. 1710.

¹⁴ Quelle: Eigene Darstellung aus der Abbildung in EXANE (1999), S. 15.

In perfekten und kompletten Kapitalmärkten gibt es eigentlich keine Gründe Wandelanleihen herauszugeben, da dieses Instrument ohne Probleme am Kapitalmarkt repliziert werden kann.¹⁵ Die Wandelanleihe kann somit keinen zusätzlichen Nutzen generieren. In der Praxis¹⁶ müssen wir uns jedoch gewisser Einschränkungen in diesen Annahmen bewusst sein, die sich etwa in Transaktionskosten, Steuern sowie imperfekten Kapitalmärkten niederschlagen und eine Replikation der Wandelanleihe erschweren – wenn nicht gar verunmöglichen – können. Nachfolgend werden einige Gründe genannt, welche die Existenz von Wandelanleihen zu begründen versuchen.¹⁷

Will ein Unternehmen zusätzliches Eigenkapital aufnehmen, kann es dies direkt über den Aktienmarkt tun. Bei Ankündigung des Vorhabens wird sich aber der Aktienkurs negativ entwickeln und so nicht die erforderliche Summe an neuem Kapital herbeiführen. Denn gemäss der Agency-Theory¹⁸ besteht ein Informationsgefälle zwischen Management und Aktionär. Jede Handlung des Management wird deshalb als neue Information (Signale) angesehen, die es zu interpretieren gilt. Durch diese Aufnahme von Eigenkapital gehen nun Informationen vom Management auf die Aktionäre über, welche die Aktionäre als negative Signale interpretieren. Denn die Erwartungen der Marktteilnehmer ist die, dass das Management nur dann Eigenkapital herausgibt, wenn es denkt, dass der Aktienkurs überhöht ist. Bei der Emission von Wandelanleihen kann sich der Aktienkurs auch negativ entwickeln, da die Marktteilnehmer eine indirekte Eigenkapitalaufnahme in der Zukunft erkennen.¹⁹ Doch dieser Kursrückgang wird weniger stark ausfallen, da die zukünftige Eigenkapitalaufnahme unsicher ist.

Ferner ist der zu zahlende Coupon auf der Wandelanleihe tiefer als bei einer Emission als gewöhnliche Anleihe. Denn das Wandelrecht entschädigt den Gläubiger für den kleineren Coupon. Dies ist gerade für stark wachsende Unternehmen interessant, da sich deren Investitionen erst in Zukunft auszahlen und somit im heutigen Zeitpunkt wenig Geld für die Bezahlung von Fremdkapitalzinsen zur Verfügung stehen. Verlaufen die Projekte erfolgreich, kann der Gläubiger dank steigenden Aktienkursen so am positiven Verlauf teilhaben.

Weiter können Agency-Kosten durch die Emission von Wandelanleihen gesenkt werden.²⁰ Diese Kosten entstehen durch ein Fehlverhalten des Management, das die Position der Fremdkapitalgeber schwächt, indem die Rückzahlung ihrer Darlehen gefährdet wird. Durch eine

¹⁵ Vgl. Galai/Schneller (1978).

¹⁶ Eine interessante Diskussion mit Personen aus der heutigen Praxis findet sich in: EUROMONEY (1999). Ferner finden sich interessante Hinweise in Volkart (2000), S.107-109.

¹⁷ Eine empirische Untersuchung zu den Gründen für die Emission von Wandelanleihen wurde von Billingsley/Smith (1996) durchgeführt.

¹⁸ Weitere Ausführungen zur Agency-Theory finden sich im klassischen Artikel von Jensen/Meckling (1976).

¹⁹ Vgl. Stein (1992).

Wandelanleihe haben die Gläubiger aber die Möglichkeit zu wandeln, also Stimmrecht an der Gesellschaft zu erhalten und auf das Verhalten des Management Einfluss zu nehmen.

Die Wandelanleihe kann aber auch als «debt sweetener» eingesetzt werden, um eine Anleihe besser plazieren zu können. Denn bei schlechter Marktstimmung kann es für Gesellschaften mit schlechter Bonität schwierig oder sehr teuer werden (hoher Coupon) eine Anleihe zu begeben.

Aus Sicht der Gläubiger stellt die Wandelanleihe ein geeignetes Instrument dar, um in unsicheren Zeiten vom Aufwärtspotential der Aktien profitieren zu können bei gleichzeitiger Absicherung gegen Kursrückgänge.²¹ Die Performance der Wandelanleihe bei positiver Entwicklung des Aktienkurses hinkt nur wenig hinter derjenigen der Aktie nach, was eine fast vollständige Partizipation an der positiven Entwicklung erlaubt. Steigt z.B. die Aktie um 20%, dann liegt die Wandelanleihe mit einem Anstieg von 16% nicht viel zurück²². Zusätzlich wird bei einer negativen Entwicklung spürbar weniger Verlust hinzunehmen sein. In unserem Beispiel hatte die Aktie rund 80% an Wert eingebüsst, währenddem die Wandelanleihe mit einem Verlust von 40% relativ glimpflich davongekommen ist.

2.9. Verwässerungseffekt bei der Wandlung

Das Wandlungsrecht der Wandelanleihe entspricht einem Warrant, d.h. einer Call-Option, welche von der Gesellschaft selber auf die eigenen Aktien ausgegeben wurde. Dies bedeutet nun, dass bei einer Wandlung neue Aktien emittiert werden müssen, um die Wandlung vollziehen zu können. Im Gegensatz dazu werden die meisten klassischen Optionen von Finanzinstituten emittiert, die dann Aktien aus dem Markt zur Wandlung bereitstellen. Bei einer solchen Neuemission kann ein Verwässerungseffekt (dilution) entstehen, der sich auf die Bewertung auswirken kann. Der selbe Unternehmenswert muss jetzt auf $(n + N)$ Aktien aufgeteilt werden, wodurch die Aktien der alten Aktionäre zugunsten der neuen an Wert verlieren. Der Verwässerungseffekt wird formal wie folgt erfasst:²³

$$\frac{N}{n + N}$$

wobei

- N = Anzahl Aktien vor der Wandlung («alte» Aktien)
- n = Anzahl neue Aktien

²⁰ Vgl. den Artikel von Lewis/Rogalski (1999).

²¹ Vgl. hierzu Boyd (1999) oder Bodmer (1999).

²² Dies soll ein einfaches Beispiel darstellen. Die Performance der Wandelanleihe hängt natürlich von vielen Faktoren ab, die das Renditeverhalten stark beeinflussen können. An dieser Stelle sei auf Kapitel 4.1 verwiesen.

²³ Vgl. Wilmott (1998), S. 473.

Dies hat nun Auswirkungen auf die untere Wertgrenze der Wandelanleihe und somit auf die Bewertung derselben. Die untere Wertgrenze definiert sich neu als

$$CB \geq \frac{N}{n+N} \cdot nS$$

2.10. Wesentliche Unterschiede der Wandelanleihe zur Optionsanleihe

Die Optionsanleihe ist der Wandelanleihe in vielen Charakteristika sehr ähnlich. Beide Anleiheformen beinhalten eine gewöhnliche Anleihe plus einem Wandelrecht auf die Aktien der zugrundeliegenden Gesellschaft.²⁴ Sie stellen also beide ein Portfolio aus gewöhnlicher Anleihe plus Call-Option (Wandlungsrecht) dar. Es gibt aber auch nennenswerte Unterschiede die nachfolgend aufgezeigt werden sollen.²⁵

Bei der Wandelanleihe ist das Wandlungsrecht (Warrant) eng mit der Anleihe verbunden, d.h. die Anleihe und die Call-Option müssen als Einheit bewertet werden. Der Kapitalmarkt handelt die Anleihe nur als Einheit und man kennt die Werte der einzelnen Teile nicht. Hingegen ist bei der Optionsanleihe das Wandelrecht von der Anleihe abtrennbar und einzeln handelbar. Am Markt erfolgen so zwei Notierungen: Eine für die gewöhnliche Anleihe ohne Wandelrecht und eine zweite für das (separate) Wandelrecht.

Weiter fließt im Zeitpunkt der Ausübung des Wandelrechts (bei der Wandelanleihe) kein neues Geld in den Markt, d.h. der Ausübungspreis wird mit Übergabe der Anleihe bezahlt. Dieser Ausübungspreis kann nun aber variieren, je nachdem wie sich der Marktzins und somit der Wert der Anleihe über die Zeit verändern. Dies hat nun gravierende Auswirkungen auf die Bewertung dieses Instruments. Die Wandelanleihe darf nicht mehr als Summe aus Anleihe und gewöhnlicher Call-Option bewertet werden, sondern es muss die ganze Einheit, als Portfolio, in die Berechnungen einfließen. Die Optionsanleihe umgeht dieses Problem, indem der Optionsteil von der Anleihe abgekoppelt werden kann. Bei Ausübung dieser Option bleibt die Anleihe bestehen und der Ausübungspreis wird bar bezahlt. Somit ist bei dieser Anlageform – wie bei einer gewöhnlichen Call-Option – der Ausübungspreis fix über die gesamte Laufzeit.

Bei Ausübung der Wandelanleihe geht diese unter und dadurch auch der Anspruch auf zukünftige Couponzahlungen. Wie im vorherigen Abschnitt erwähnt, bleibt – bei Ausübung der

²⁴ Kann die Anleihe der Gesellschaft X gegen die Aktien der Gesellschaft Y getauscht werden, so spricht man von einem «exchangeable bond» (austauschbare Anleihe).

²⁵ Vgl. Brealey/Myers (2000), S. 657.

Call-Option im Falle der Optionsanleihe – die Anleihe bestehen und somit erlischt der Anspruch auf die zukünftigen Couponzahlungen nicht.

Aus steuerlicher und buchhalterischer Sicht können weitere Unterschiede entstehen. Da die Wandelrechte unterschiedliche Eigenschaften besitzen (nicht abtrennbar bzw. abtrennbar) werden sie auch unterschiedlich besteuert. Ferner entstehen unterschiedliche Verbuchungen bei Ausübung des Wandelrechts. Einerseits (bei der Wandelanleihe) geht das Fremdkapital in Eigenkapital über und verändert die Bilanzsumme nicht, während andererseits (bei der Optionsanleihe) das Fremdkapital bestehen bleibt und die Bilanz durch neues Eigenkapital aufgestockt wird. Dieser Unterschied wird in Abb. 6 grafisch aufgezeigt.

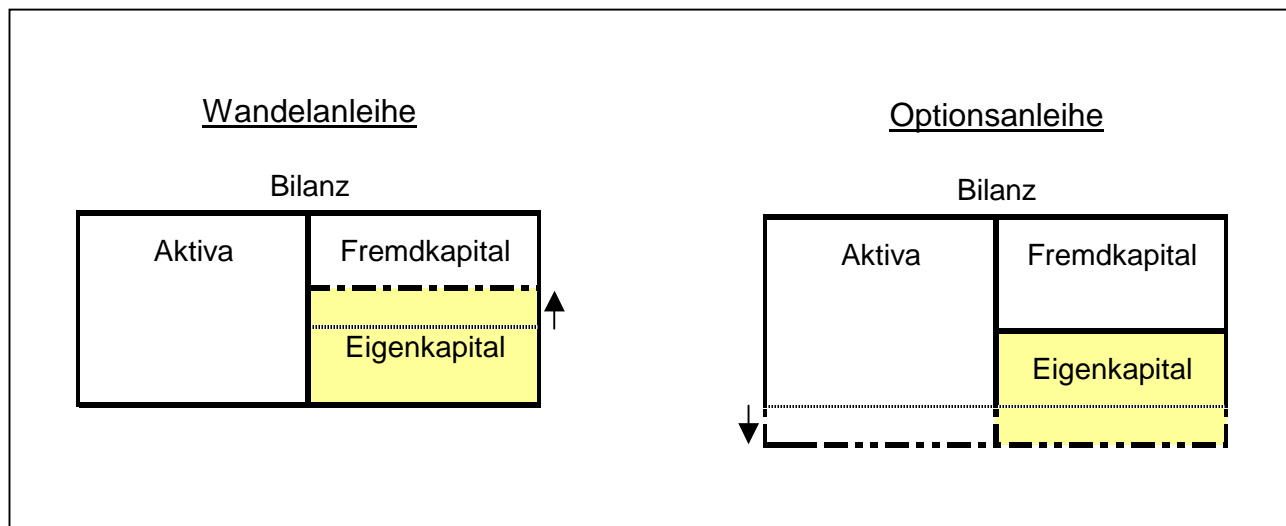


ABBILDUNG 6: Bilanzielle Unterschiede bei Ausübung der Wandelanleihe bzw. Optionsanleihe²⁶

²⁶ Quelle: Eigene Darstellung.

Teil II: Bewertungsansätze von Wandelanleihen

3. Klassische Bewertungsansätze

3.1. Annahmen und Grundlagen zur Bewertung

Wenn nicht anders vermerkt gelten folgende Annahmen über perfekte und effiziente Kapitalmärkte:²⁷

- Die Kapitalmärkte sind friktionslos: d.h. es gibt keine Transaktionskosten, Steuern oder Regulationen des Markts sowie sind alle Assets am Markt vollständig teilbar und bewertbar.
- Es herrscht vollständige Konkurrenz auf den Kapitalmärkten; d.h. die Anbieter auf den Gütermärkten bieten ihre Güter zu minimalen Kosten an. Die Akteure auf dem Kapitalmarkt sind alles «price takers».
- Weiter sind die Märkte «informationally efficient»: d.h. jede Information ist kostenlos und alle Marktteilnehmer erhalten sie gleichzeitig.
- Alle Marktteilnehmer verhalten sich rational und wollen ihren Nutzen maximieren.

Weiter werden folgende Annahmen getroffen:²⁸

- Es bestehen keine Restriktionen auf «short sales» (Leerverkäufe).
- Die Kurse der Assets folgen einem kontinuierlichen und stationären stochastischen Prozess.
- Der risikolose Zinssatz ist konstant über die Zeit und gleich für alle Laufzeiten.
- Es werden keine Dividenden oder Couponzahlungen ausgeschüttet.

Wie bereits in Kapitel 2.2 erwähnt kann die Wandelanleihe als Portfolio betrachtet werden, dass sich aus den einzelnen Eigenschaften (Anleihe plus diverse Call- bzw. Put-Rechte) zusammensetzt. Die formale Schreibweise sei an dieser Stelle noch einmal aufgezeigt:

$$CB = B + C - C_E + P_G$$

²⁷ Vgl. Copeland/Weston (1992), S. 331.

²⁸ Vgl. Copeland/Weston (1992), S. 252.

Die Ermittlung des Rückkaufrechts seitens des Emittenten (C_E) sowie des Rechts seitens des Gläubigers die Anleihe zu einem bestimmten Preis zurückgeben zu können (P_G), werden in einem späteren Zeitpunkt aus dem Wert der Wandelanleihe ohne bzw. mit diesen zusätzlichen Optionen herauskristallisiert. Die Ermittlung der beiden ersten Komponenten – der Anleihe B und des Wandelrechts C – stellen uns zunächst vor einige Probleme, da sie nicht einzeln bewertet und als Summe addiert werden dürfen. Sie sind untrennbar miteinander verbunden und hängen voneinander ab. Die Komponente C kann nicht als isolierte Call-Option im herkömmlichen Sinne – Ermittlung des Werts z.B. nach Black/Scholes²⁹ – bestimmt werden, sondern das ganze Portfolio muss gesamthaft bewertet werden. Anschliessend ergibt sich der Wert des Wandelrechts aus der Differenz des Werts der Wandelanleihe zum Wert der gewöhnlichen Anleihe (B), $C = CB - B$. Vereinfachend können nun die beiden Komponenten wie folgt dargestellt werden:³⁰

$$B = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{e^{rt}} + \frac{NV}{e^m}$$

wobei

- n = Laufzeit des Bond
- C_t = Couponzahlung im Zeitpunkt t
- e = eulersche Zahl
- NV = Nominalwert (nominal value) der gewöhnlichen Anleihe
- r = Rendite am Markt für Anleihen mit ähnlichen Merkmalen (Laufzeit, Risiko)

Über den Wert des Wandelrechts kann folgendes ausgesagt werden:

$$C = f(S, X, r, t, \sigma, D)$$

wobei

- $f(\cdot)$ = Funktion von (\cdot)
- X = Ausübungspreis
- r = risikoloser Zinssatz
- t = Anzahl Zeitperioden bis zum Verfall
- σ = Volatilität des Basistitels
- D = Barwert der Dividenden, die während der Laufzeit der Option ausgeschüttet werden

²⁹ Unter strengen Annahmen und Ergänzungen kann nach Connolly (1999), S. 182-191 verfahren werden.

³⁰ Vgl. zur Bewertung von Bonds: Fabozzi (1996), S. 21-24.

Wie bereits aus der Optionstheorie bekannt sein dürfte, partizipiert eine Call-Option an positiven Kursen des Basistitels bei gleichzeitiger Absicherung gegen fallende Kurse. Der zugrundeliegende Basistitel, dessen Rendite als normalverteilt erachtet wird, folgt einem stochastischen Prozess:³¹

$$dS = \mu S + \sigma S dz$$

wobei

- dS = Veränderung von S
- μ = erwartete Rendite von S
- dz = (generalized) Wiener Prozess

Der Ausübungspreis, der risikolose Zinssatz, die Anzahl Zeitperioden sowie die Volatilität des Basistitels werden als konstant angenommen. Es gilt also:

$$V = V(S, t)$$

D.h. der Wert des Derivats ist eine Funktion von S und t. Somit kann folgende partielle, stochastische Differentialgleichung angewandt werden:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} = rV$$

wobei

- V = Wert (value) des Derivats
- $\frac{\partial V}{\partial X}$ = 1. partielle Ableitung nach X
- $\frac{\partial^2 V}{\partial X^2}$ = 2. partielle Ableitung nach X
- r = risikoloser Zinssatz

Die Lösung derselben kann entweder auf analytischem Wege erfolgen, wie dies Black/Scholes³² für europäische Optionen gezeigt haben, oder aber numerisch approximiert werden,

³¹ Der interessierte Leser findet eine Herleitung dieses Prozesses in Hull (1999), S. 218-226.

³² Vgl. den bahnbrechenden Artikel von Black/Scholes (1973).

wie dies bei Cox/Ross/Rubinstein³³ der Fall war. Die Wandelanleihe kann wegen ihres asymmetrischen Verlaufs auch als Call-Option angesehen und bewertet werden. Deshalb gilt die oben gezeigte Differentialgleichung mit anderen Randbedingungen, welche bei der Lösung derselben wichtig sind, analog.

Die gemachten Annahmen bezüglich des Verhaltens der zugrundeliegenden Variablen (konstant bzw. stochastisch) erleichtern das Verständnis dieses Instruments und den Aufwand enorm, entsprechen aber nicht immer der Realität, die heute auf den Kapitalmärkten vorherrscht. Die (streng theoretischen) Annahmen können gelockert und so schrittweise in die Berechnung eingebaut werden. So lässt sich das Puzzle der Bewertung über mehrere Stufen hinweg verstehen. Abbildung 7 gibt einen Überblick über die verschiedenen Stufen sowie die Auswirkung der Lockerung der Annahmen auf die Differentialgleichung, die es zu lösen gilt.

$CB = V(S, t)$	Dividende = 0 r = konstant und risikolos
$CB = V(S, t, D(t))$	Dividenden > 0
$CB = V(S, t, D(t)) - C_E + P_G$	callable, putable CB
$CB = V(S, (r + p), t, D(t)) - C_E + P_G$	Risikobehafteter CB
$CB = V(S, r(t), t, D(t))$	r = zeit-abhängig
$CB = V(S, r, t, D(t))$	r = stochastisch

ABBILDUNG 7: Übersicht über die Bewertungsmodelle und deren Annahmen³⁴

³³ Dieser Ansatz ist unter dem Begriff des Binomialmodells bekannt. Vgl. den Artikel von Cox/Ross/Rubinstein (1979).

³⁴ Quelle: Eigene Darstellung.

3.2. Bewertungsansätze im Überblick

Am Ende der Sechzigerjahre wurden die ersten Artikel über Modelle zur Bewertung von Wandelanleihen und deren mögliche Lösungen publiziert.³⁵ Erst die bahnbrechende Arbeit von Black/Scholes im Jahre 1973 brachte aber die nötigen Erkenntnisse auf dem Gebiet der Optionstheorie, um die asymmetrischen Gewinn-/Verlustprofile von Optionen rechnerisch erfassen zu können. Einige Jahre später wurden erste Artikel veröffentlicht, die sich der Optionstheorie bedienten, um das hybride Instrument Wandelanleihe zu bewerten.³⁶

Vorerst wurde die Annahme übernommen, dass der Zinssatz am Markt über die gesamte Laufzeit der Option konstant und für alle Laufzeiten gleich sei (flache Zinskurve). Dies entspricht der ersten Stufe in Abb. 7. Auf der analytischen Seite wurde das Black/Scholes-Modell später von Black erweitert, um Dividenden berücksichtigen zu können.³⁷ Barone-Adesi/Whaley und Macmillan präsentierten dann in den späten Achtzigerjahren ein Approximations-Modell, um die Werte für europäische Optionen auf amerikanische Optionen umzurechnen.³⁸ Die klassische Methode zur Bewertung von Optionen und später auch Wandelanleihen gelangen Cox/Ross/Rubinstein mit ihrem 1979 erschienen Artikel. Ihr Modell gehört zu den numerischen Verfahren. Es erlaubt die Berechnung einer ganzen Palette von verschiedenen Optionstypen, da Annahmen relativ einfach gelockert und in das Modell eingebaut werden können. Das Modell ist ohne grosses mathematisches Wissen zu verstehen und wird deshalb in der Praxis oft gerne angewandt. Mit diesem Verfahren lässt sich auch die Differentialgleichung auf der ersten Stufe der Abb. 7 lösen, die lautet:³⁹

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + (rS - D(S, t)) \frac{\partial V}{\partial S} = (r + p)V$$

wobei

- $D(S, t)$ = diskrete Dividende, die abhängt von S und t
- p = Zinsaufschlag zur Abgeltung des Risikos⁴⁰

³⁵ Vgl. Brigham (1966).

³⁶ Vgl. Brennan/Schwartz (1977a) und Ingersoll (1977a).

³⁷ Vgl. Black (1976).

³⁸ Vgl. Kapitel 16.9 in Hull (1999), S. 425 und insbesondere den Appendix 16A in Hull (1999), S. 432-434.

³⁹ Vgl. zu den folgenden mathematischen Zusammenhängen: Wilmott (1998), S. 468-471 bzw. S. 580-582.

⁴⁰ Risikobehaftete Produkte werden am Kapitalmarkt mit einem Referenzzinssatz plus einiger Basispunkte Aufschlag bewertet, um dem Risiko gerecht zu werden (Bsp: $(r + p) = \text{EURIBOR} + 25 \text{ Basispunkte} = 5\% + 0.25\% = 5.25\%$). Vgl. hierzu auch Merton (1974), der sich mit Risikostrukturen bei Zinssätzen beschäftigte.

Die zusätzlichen Call- bzw. Put-Optionen wurden noch nicht berücksichtigt und fließen als weitere Randbedingungen bzw. Wertgrenzen in die Berechnung ein. Der Wert einer Wandelanleihe mit einem Call-Recht seitens des Emittenten (callable convertible bond) wird z.B. durch eine zusätzliche Wertgrenze nach oben – in der Höhe des Call-Preises – beschränkt.

Auf der zweiten Stufe wird die Steigung der Zinskurve in die Berechnungen eingeflochten. Die verschiedenen Zinssätze für verschiedene Laufzeiten sowie die sich ergebenden zukünftigen Zinssätze (forward rates), die sich explizit aus den heutigen Zinssätzen für diese Laufzeiten (spot rates) ergeben, können nun einbezogen werden. Der Zinssatz ist nicht mehr konstant, sondern von der Zeit abhängig:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + (rS - D(S, t)) \frac{\partial V}{\partial S} = (r(t) + p)V$$

wobei

- $r(t)$ = Zinssatz im Zeitpunkt t

Diese Differentialgleichung kann wieder unter anderem mit dem Cox/Ross/Rubinstein-Modell gelöst werden. Es werden dann die einzelnen forward rates den entsprechenden Perioden im Modell zugeteilt und anschliessend zur Diskontierung angewandt. Somit wird nicht mehr ein Zinssatz für alle Perioden verwendet, sondern die Steigung oder Neigung der Zinskurve findet so in der Bewertung ihren Niederschlag.

Auf der dritten Ebene lassen wir die Annahme des konstanten risikolosen Zinssatzes fallen. D.h. dass der Zinssatz nun nicht mehr von vornherein bestimmbar ist und dass seine Entwicklung über die Zeit einem stochastischen Prozess ähnlich dem Aktienkurs folgt. Die Veränderung des Zinssatzes über die Zeit kann wie folgt dargestellt werden:⁴¹

$$dr = u(r, t)S + w(r, t)Sdz$$

wobei

- dr = Veränderung des Zinssatzes über die Zeit t
- u, w = u und w sind Funktionen von r und t

⁴¹ Es gibt verschiedene Modelle, um den Zinssatz zu modellieren. Ein bekanntes Modell beruht auf Vasicek (1977). Weitere Modelle sind in Longstaff/Schwartz (1992), Longstaff/Schwartz (1993), Kraus/Smith (1993) sowie in Hull (1999), S. 564-577 oder Wilmott (1998), S. 434-437 beschrieben.

Es gibt nun also zwei Wiener-Prozesse mit zwei verschiedenen Zufallsvariablen. Dieses Modell nennt man deshalb auch Zwei-Faktoren-Modell. Diese beiden Zufallsvariablen sind nicht dieselben können aber irgendwie korreliert sein. Die Differentialgleichung zu diesem Modell präsentiert sich wie folgt:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + \rho \sigma S w \frac{\partial^2 V}{\partial S \partial r} + \frac{1}{2} w^2 \frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} + (u - \lambda w) \frac{\partial V}{\partial r} = (r + p)V$$

wobei

- ρ = Korrelation zwischen den beiden Zufallsvariablen [$\rho(S, r, t)$]
- λ = Marktpreis des Zinssatz-Risikos

Differentialgleichungen dieser Art können numerisch nicht mehr mit dem relativ simplen Cox/Ross/Rubinstein-Modell berechnet werden. Zu deren Lösung bedarf es sogenannter «finite-difference methods» oder der Monte-Carlo-Simulation, welche bei Ein-Faktor-Modellen (wie z.B. die Differentialgleichung von Black/Scholes) sowie Zwei-Faktor-Modellen angewandt werden können.⁴² Diese Methoden sind zum Teil sehr anspruchsvoll im Verständnis der Mathematik sowie erweist sich deren Anwendung als rechnerisch aufwendig.

Dieser Bewertungsansatz mit stochastischen Zinssätzen wird im weiteren Text nicht mehr behandelt, da er einerseits den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde und andererseits Brennan/Schwartz in ihrem Artikel von 1980 schrieben, dass der Fehler, der beim konstanten Zinssatz-Modell resultiert, nur marginal sei.⁴³

3.3. Bewertung einer Wandelanleihe

In diesem Abschnitt sollen einige der in Kapitel 3.1 vorgestellten Ansätze anhand eines Beispiels erläutert werden. Die No-Risk-No-Fun AG, mit Sitz in Bern, Schweiz, möchte eine Wandelanleihe mit 5 Jahren Laufzeit (2000 bis 2005) emittieren ($t=5$). Die Kotierung der Wandelanleihe wird am Schweizer Kapitalmarkt beantragt. Die Wandelanleihe hat einen Nominalwert von 100 CHF je Anleihe und berechtigt den Gläubiger sie jederzeit gegen 2 Aktien der No-Risk-No-Fun AG zu wandeln. Der Kurs der Aktie beträgt im heutigen Zeitpunkt 50 CHF je Aktie ($S=50$) und über die ganze Laufzeit wird keine Dividende ausgeschüttet ($D=0$). Die Volatilität dieses Titels wird mit

⁴² Sehr gute und anschauliche Erklärungen zu «finite-difference methods» und zur Monte-Carlo-Simulation finden sich etwa in Wilmott (1998), S. 661-693 oder in Hull (1999), S. 406-425.

25% pro Jahr angenommen ($\sigma=0.25$). Der risikolose Zinssatz mit 5 Jahren Laufzeit wird mit konstant 3.75% pro Jahr angenommen ($r_f=0.0375$), die Zinskurve sei also völlig flach. Der risikobehaftete Zinssatz für Anleihen mit ähnlichem Risiko wie die No-Risk-No-Fun AG beträgt 6% ($r=0.06$). Die zugrundeliegende, gewöhnliche Anleihe sei eine Null-Prozent Anleihe (zero-coupon bond), schüttet also keine Couponzahlungen aus ($C=0$).

Zur Berechnung dieser Wandelanleihe bedienen wir uns des Cox/Ross/Rubinstein-Modells⁴⁴. Für jeden Zustand gibt es nur 2 mögliche, zukünftige Zustände, entweder eine Steigerung um u oder ein Fallen um d . Die Wahrscheinlichkeit, dass der Aktienkurs über diesen Zeitraum im höheren Zustand endet, beträgt p , die Wahrscheinlichkeit, dass er im tieferen Zustand endet, beträgt $(1-p)$. Die Zeitabstände zwischen diesen Zuständen nennt man Perioden⁴⁵. Sie werden in diesem Modell einem Jahr ($\Delta t=1$) gleichgesetzt. Abb. 8 zeigt den ganzen Baum, der zur Berechnung verwendet wird. In jedem Zustand resultieren 4 Werte: der oberste zeigt den Aktienkurs, der zweite die Eigenkapital-Komponente der Wandelanleihe, der dritte die Fremdkapital-Komponente der Wandelanleihe und der vierte ist schliesslich der Wert des Portfolios als Ganzes. Die Parameter dieses Baums berechnen sich als:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \qquad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} = \frac{1}{u}$$

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$$

Daraus folgt für die Wandelanleihe der No-Risk-No-Fun AG: $u=1.284$, $d=0.779$ und $p=0.513$. Im letzten Jahr berechnet sich der Wert des Portfolios als $\max(100, 2 \cdot S_T)$, d.h. als Maximum aus 100 CHF, der Rückzahlung des Nominalwerts am Ende der Laufzeit, oder dem Wandlungswert, der sich im Falle einer Wandlung ergibt. Der Wandlungswert beträgt 2 mal den Aktienkurs im Jahr T , d.h. am Ende der Laufzeit von 5 Jahren. Gemäss der Annahme, dass der Gläubiger nur wandelt, wenn es für diesen optimal ist, rechnen wir von hinten nach vorn durch den Baum und berechnen die Eigenkapital- bzw. Fremdkapital-Komponente in jedem Zustand als:

$$(p \cdot X_u + (1-p) \cdot X_d) \cdot e^{-r \cdot \Delta t} = X$$

⁴³ Vgl. Brennan/Schwartz (1980), S. 926 und weiter Carayannopoulos (1996).

⁴⁴ Eine einfache und anschauliche Erklärung dieses Modells findet sich in Hull (1999), S. 388-403 sowie in Hull (1999), S. 646-648 oder in Tsiveriotis/Fernandes (1998).

⁴⁵ In der Praxis wäre eine grössere Anzahl Perioden erforderlich um adäquate Resultate zu erzielen. Der Anschaulichkeit und Darstellbarkeit halber beschränkt sich das Beispiel auf fünf Perioden.

wobei

- X_u = Wert der Komponente X, wenn der Aktienkurs in der nächsten Periode gestiegen ist
- X_d = Wert der Komponente X, wenn der Aktienkurs in der nächsten Periode gesunken ist
- X = Barwert der Komponente X

Die Eigenkapital-Komponente ist derjenige Anteil, der zur sicheren Wandlung (in Aktien) führt und wird mit dem risikolosen Zinssatz diskontiert, da in einer risikoneutralen Welt der Aktienkurs genau die risikolose Rendite abwerfen muss. Die Fremdkapital-Komponente ist derjenige Anteil der zum Bezug des Nominalwerts führt und wird deshalb mit dem risikoadjustierten Zinssatz für diese Anleihe diskontiert. Der Wert der Eigenkapital-Komponente im Jahr 4 – im obersten Zustand – berechnet sich beispielsweise wie folgt:

$$(0.513 \cdot 349.00 + (1 - 0.513) \cdot 211.68) \cdot e^{-0.0375 \cdot 1} = 271.74$$

Der Wert der Fremdkapital-Komponente im Jahr 4 – im untersten Zustand – ergibt sich analog:

$$(0.513 \cdot 100 + (1 - 0.513) \cdot 100) \cdot e^{-0.06 \cdot 1} = 94.18$$

Rechnen wir auf diese Weise zurück bis zum Anfang des Baums, erhalten wir den Wert der Wandelanleihe als Portfolio aus Anleihe und Wandlungsrecht im Jahre 0 (heute). Wie bereits in Kapitel 3.1 erwähnt lässt sich nun das Wandlungsrecht mittels $C = CB - B$ berechnen. Der Wert der Wandelanleihe beträgt $CB=109.18$, derjenige der Anleihe $B=74.08$ ⁴⁶. Somit folgt für das Wandelrecht ein Wert von $109.18 - 74.08 = 35.10$.

Ferner lassen sich die Kennzahlen der Wandelanleihe (gemäss Kapitel 2.3) berechnen: conversion price = $109.18/2 = 54.59$ CHF pro Aktie. Dies entspricht einem conversion premium von: $54.59 - 50 = 4.59$, d.h. einer Prämie von 9.18% pro Aktie. Man zahlt also beim Kauf der Aktien über die Wandelanleihe anstelle des direkten Kaufs eine Prämie von 9.18% gegenüber dem Aktienkurs am Markt. Dafür erhält man eine Absicherung gegen fallende Aktienkurse.

⁴⁶ Dieser Wert ergibt sich aus: $100 \cdot e^{-0.06 \cdot 5} = 74.08$.

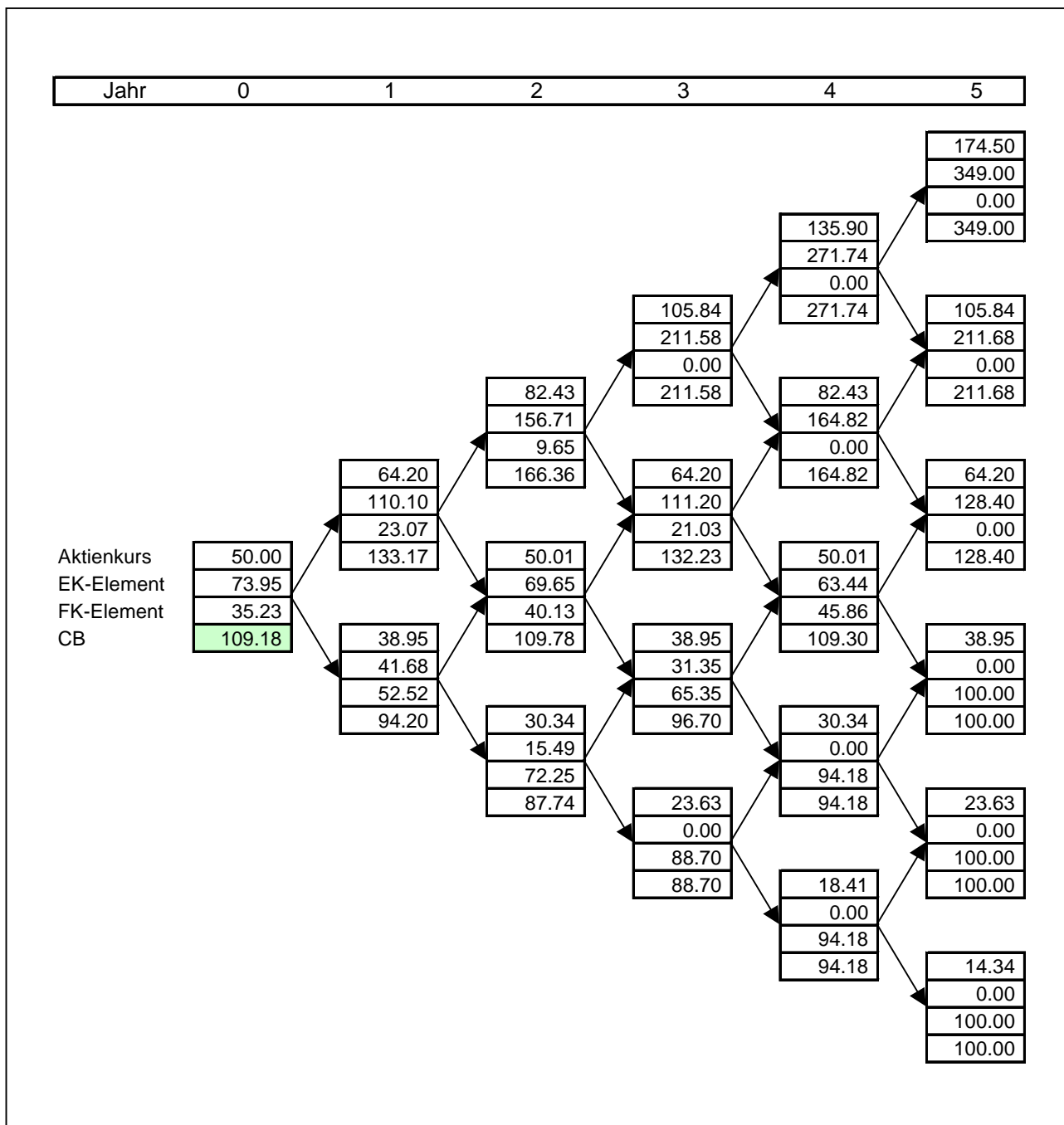


ABBILDUNG 8: Binomialbaum bei konstanten Zinssätzen.⁴⁷

In der Realität ist die Annahme einer völlig flachen Zinsstruktur ungenügend. Die Zinsstruktur zeigt oft einen steigenden Verlauf, kann aber in selteneren Fällen auch invers verlaufen. Diese Krümmung der Zinskurve wird sich auf den ermittelten Wert der Wandelanleihe auswirken. Man verwendet deshalb nicht mehr den gleichen Zinssatz für jedes Jahr, sondern ermittelt die forward rates – die zukünftigen Ein-Jahres-Zinssätze – die sich aus der Zinskurve bzw. den spot

⁴⁷ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Hull (1999), S.647.

rates berechnen lassen.⁴⁸ Abb. 9 zeigt die Zinskurve der spot rates bzw. forward rates am 1. März 2000 am Schweizer Kapitalmarkt.⁴⁹

Diese (steigende) Zinskurve wird nun in die Berechnung der Wandelanleihe einbezogen. Es ergeben sich somit beim risikolosen Zinssatz als auch beim risikoadjustierten Zinssatz in jedem Jahr verschiedene Sätze, die den forward rates für diese Jahre entsprechen. Die Parameter u und d ändern sich unter diesen Umständen nicht, da sie vom Zinssatz unabhängig sind. Es ändert sich jedoch der Parameter p , der nun als $p(t)$ in jeder Periode mit entsprechender forward rate $f(t)$ neu berechnet werden muss:

$$p(t) = \frac{e^{f(t) \cdot \Delta t} - d}{u - d}$$

Der Wert der Wandelanleihe als ganzes verändert sich aber nur marginal auf 109.26. Der Wert der gewöhnlichen Anleihe beträgt wiederum 74.08. Somit ergibt sich ein Wert des Wandelrechts von $109.26 - 74.08 = 35.18$. In Abb. 10 ist der Binomialbaum bei Berücksichtigung der Zinsstruktur gegeben.

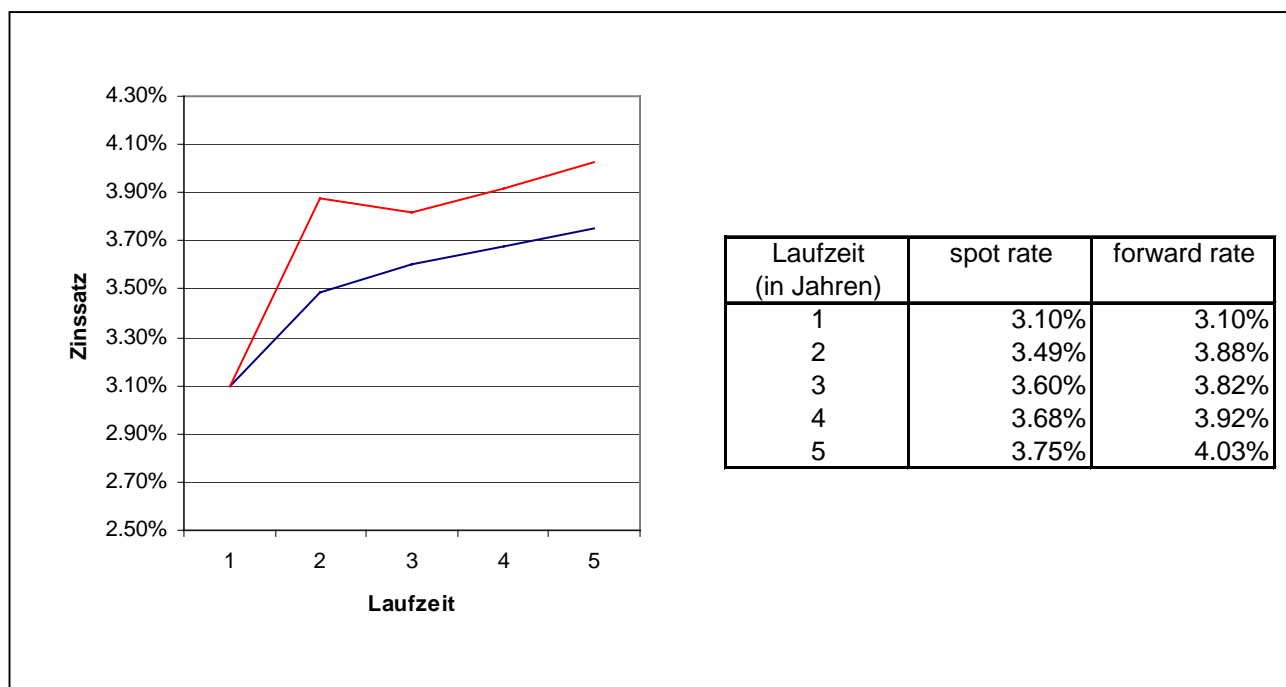


ABBILDUNG 9: Spot rates und forward rates am 1. März 2000 (Schweiz).⁵⁰

⁴⁸ Vgl. zur Berechnung von forward rates aus spot rates: Hull (1999), S. 93-95.

⁴⁹ Quelle: Eigene Darstellung aus Neue Zürcher Zeitung, Nr. 51 (1. März 2000), S. 31.

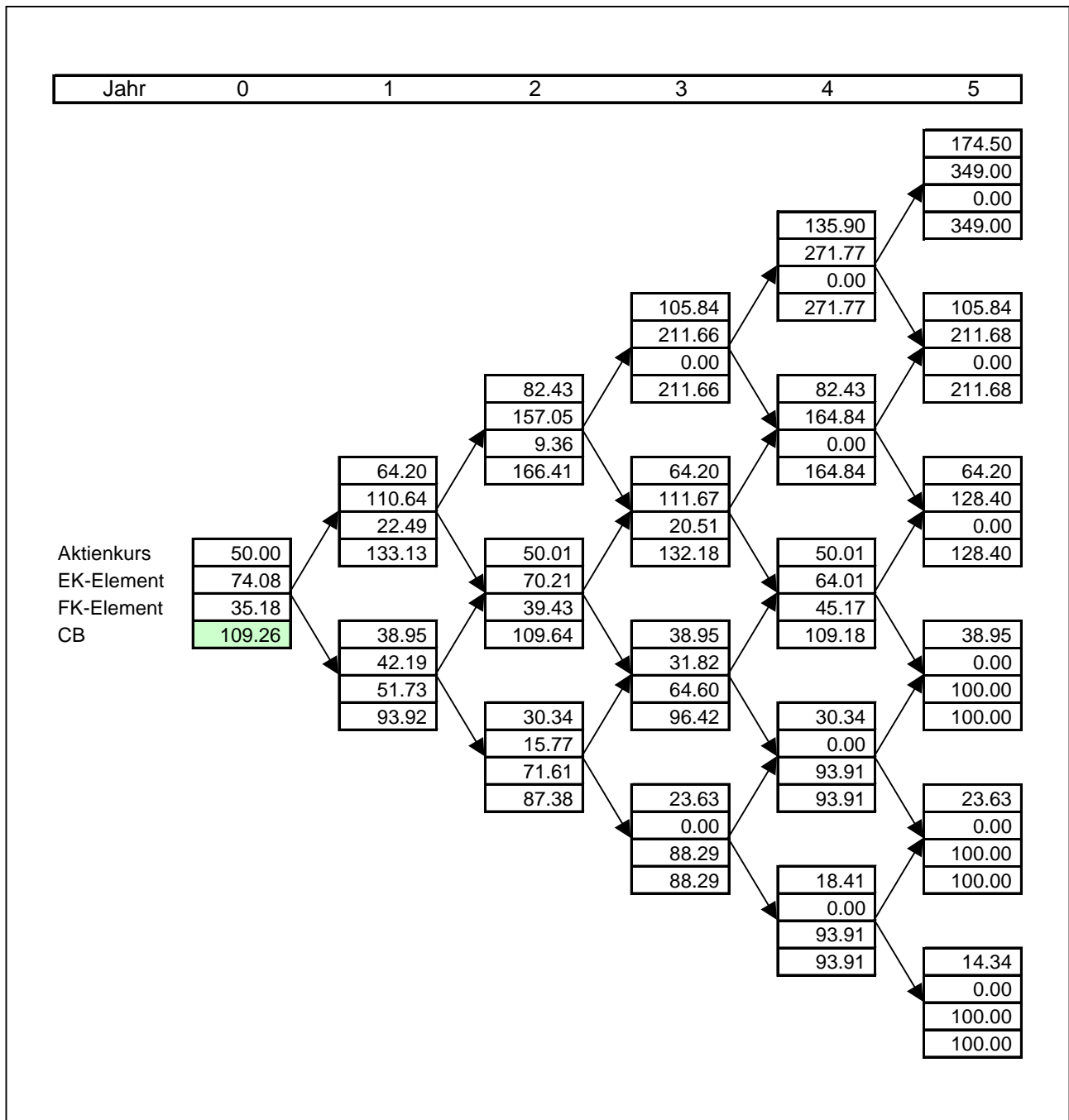


ABBILDUNG 10: Binomialbaum bei Berücksichtigung der Zinsstruktur.⁵¹

In einem weiteren Schritt können die zusätzlichen Rechte der Gläubiger und/oder Emittenten berücksichtigt werden. Zusätzlich soll nun der Emittent das Recht in Form einer Call-Option besitzen, die Wandelanleihe ab dem 1. Jahr zu einem Call-Preis von 125 zu kündigen. Diese Option wurde vom Gläubiger an den Emittenten verkauft, was zu einer Preisreduktion beim Kauf der Wandelanleihe führt. Es folgt nun eine weitere Bewertung inklusive dieses Call-Rechts des

⁵⁰ Quelle: Eigene Darstellung.

⁵¹ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Hull (1999), S.647.

Emittenten (Vgl. Abb. 11). Die Differenz zur Wandelanleihe ohne Call-Recht führt zum Preis der Call-Option des Emittenten: $109.26 - 106.92 = 2.34$.

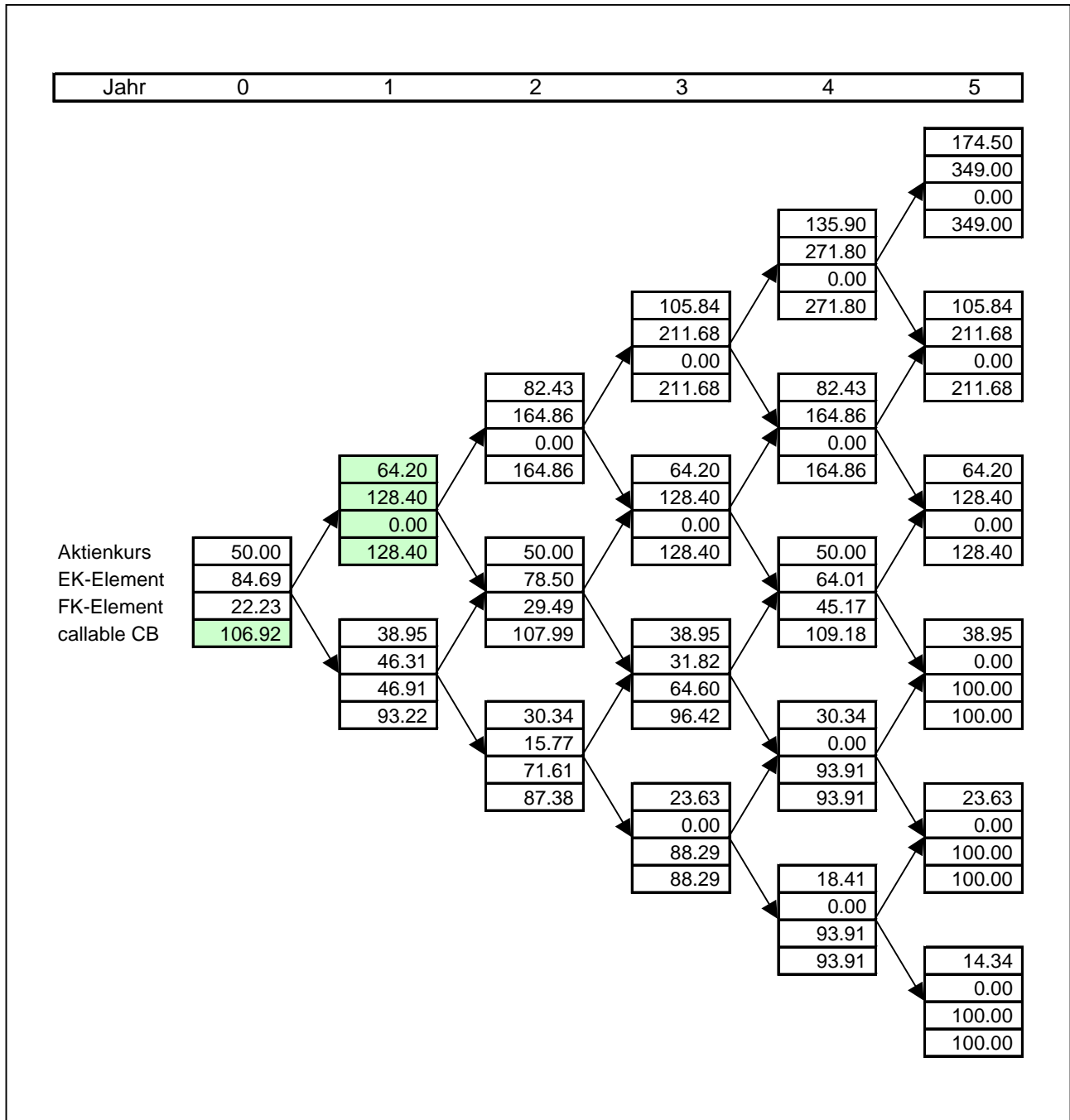


ABBILDUNG 11: Binomialbaum bei Berücksichtigung zusätzlicher Rechte (Optionen)⁵²

In einem letzten Schritt können zusätzlich Dividenden und Couponzahlungen berücksichtigt werden. Dies führt zu einer Reduktion des Aktienpreises im Zeitpunkt der Ausschüttung. Somit entwickelt sich der Aktienkurs neu dividendenbereinigt – bei einer Steigerung um u – gemäss:

$$S_{t+1} = u \cdot S_t - D$$

D.h. der zukünftige Aktienkurs S_{t+1} wird um den Betrag der Dividende herabgesetzt, da die Dividende an die Aktionäre ausgeschüttet wird und sich der Wert der Gesellschaft um diesen Betrag pro Aktie vermindert. Der Gläubiger der Wandelanleihe erhält diese Dividende nur, wenn er vorher wandelt und die Aktien erwirbt. Behält er die Wandelanleihe, so kommt ihm die Couponzahlung in der nächsten Periode zugute, da er die gewöhnliche Anleihe besitzt, muss aber auf die Dividenden verzichten. Bei der Bewertung der Wandelanleihe muss nun in jedem Zustand des Binomialbaums entschieden werden, ob es vorteilhafter ist die Wandelanleihe plus die zukünftige, diskontierte Couponzahlung zu behalten oder aber gegen die Aktien zu tauschen und zusätzlich den Barwert der zukünftigen Dividende zu erhalten.⁵³ Der Wert der Wandelanleihe in jedem Zustand (t) folgt als Maximum aus dem Barwert der EK- und FK-Elemente in der nächsten Periode (t+1) plus dem Barwert der Couponzahlung, welche in der nächsten Periode erfolgt und dem conversion value plus dem Barwert der Dividenden, die in der nächsten Periode ausgeschüttet werden:

$$CB_t = \text{Max}[PV(EK_{t+1} + FK_{t+1}) + PV(C), cv + PV(D)]$$

wobei

- cv = conversion value

Im vorangegangenen Beispiel wird nun neu eine Dividende von 0.375 pro Aktie und Periode berücksichtigt. Ferner erfolgen Couponzahlungen von 2.75% auf dem Nominalwert von 100.00. Die Zinsstruktur und das zusätzliche Call-Recht des Emittenten bleiben weiterhin bestehen. Wie Abb. 12 entnommen werden kann, folgt nun ein Wert der Wandelanleihe von 112.84. Die Wandelanleihe ohne das Call-Recht des Emittenten würde mit 118.15 bewertet. Dies ergibt einen Wert des Call-Rechts von $118.15 - 112.84 = 5.31$ und somit einen Wert der Wandeloption von $CB - B = 118.15 - 85.65 = 32.50$ ⁵⁴. Das favorable income differential (vgl. Kapitel 2.3) folgt aus:

$$\text{favorable income differential} = \frac{2.75 - (2 \cdot 0.375)}{2} = 1.00$$

Daraus kann weiter eine premium payback period für die Wandelprämie von $(4.25 / 1.00) = 4.25$ Jahren errechnet werden. D.h. nach 4.25 Jahren wird die Wandelprämie von

⁵² Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Hull (1999), S.647.

⁵³ Vgl. Hull (1999), S. 648.

⁵⁴ Der Wert des Bonds wird nun inklusive Couponzahlungen und unter Einbezug der Zinsstruktur bestimmt.

4.25 pro Aktie durch die Mehreinnahmen aus den Couponzahlungen gegenüber den Dividenden egalisiert.

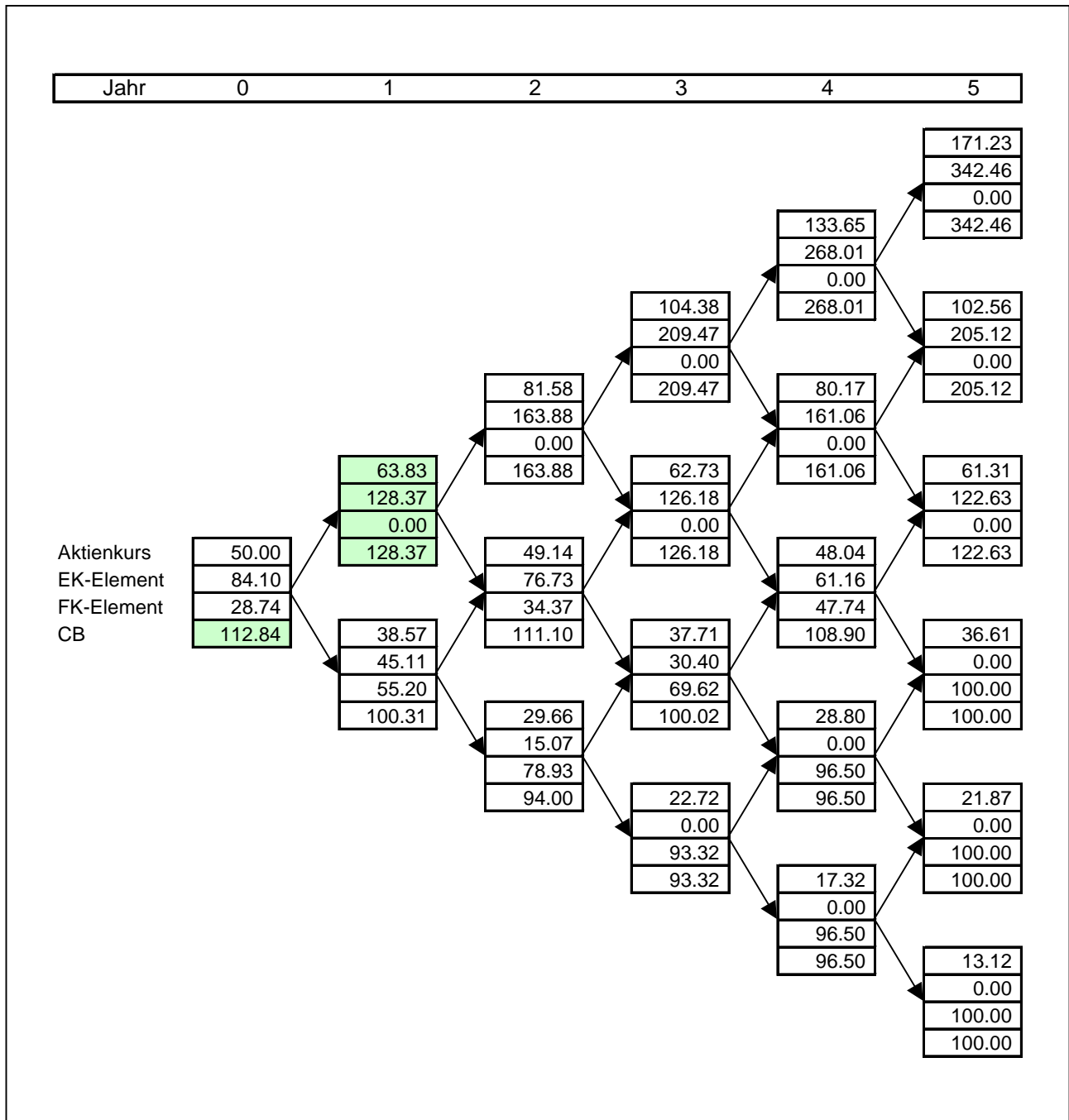


ABBILDUNG 12: Binomialbaum inklusive zusätzlicher Rechte, Dividenden und Couponzahlungen⁵⁵

⁵⁵ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Hull (1999), S.647.

4. Bewertungsansatz über die Put-Call Parität

4.1. Put-Call Parität

Die Put-Call Parität⁵⁶ macht Aussagen über die Beziehung von europäischen Call- zu europäischen Put-Optionen, wenn keine Dividende auf dem Basistitel ausgeschüttet wird und sie den gleichen Ausübungspreis und die gleiche Laufzeit haben. Sie gilt also nur bei europäischen Optionen, welche erst am Ende der Laufzeit ausgeübt werden können. Somit gilt:

$$c + X \cdot e^{-r_f t} = p + S$$

wobei

- c = Wert einer europäischen Call-Option
- p = Wert einer europäischen Put-Option

D.h. eine europäische Call-Option plus deren Ausübungspreis diskontiert mit dem risikolosen Zinssatz auf den heutigen Zeitpunkt muss einer europäischen Put-Option mit gleichem Ausübungspreis und Laufzeit plus einem Basistitel entsprechen. Beide Seiten ergeben am Ende der Laufzeit dieselbe Auszahlung – egal welcher Zustand sich einstellt – und sollten deshalb im heutigen Zeitpunkt den gleichen Wert aufweisen. Kauft man nun die eine Seite und verkauft die andere Seite so heben sich die Endauszahlungen der beiden Portfolios gegeneinander auf und ergeben Null. Da die Endauszahlungen in jedem möglichen zukünftigen Zustand gleich sind, muss diese Beziehung risikolos sein und zum risikolosen Zinssatz rentieren. Tabelle 1 zeichnet die erklärten Zusammenhänge auf.

Wird diese Beziehung nicht eingehalten, ergeben sich Möglichkeiten zu einer Arbitrage. Überwiegt z.B. der linke Teil den rechten ($c + X \cdot e^{-r_f t} > p + S$), dann kann durch einen Verkauf (short) des linken Terms ($c + X \cdot e^{-r_f t}$) bei gleichzeitigem Kauf (long) des rechten Terms ($p + S$) ein risikoloser Arbitragegewinn erzielt werden. Am Ende der Laufzeit zahlen beide Portfolios denselben Betrag aus – X . Heute wird aber ein Gewinn in der Höhe der Differenz der beiden Portfolios erzielt – ein risikoloser Arbitragegewinn. Durch das Ausnutzen der Arbitrage durch die Marktteilnehmer wächst aber die Nachfrage nach dem rechten Term und dessen Preis wird in die

⁵⁶ Zur Thematik der Put-Call Parität vgl. Stoll (1969). Ein interessanter Kommentar zum Artikel von Stoll erfolgte von Merton (1973a), der wiederum von Stoll (1973) erwidert wurde. Vgl. weiter: Hull (1999), S. 174-179.

Höhe getrieben, bis er wieder das Niveau im Gleichgewicht erreicht hat und somit die Put-Call Parität erfüllt.

	Wert heute	Wert bei Verfall	
		$S = X$	$S > X$
c		0	$S - X$
PV(X)		X	X
-S		-S	-S
-p		$-(X - S)$	0
$c + PV(X) - p - S = 0$		0	0

TABELLE 1: Auszahlungen der Put-Call Parität heute und bei Verfall⁵⁷

Wenn keine Dividende auf dem Basistitel ausgeschüttet wird, dann ist der Wert einer europäischen dem einer amerikanischen Call-Option (mit gleichen Parametern) äquivalent:⁵⁸

$$C = c$$

wobei

- C = Wert einer amerikanischen Call-Option

Daraus folgt, dass neu die Beziehung gilt:

$$C + X \cdot e^{-r_f t} = p + S$$

Für amerikanische Call- bzw. Put-Optionen kann zwar keine Put-Call Parität ermittelt werden, doch es lassen sich Wertschranken aufzeigen. Da

$$P \geq p$$

wobei

- P = Wert einer amerikanischen Put-Option

⁵⁷ Quelle: Eigene Darstellung.

⁵⁸ Dies folgt der Überlegung, dass bei einer sofortigen Ausübung der Zinsertrag auf dem Ausübungspreis über die verbleibende Restlaufzeit verloren geht.

erhält man keine Parität mehr, sondern es ergeben sich Wertschranken, in denen sich die Call- bzw. Put-Optionen bewegen müssen, um eine Arbitrage zu verhindern. Einerseits muss folgende obere Wertschranke gelten:

$$C - P \leq S - X \cdot e^{-r_f t}$$

Da es sich unter gewissen Umständen⁵⁹ lohnt die Put-Option frühzeitig auszuüben und sie deshalb jederzeit mindestens dem Wert bei einer sofortigen Ausübung ($X - S$) entsprechen muss, gilt andererseits folgende untere Wertschranke:

$$C - P \geq S - X$$

Die oberen und unteren Wertschranken für amerikanische Call- bzw. Put-Optionen ergeben somit zusammengefasst die folgende Beziehung:

$$S - X \leq C - P \leq S - X \cdot e^{-r_f t}$$

Befinden sich die Call bzw. Put-Optionen am Markt ausserhalb dieser Wertschranken ist eine Arbitrage viel schwieriger als bei europäischen Optionen. Bei europäischen Optionen kann die Option erst am Ende der Laufzeit ausgeübt werden und bleibt somit bis dahin bestehen. Es kann sich hingegen lohnen eine amerikanische Put-Option frühzeitig auszuüben, wodurch diese Option untergeht, die Call-Option andererseits aber bestehen bleibt. Somit ist die Position des Arbitrageurs nicht mehr risikolos. Er muss sich eine neue amerikanische Put-Option zur Deckung kaufen oder verkaufen – je nach Position, die er zuvor eingegangen ist. Dies führt zu einem zusätzlichen Risiko und erschwert somit die Arbitrage bzw. macht sie risikoreicher, als dies bei der Put-Call Parität mit europäischen Optionen der Fall war.

4.2. Wandelprämie als Put-Option

Die Anwendung der Put-Call Parität in der Bewertung von Wandelanleihen öffnet die Türen zum erweiterten Verständnis dieses sehr komplexen Instruments. In der bisherigen Betrachtung sahen wir die Wandelanleihe als Portfolio aus einem Bond (B) und einer Call-Option (C). Genau dieses Portfolio finden wir auch auf der linken Seite der Put-Call Parität wieder:

⁵⁹ Sinkt z.B. der Aktienkurs sehr stark und nähert sich Null, dann ist es vorteilhafter die Option auszuüben, wodurch man (Ausübungspreis – Aktienkurs) erhält und über die verbleibende Laufzeit investieren kann.

$$C + X \cdot e^{-r_f t}$$

Der Bond bei der Wandelanleihe entspricht genau dem diskontierten Ausübungspreis der Call-Option. Denn bei einer Wandlung geht die Anleihe als Anzahlung unter. Wie in Kapitel 4.1 erwähnt wird der Ausübungspreis bei der Put-Call Parität mit dem risikolosen Zinssatz diskontiert. Die Wandelanleihe besteht zumeist aus einer risikobehafteten Anleihe, welche folglich mit dem risikoadjustierten Zinssatz bewertet werden muss. Bei der Betrachtung der Wandelanleihe über die Put-Call Parität muss der risikolose durch den risikoadjustierten Zinssatz ersetzt werden, weil die Auszahlung des Ausübungspreises (X) am Ende der Laufzeit – wegen des Geschäftsrisikos der Gesellschaft – nicht mehr garantiert werden kann. Der diskontierte Ausübungspreis wird durch den Wert des Bonds⁶⁰ ersetzt:

$$X \cdot e^{-r_f t} = B$$

Folglich kann über die Put-Call Parität folgende neue Ansicht der Ausgestaltung der Wandelanleihe gewonnen werden:⁶¹

$$C + B = CB = p + S$$

D.h. die Wandelanleihe ist auch einem Portfolio aus europäischer Put-Option – mit gleichem Ausübungspreis und Laufzeit wie die Call-Option – plus einer Aktie äquivalent. Abb. 13 zeigt die Wandelanleihe aus Abb. 1 als (p+S), wobei die Äquivalenz der beiden Wertverläufe optisch unverkennbar ist. Diese Ansicht der Wandelanleihe entspricht der Ansicht in Kapitel 2.3, wo die Wandelprämie (conversion premium) als Absicherung gegen negative Kursentwicklung gesehen wurde und somit der Funktion einer gekauften Put-Option entspricht:

$$CB - S = \text{Wandelprämie} = p$$

Die conversion ratio muss nun zusätzlich in die Parität eingebaut werden, um dem Umtauschverhältnis Rechnung tragen zu können:

$$C + B = CB = p + \Delta S$$

wobei

⁶⁰ Vgl. zur Bewertung des Bond: Kapitel 3.1.

⁶¹ Vgl. den Artikel von Bodmer (1999).

- Δ = conversion ratio

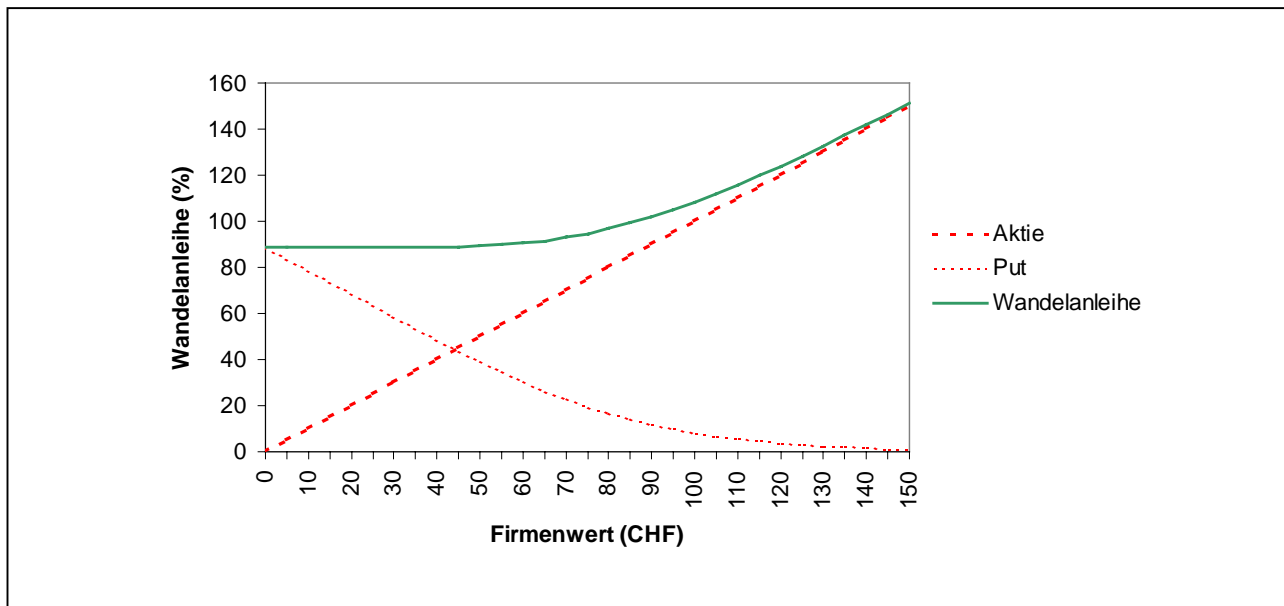


ABBILDUNG 13: Wandelanleihe als Put-Option plus conversion value⁶²

Die Parität zwischen dem Portfolio aus $(C + B)$ und demjenigen aus $(p + \Delta S)$ muss in jedem möglichen Zustand während und am Ende der Laufzeit gelten, da sich sonst Möglichkeiten zur Arbitrage ergeben. In Abb. 14 wird diese Parität anhand des Beispiels aus Kapitel 3.3 aufgezeigt. In jedem Zustand werden die Werte für ΔS , Put-Option, Bond sowie Call-Option angegeben, aus denen gemäss der Parität der Wert der Wandelanleihe folgt. Dieser beträgt am Anfang 109.18. Dies kann einerseits als $C + B = 35.10 + 74.08 = 109.18$ oder andererseits als $p + \Delta S = 9.18 + 2 \cdot 50.00 = 109.18$ gesehen werden. Der Wert der Put-Option entspricht also genau der Wandelprämie von 9.18, welche im Kapitel 3.3 für dieses Beispiel berechnet wurde.

In einem nächstem Schritt können Dividenden und Couponzahlungen auf dem Basistitel berücksichtigt werden. Dies führt zu zwei wichtigen grundlegenden Änderungen: einerseits gilt nun folgender Umstand:

$$C \geq c$$

der Wert einer amerikanischen Call-Option ist grösser oder gleich dem Wert einer äquivalenten europäischen Call-Option, weil es sich lohnen kann – wenn die Dividenden die Zinszahlungen auf dem Ausübungspreis übertreffen – die Call-Option frühzeitig auszuüben und so

anstelle der Zinszahlungen die Dividenden zu erhalten.⁶³ Dies führt dazu, dass die Parität nicht mehr als Gleichung gelten darf, da die Möglichkeit einer frühzeitigen Ausübung zusätzliches Risiko – in Form des Wiederbeschaffungsrisikos der Call-Option – in die Parität einbringt.

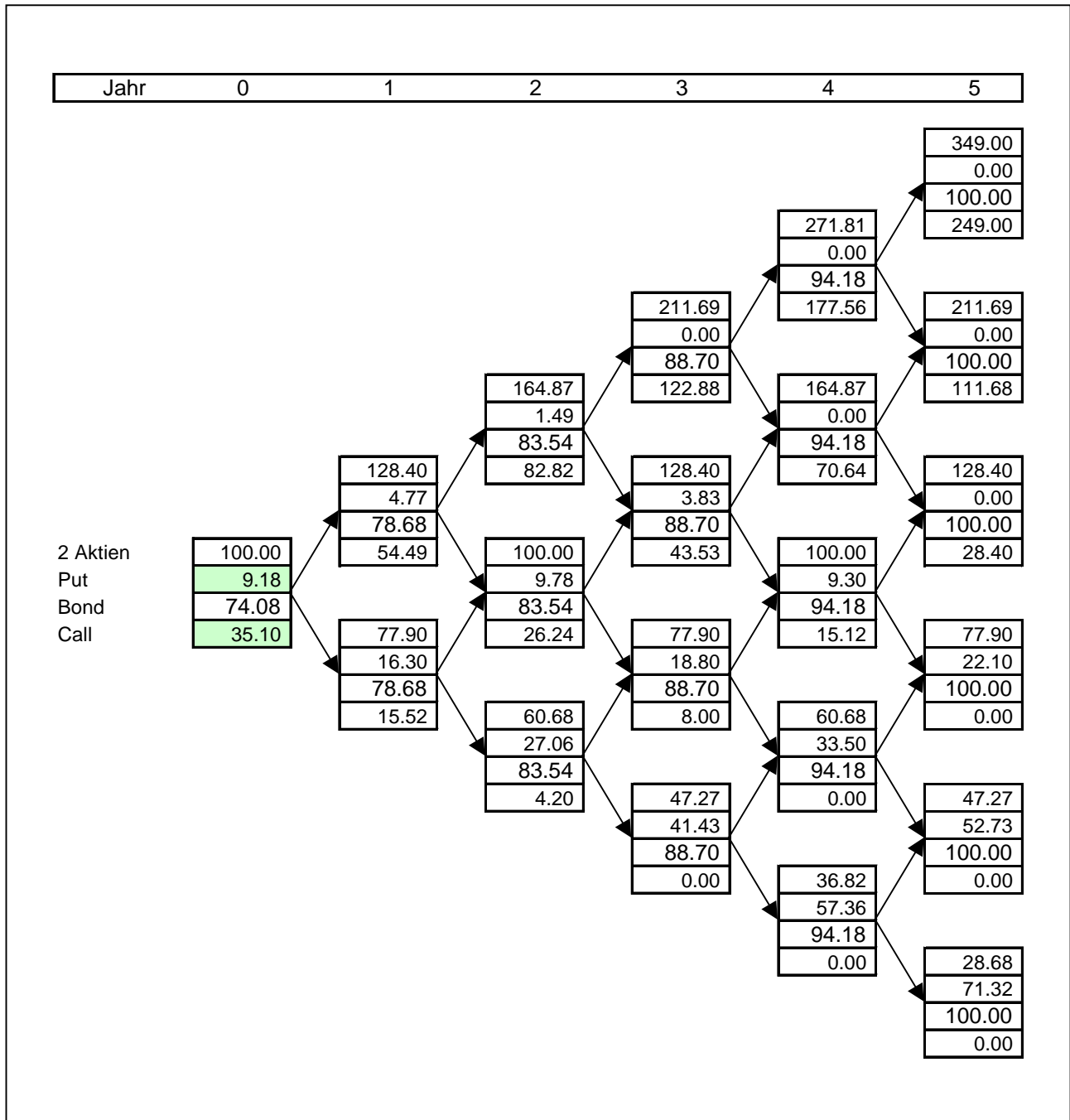


ABBILDUNG 14: Put-Call Parität bei Wandelanleihen mit konstanten Zinssätzen⁶⁴

⁶² Quelle: Eigene Darstellung.

⁶³ Vgl. Roll (1977).

⁶⁴ Quelle: Eigene Darstellung.

Andererseits müssen die Dividenden und Couponzahlungen in die Put-Call Parität einfließen. Diese werden nun bei der Bewertung der Wandelanleihe eingerechnet (vgl. Kapitel 3.3), was deren Wert verändert. Auf der rechten Seite der Parität muss als Ausgleich ein Swap (Tauschvertrag) eingefügt werden, der den Tausch der Dividenden gegen die Couponzahlungen absichert und so die Parität approximativ ermöglicht:

$$CB \approx p + \Delta S + V_{Swap}$$

wobei

- V_{Swap} = Wert (value) des Swap

Der Wert des Swap berechnet sich als Barwert der Couponzahlungen minus dem Barwert der Dividendenzahlungen, welche über die Laufzeit der Wandelanleihe anfallen. Daraus folgt selbstverständlich, dass dieser Swap einen positiven oder negativen Wert annehmen kann, je nach der Höhe der Couponzahlungen respektive der Dividenden. Ist der Wert des Swap positiv so erwirbt der Gläubiger der Wandelanleihe einen Swap und hält ihn «long», anderenfalls verkauft er diesen Swap und ist demzufolge in einer «short» Position. Daraus folgt:

$$V_{Swap} = PV(C) - PV(D)$$

4.3. Bewertung und Eigenschaften der Put-Option

In Kapitel 4.2 wurde die Herleitung des Werts der Wandelprämie bzw. des Put-Elements über die Put-Call Parität gezeigt. Die Wandelanleihe wurde zuerst als Portfolio aus einer Call-Option plus einer gewöhnlichen Anleihe mit Hilfe des Binomialmodells berechnet. Hält man nun die Wandelanleihe (long position) und verkauft die Anzahl Aktien leer (short position), welche man bei einer Wandlung erhält, so resultiert der Wert der europäischen Put-Option indirekt aus dem Wert der Wandelanleihe:

$$CB - \Delta S = p$$

Wobei wiederum – wie bei einer europäischen Call-Option – die Put-Option eine Funktion verschiedener Variablen ist:

$$p = f(S, X, r, t, \sigma, D)$$

Der Wert dieser Put-Option kann auch direkt berechnet und anschliessend über die Put-Call Parität der Wert der Wandelanleihe hergeleitet werden. Bei dieser Vorgehensweise müssen allerdings klare Annahmen betreffend der Ausgestaltung der Wandelanleihe bezüglich Dividenden, Couponzahlungen und zusätzlicher Rechte der Gläubiger und Emittenten getroffen werden.

Nimmt man den einfachsten Fall einer Wandelanleihe ohne zusätzliche Rechte der Gläubiger bzw. Emittenten unter der Annahme, dass weder Dividenden noch Couponzahlungen entrichtet und die Zinssätze über die Laufzeit konstant gehalten werden, beträgt der Wert der Wandelanleihe – im einfachen Beispiel gemäss Abb. 8 – $CB = 109.18$. Die Call-Option betrug somit $C = 35.10$ nach Abzug der gewöhnlichen Anleihe mit einem Wert von $B = 74.08$. Schliesslich resultierte über die Put-Call Parität nach Abzug der leerverkauften Aktien von $\Delta S = 2 \cdot 50.00$ die europäische Put-Option als $p = 9.18$. Dieser Wert kann auch direkt numerisch mittels des Binomialmodells oder auf analytischem Wege mit dem Black/Scholes-Modell berechnet werden. In diesem einfachen Fall können diese Modelle problemlos in gewohnter Weise angewandt werden. Es ist lediglich darauf zu achten, dass die gleiche Anzahl Perioden für beide Herleitungsarten – direkt und indirekt – verwendet werden. D.h. für das Beispiel, dass wir auch bei der direkten Berechnung der Put-Option ein Binomialmodell mit fünfjähriger Laufzeit und einer Periodenlänge von $\Delta t = 1$ verwenden sollten. Das Black/Scholes-Modell als Grenzmodell des Binomialmodells nimmt per definitionem an, dass die Anzahl Perioden innerhalb der Laufzeit gegen unendlich geht und somit die Periodenlänge Δt gegen Null strebt:

$$n \rightarrow \infty \text{ daraus folgt } \Delta t \rightarrow 0$$

wobei

- n = Anzahl Perioden über die Laufzeit

D.h. das Black/Scholes-Modell kann erst beigezogen werden, wenn der Wert der Wandelanleihe mit einem Binomialmodell gerechnet wurde, dessen Anzahl Perioden genug gross ist, was meistens bei 30-50 Perioden der Fall sein dürfte.⁶⁵

Lässt man die vereinfachenden Annahmen konstanter Zinssätze, keiner Dividenden und Couponzahlungen sowie keiner zusätzliche Rechte seitens des Gläubigers bzw. Emittenten fallen, so muss zwingend mit dem Binomialmodell gearbeitet werden. Vor allem die Verwendung

⁶⁵ Auch in der heutigen Praxis rechnet man bei der Bewertung von Wandelanleihen mit dem Binomialmodell mit ca. 30-50 Perioden. Eine grössere Anzahl von Perioden verbessert das Resultat nicht signifikant und kostet zudem wertvolle Rechenzeit.

zeitabhängiger oder stochastischer Zinssätze und der Einbezug zusätzlicher Rechte macht die Verwendung des Black/Scholes-Modells problematisch.

Diese zusätzlichen Rechte können die Laufzeit der Call- bzw. Put-Optionen erheblich beeinflussen. D.h. die Laufzeit bleibt nicht mehr konstant, sondern wird veränderlich über die Zeit. Hält z.B. der Emittent eine Call-Option, um die Anleihe frühzeitig kündigen zu können, fließt der Wert dieser Option im Zeitpunkt des Kaufs zwar in Form einer Minderung des Kaufpreises der Wandelanleihe an den Gläubiger, doch die Option kann auch die Laufzeit der Put-Option des Gläubigers erheblich verkürzen und somit zu einer drastischen Werteinbusse führen. Der Zeitpunkt dieser Ausübung hängt wiederum vom stochastischen Aktienkurs ab; je nach Entwicklung wird die Option früher oder später ausgeübt. Entwickelt sich z.B. der Aktienkurs gemäss Beispiel in Kapitel 3.3 im ersten Jahr positiv, so wird der Emittent die Wandelanleihe kündigen. D.h. die Laufzeit der Put-Option beträgt nicht 5 Jahre, sondern nur noch 1 Jahr. Berechnet man den Wert dieser einjährigen Put-Option mit dem Binomialmodell so erhält man $p = 7.25$ anstelle von $p = 9.18$ bei fünfjähriger Laufzeit. Dies entspricht einer Werteinbusse von 1.93 oder 21%! Verläuft dagegen der Aktienkurs im ersten Jahr negativ und die beiden darauffolgenden Jahre positiv so wird der Emittent seine Call-Option erst im dritten Jahr ausüben und die Laufzeit dieser Put-Option beträgt drei Jahre, was einem Wert von $p = 9.18$ entspricht. In diesem Fall bleibt der Wert der Put-Option konstant. Abb. 15 zeigt den Wertverlauf der Call- bzw. Put-Option, welche im Beispiel von Kapitel 3.3 resultieren, gegenüber der Laufzeit in Jahren. Es ist eine deutliche Abnahme der Options-Werte mit abnehmender Laufzeit zu sehen.

Bei der Herleitung der Put-Option über die Put-Call Parität wurde davon ausgegangen, dass keine Dividenden ausgeschüttet werden und somit der Wert der amerikanischen Call-Option bei der Wandelanleihe deren europäischen Wert gleichgesetzt werden kann. Wird nun jedoch eine Dividende auf dem Basistitel entrichtet, so kann sich eine frühzeitige Ausübung der amerikanischen Call-Option lohnen, was dazu führt, dass deren Wert – durch das zusätzliche Recht der jederzeitigen Ausübung – über dem Wert der europäischen Call-Option liegen kann und somit die Put-Call Parität nicht mehr als Gleichung Gültigkeit hat (vgl. Kapitel 4.2). Die Wandelprämie kann nun nur noch approximativ als europäische Put-Option plus dem Wert des Swap interpretiert werden. Denn bei einer frühzeitigen Ausübung der Call-Option fällt die Put-Call Parität auseinander, da die Put Position nicht mehr durch die entsprechende Call Position abgesichert wird. Dies wird in Tabelle 2 ersichtlich: Die Summen der beiden letzten Spalten entsprechen sich nicht mehr und führen so je nach Entwicklung des Aktienkurses zu verschiedenen Auszahlungen. Durch diese Unsicherheit über die Höhe der zukünftigen Auszahlung fällt die Put-Call Parität als Gleichung.

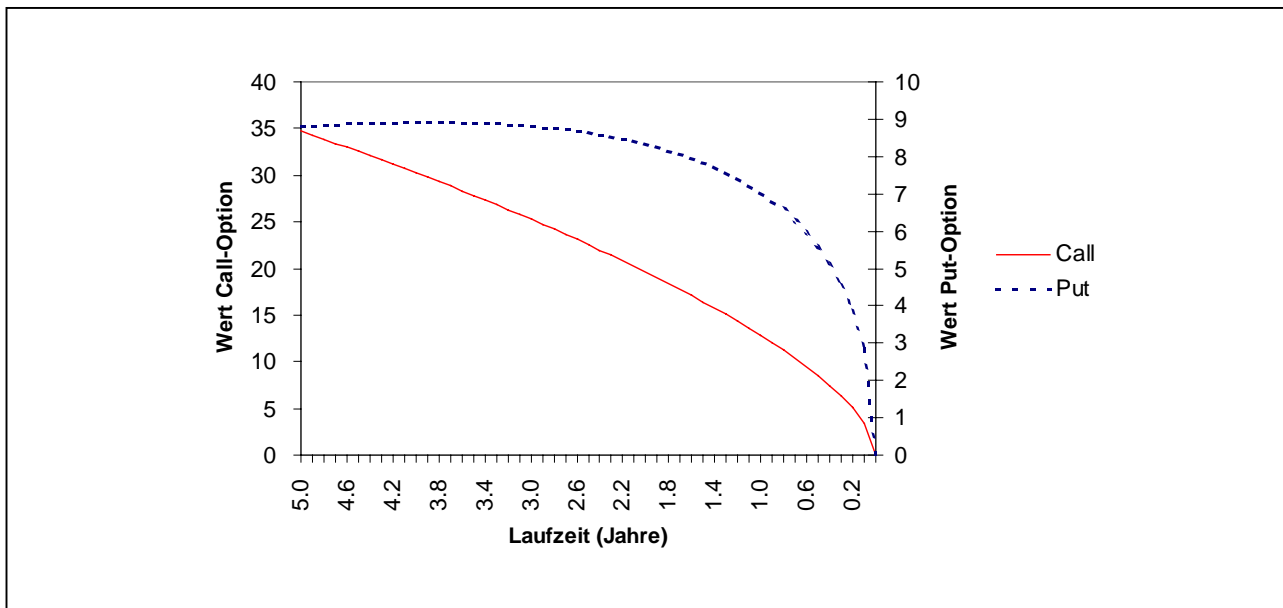


ABBILDUNG 15: Wertverlauf einer Call- bzw. Put-Option mit abnehmender Laufzeit⁶⁶

	Wert heute	Wert bei Verfall	
		$S = X$	$S > X$
PV(X)		X	X
-S		-S	-S
-p		$-(X - S)$	0
$PV(X) - S - p < 0$		0	$X - S$

TABELLE 2: Auszahlungen der Put-Call Parität bei frühzeitiger Ausübung der Call-Option⁶⁷

Lässt man in einem letzten Schritt die Zinssätze als stochastische Größe über die Laufzeit modellieren, hat dies weitreichende Konsequenzen in der Interpretation der Put-Option. Der Ausübungspreis bleibt nun nicht mehr konstant, sondern ist ebenfalls eine stochastische Größe, da er dem Nominalwert der gewöhnlichen Anleihe diskontiert mit dem stochastischen Zinssatz entspricht. In diesem Falle sind nun sowohl der Aktienkurs wie auch der Zinssatz stochastisch, was dazu führt, dass ein komplexerer Ansatz verwendet werden muss, der solche Zwei-Faktoren-Modelle lösen kann.

⁶⁶ Quelle: Eigene Darstellung.

⁶⁷ Quelle: Eigene Darstellung.

In der Praxis kann beobachtet werden, dass sich die über die Put-Call Parität hergeleiteten Werte der Put-Optionen von denen gleichwertiger Put-Optionen, welche am Markt gehandelt werden, unterscheiden.⁶⁸ In den meisten Fällen sind die Werte der implizit berechneten Put-Optionen tiefer als die tatsächlich gehandelten Put-Optionen. Dies eröffnet natürlich Möglichkeiten Arbitrage zu betreiben und die Differenz zu gewinnen. Dieser Gewinn ist jedoch nicht ganz risikolos. Denn – wie oben beschrieben – kann sich die Laufzeit der impliziten Put-Option erheblich verkürzen, was bei einem Arbitrage-Portfolio zu einem ungedeckten «Exposure» in der herkömmlichen Put-Option führt. Die gekaufte (implizite) Put-Option ist nun plötzlich wertlos, während die geschriebene (herkömmliche) Put-Option immer noch besteht und gegen den Arbitrageur ausgeübt werden kann. In einem ineffizienten Markt kann es – z.B. wegen Transaktionskosten oder Illiquidität – teuer werden sich mit einer neuen Put-Option zu «hedgen» und so die geschriebene Position über die restliche Laufzeit abzusichern. Die Existenz von Gesellschaften, die am Kapitalmarkt über Arbitrage in diesen Wandelanleihen Geld verdienen, beweist aber, dass solche Arbitrage – trotz des Risikos – in der Praxis getätigt wird und auch Gewinne erzielt werden können.⁶⁹ D.h. die Wandelanleihen werden oft aus Sicht des Arbitrageurs zu tief bewertet. Dieses Problem kann unter anderem⁷⁰ darauf zurück zu führen sein, dass sich bisher kein standardisiertes Modell zur Bewertung von Wandelanleihen durchgesetzt hat – wie dies etwa bei der Optionsbewertung durch das Black/Scholes-Modell erfolgte – und sich somit die verschiedenen, angewandten Modelle in den Resultaten der Bewertung unterscheiden. Diese Differenzen können im Endergebnis zu Arbitrage-Möglichkeiten führen.

⁶⁸ Vgl. Bodmer (1999).

⁶⁹ Diese Informationen stammen aus den Interviews, die mit den Herren A. Hope und St. Hiestand geführt wurden, und mit freundlicher Genehmigung in dieser Arbeit ihren Niederschlag finden.

⁷⁰ Ferner spielen natürlich imperfekte und zu einem Teil ineffiziente Kapitalmärkte und weitere Restriktionen eine Rolle.

Teil III: Die Wandelanleihe im Portfolio- Management

5. Das asymmetrische Verhalten der Wandelanleihe

5.1. Theoretische Betrachtung

Die im Teil II gewonnenen Erkenntnisse über die Eigenschaften der Wandelanleihe sollen nun im Teil III auf das Portfolio-Management übertragen werden. Wie bereits in Teil II erwähnt, besteht die Wandelanleihe aus einer gewöhnlichen Anleihe ohne Wandelrecht plus dem Wandelrecht in Form einer Call-Option auf die Aktien der emittierenden Gesellschaft. Das bedeutet, dass die Wandelanleihe jederzeit in die Anzahl Aktien gewandelt werden kann, welche mit der conversion ratio definiert wurde. Dieses Instrument hat den Vorzug, dass es einerseits an steigenden Aktienkursen partizipiert und andererseits durch die Anleihe als untere Grenze («floor») gegen zu starke Aktieneinbussen geschützt ist. Diese Wandelanleihe konnte auch durch ein Portfolio repliziert werden, welches aus der Anzahl Aktien, die man bei einer Wandlung erhält, plus einer Put-Option mit den selben Parametern wie die Call-Option besteht. Auch dieses Portfolio partizipiert an steigenden Aktienkursen und ist gegen unten durch die Put-Option gegen zu starke Aktieneinbussen geschützt.

Dieser Absicherungseffekt kann durch ein so genanntes Auszahlungsprofil zum Ausdruck gebracht werden. Diese Diagramme zeigen für unterschiedliche Kurse des Basistitels ein Profil der Auszahlungen auf, die im betrachteten Zeitpunkt für das betrachtete Instrument erfolgen. Das Auszahlungsprofil der Wandelanleihe müsste demzufolge geknickt sein, wie das bei Optionen allgemein beobachtet werden kann. Liegt der Aktienkurs bei Verfall also über dem Ausübungspreis der Call-Option, dann wird die Call-Option ausgeübt und die Aktien wechseln den Besitzer. Liegt er aber unter dem Ausübungspreis so macht sich der Halter der Option sein Recht zunutze die Option wertlos verfallen zu lassen. Er hat folglich bei Aktienkursen unter dem Ausübungspreis keine Verluste zu tragen und ist somit gegen unten abgesichert. Bei einer Wandelanleihe kommt zusätzlich eine gewöhnliche Anleihe hinzu, dessen Wert aber völlig unabhängig vom Niveau des Aktienkurses ist. Abb. 16 zeigt die Auszahlungsprofile einerseits der beiden einzelnen Instrumente

– Call-Option bzw. gewöhnliche Anleihe – und andererseits der Wandelanleihe als lineare Kombination dieser beiden Instrumente.

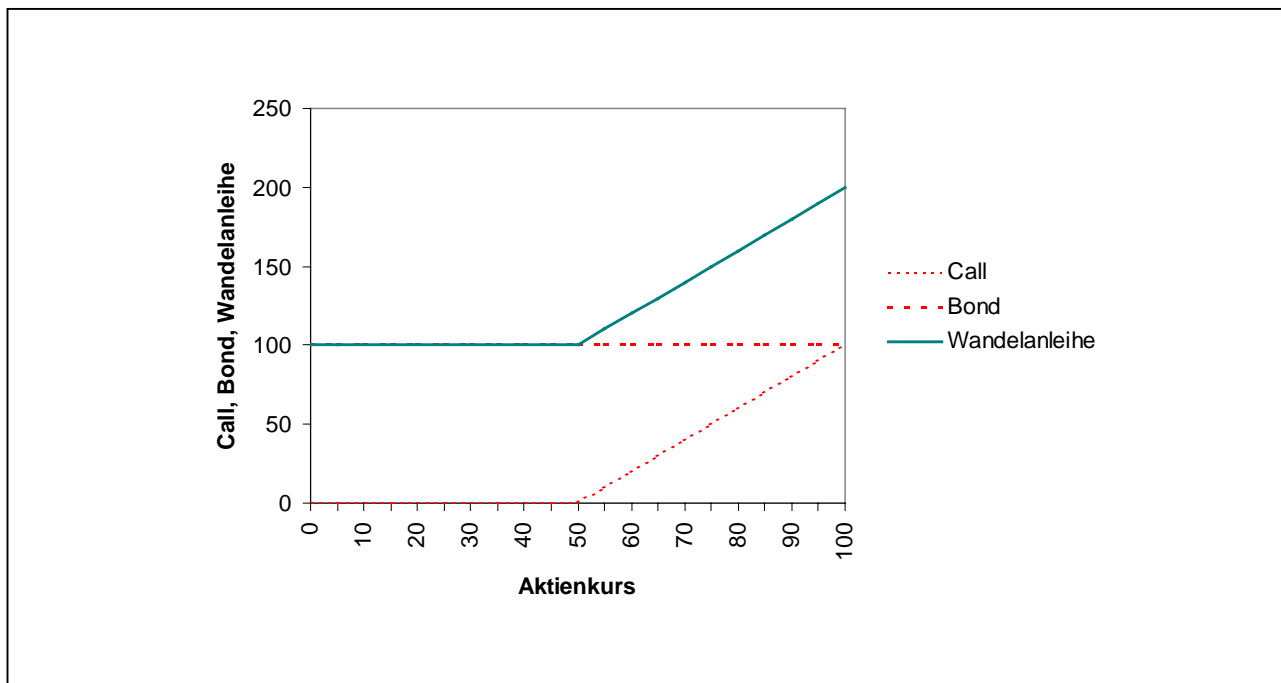


ABBILDUNG 16: Auszahlungsprofil der Wandelanleihe und ihrer Bestandteile⁷¹

Dieser Absicherungseffekt kann zusätzlich über die Renditen der Wandelanleihe gegenüber dem Aktienkurs gezeigt werden. Dazu sollen die beiden folgenden Portfolios miteinander verglichen werden:

- Portfolio A: besteht aus dem conversion value, d.h. $\Delta \cdot S$
- Portfolio B: besteht aus einer gewöhnlichen Anleihe plus einer Call-Option auf den Basistitel S, d.h. $C + B$, wobei $B = X \cdot e^{-rt}$

Die Werte beider Portfolios werden dem Beispiel in Kapitel 3.3 entnommen. Es gelten ferner die gleichen Parameter und Annahmen wie sie dort erwähnt wurden. Demnach ist die Option im Zeitpunkt der Emission «at-the-money», d.h. der Aktienkurs entspricht genau dem Ausübungspreis. Die Wertveränderung (Rendite) der beiden Portfolios A und B werden nun über die Zeit und mit veränderlichem Aktienkurs untersucht. Abb. 17 zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchung grafisch und Tabelle 3 zeigt die wichtigsten Renditeveränderungen zusätzlich tabellarisch auf. Wie Tabelle 3 entnommen werden kann, partizipiert die Wandelanleihe an steigenden Aktienkursen und ist

⁷¹ Quelle: Eigene Darstellung.

zusätzlich gegen unten abgesichert. Die Wandelanleihe hat eine Rendite von immerhin 15.4% gegenüber einer Aktienkursveränderung von 20%. Demgegenüber fällt sie aber nur um 13.5% bei einem Aktienkurseinbruch von 20%. In Abb. 17 ist die Asymmetrie der Wandelanleihe deutlich ersichtlich; bei steigenden Aktienkursen verhält sie sich beinahe parallel bzw. linear zum Aktienkurs respektive verhält sie sich asymmetrisch zum Aktienkurs, wenn sich der Aktienkurs deutlich unter dem Ausübungspreis bewegt.

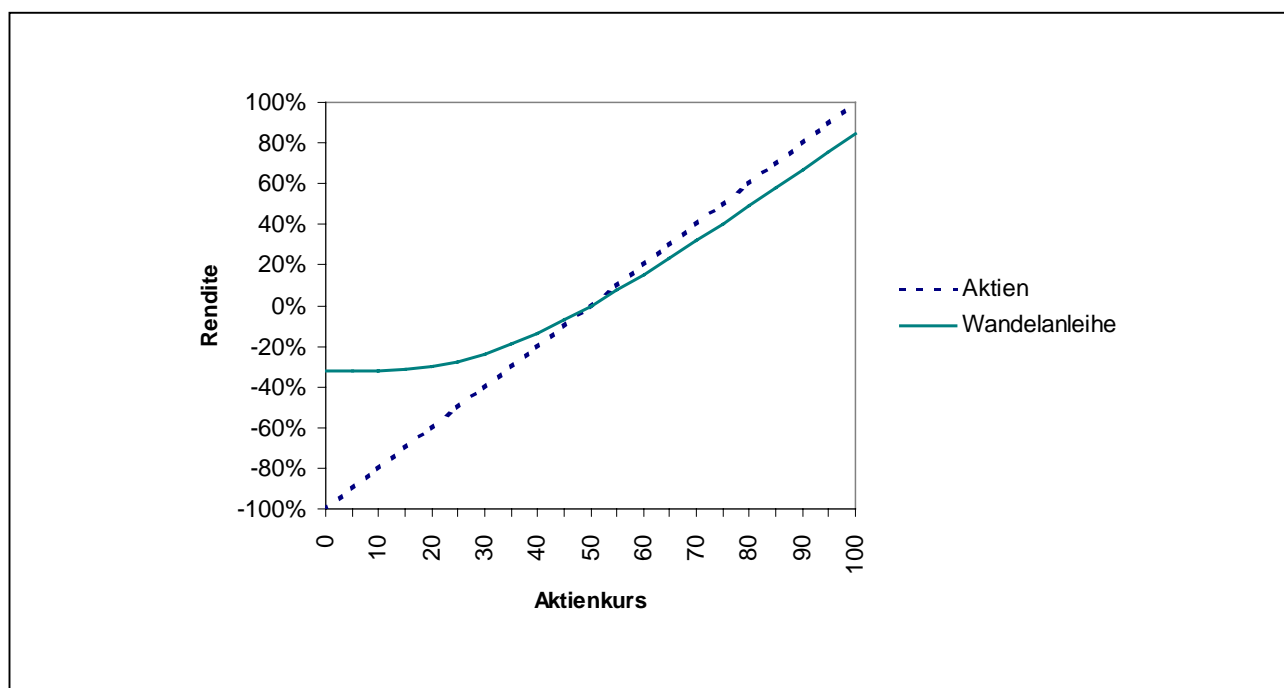


ABBILDUNG 17: Wertveränderung der Wandelanleihe gegenüber einer Veränderung des Basistitels⁷²

	Veränderung des Aktienkurses							
	+10%	-10%	+20%	-20%	+40%	-40%	+80%	-80%
Veränderung der Wandelanleihe	7.50%	-7.03%	15.37%	-13.46%	31.91%	-23.89%	66.81%	-31.85%

TABELLE 3: Renditevergleich zwischen Wandelanleihe und Basistitel⁷³

Diese Wertveränderungen können natürlich zwischen verschiedenen Wandelanleihen unterschiedlich ausgeprägt sein. Diese Sensitivität gegenüber Veränderungen des Basistitels können

⁷² Quelle: Eigene Darstellung.

⁷³ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an EXANE (1999), S. 26.

mit drei Kennzahlen gemessen werden. Das Delta einer Option misst die Sensitivität der Veränderung des Optionspreises im Verhältnis zur Veränderung des Basistitels.⁷⁴ D.h. mit Hilfe dieser Grösse kann die Auswirkung einer Veränderung des Basistitels auf den Optionswert bestimmt werden. Mathematisch gesehen berechnet sich das Delta als:

$$\Delta = \frac{\partial V}{\partial S}$$

D.h. das Delta ist die 1. Ableitung des Optionswert nach dem Aktienkurs S. Diese Grösse erscheint auch in der Differentialgleichung nach Black/Scholes⁷⁵ als Term auf der linken Seite. Die 1. Ableitung misst die Steigung einer Funktion an der Stelle (x, y). Das Delta ist also eine Tangente an die Funktion der Wandelanleihe. Bei kleinen Veränderungen des Basistitels vermag das Delta Veränderungen des Optionswerts relativ gut zu beschreiben, doch bei grösseren Veränderungen wird der Fehler auf Seiten der Option sehr gross. Wobei das Delta eine Preissteigerung unterschätzt und eine Preisreduktion überschätzt. Abb. 18 erörtert dieses Problem grafisch. Ferner verändert sich die Steigung der Preisfunktion der Wandelanleihe mit verändertem Kurs des Basistitels und somit natürlich auch das Delta.

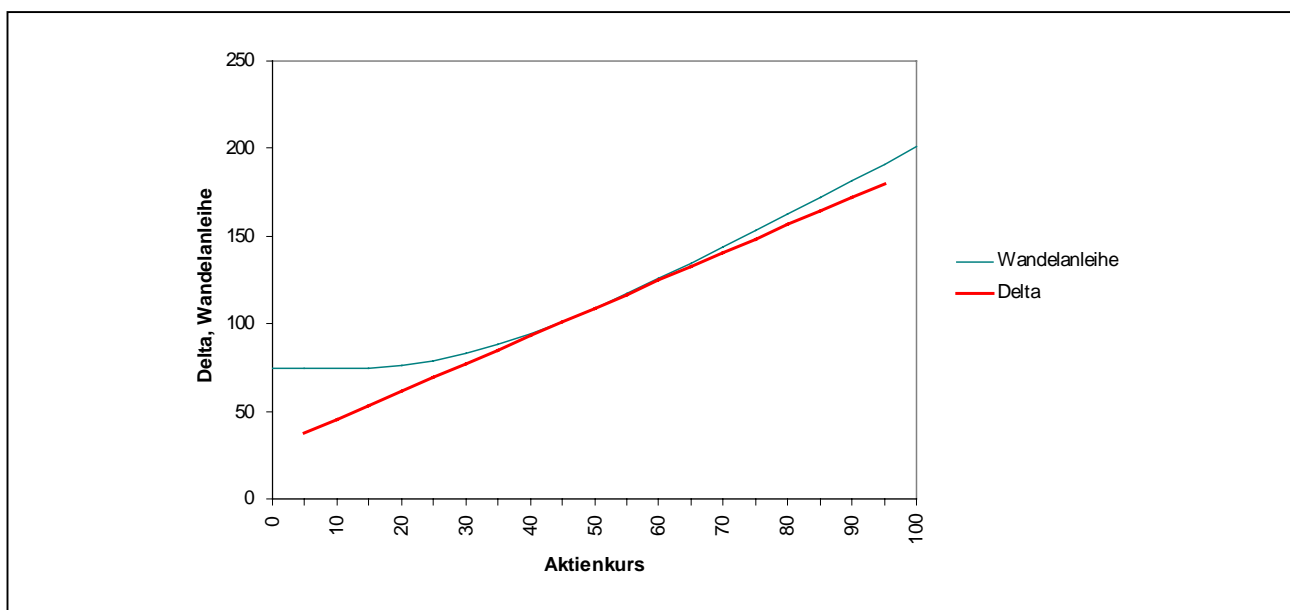


ABBILDUNG 18: Delta einer Wandelanleihe als Approximation der Wertveränderung⁷⁶

⁷⁴ Vgl. Hull (1999), S. 310-319.

⁷⁵ Vgl. Kapitel 3.1.

⁷⁶ Quelle: Eigene Darstellung.

Das Gamma einer Option misst die Veränderung des Deltas bei einer Veränderung des Kurses des Basistitels.⁷⁷ Es liefert dadurch eine bessere Approximation an die wirklich eintretende Veränderung des Preises der Wandelanleihe. D.h. das Gamma ist die Ableitung des Deltas oder einfach die 2. Ableitung der Preisfunktion der Wandelanleihe nach dem Aktienkurs S:

$$\Gamma = \frac{\partial^2 V}{\partial S^2}$$

Diese beiden Kennzahlen – Delta und Gamma – können natürlich von einer Wandelanleihe zur anderen variieren (vgl. Tabelle 4). Denn je nach Ausgestaltung der Parameter (S, X, r_f , σ , t, D) ergeben sich unterschiedliche Werte für diese beiden Kennzahlen, welche ihrerseits wiederum starke Auswirkungen auf das Renditeverhalten der Wandelanleihe zum Basistitel haben.

Eine dritte wichtige Kennzahl bildet die Konvexität (convexity) einer Wandelanleihe.⁷⁸ Denn eine Wandelanleihe mit einem hohen Delta profitiert zwar optimal von steigenden Aktienkursen, da ein hohes Delta eine hohe Korrelation zwischen Aktienkurs und Wertverlauf der Wandelanleihe beschreibt. Der Nachteil ist allerdings, dass die Wandelanleihe auch bei sinkenden Aktienkursen relativ stark an den Aktienkurs gebunden wird (vgl. Tabelle 4, Wandelanleihe B) und so – relativ zum Aktienkurs gesehen – grosse Verluste entstehen können. Die optimale Strategie besteht also in einer optimalen Korrelation des Werts der Wandelanleihe bei steigenden Kursen bei gleichzeitiger, relativ tiefer Korrelation bei sinkenden Kursen. Diese Eigenschaft einer Wandelanleihe findet in der Kennzahl der Konvexität ihren Niederschlag. Tabelle 4 zeigt hierzu eine Übersicht über die Berechnung der Konvexität dreier Beispiele von Wandelanleihen. Sie macht Aussagen über die Krümmung oder eben Konvexität einer Preisfunktion. Genauer gesagt ist sie eine Szenarioanalyse, in welcher auch das Delta und Gamma einbezogen wird. Die Konvexität misst die Differenz zwischen der Renditeveränderung der Wandelanleihe bei einer Kurssteigerung des Basistitels um X% und der Renditeveränderung bei einer Senkung um X%. Diese «Renditespanne» bezeichnet man als Konvexität:

$$K = dV^+ - dV^-$$

wobei

- dV^x = Veränderung von V – Wert der Wandelanleihe – wobei x die auslösende Entwicklung des Basistitels anzeigt.

⁷⁷ Vgl. Hull (1999), S.322-326.

In einem nächsten Schritt kann nun die Frage untersucht werden, bei welchen Wandelanleihen der Effekt, dass sie an steigenden Aktienkursen partizipieren und gegen sinkende Kurse geschützt sind, am stärksten ausgeprägt ist. Die Konvexität liefert die Antwort. Eine Wandelanleihe mit einer hohen Konvexität (vgl. Tabelle 4, Wandelanleihe C) partizipiert stark bei einer positiven Entwicklung und schwächer bei einer negativen Entwicklung. Somit sollte ein Investor, der einen starken Rückgang des Aktienkurses befürchtet und deshalb seine Aktienposition veräußern und jedoch gleichzeitig weiter an eventuell steigenden Kursen teilhaben möchte, eine Wandelanleihe mit einer hohen Konvexität erwerben. Sollten sich seine Befürchtungen im Wind zerschlagen, so kann er trotzdem weiterhin an den steigenden Aktienkursen profitieren, muss aber geringfügige Abschläge in Kauf nehmen. Dafür erhält er eine Absicherung gegen die befürchteten negativen Kurse, wo im Vergleich zum positiven Verlauf nur geringe Renditeabschläge in Kauf zu nehmen sind.

	Veränderung des Aktienkurses							
	+10%	-10%	+20%	-20%	+30%	-30%	+50%	-50%
Wandelanleihe A D=0.793 G=0.0051	7.50%	-7.03%	15.37%	-13.46%	23.53%	-19.14%	40.46%	-27.57%
Wandelanleihe B D=0.975 G=0.0018	9.78%	-9.60%	19.66%	-18.85%	29.58%	-27.44%	49.47%	-40.52%
Wandelanleihe C D=0.829 G=0.0114	8.57%	-7.45%	17.77%	-13.18%	27.29%	-16.79%	46.69%	-18.89%
Convexity A	0.47%		1.91%		4.39%		12.90%	
Convexity B	0.18%		0.81%		2.14%		8.95%	
Convexity C	1.12%		4.59%		10.50%		27.81%	

Legende:
D = Delta
G = Gamma

TABELLE 4: Einfluss von Delta und Gamma auf die Konvexität einer Wandelanleihe⁷⁹

Eine weitere, einfachere Kennzahl, die Wandelprämie der Wandelanleihe, führt zur selben Antwort. Denn je grösser die Wandelprämie desto mehr Aufpreis zahlt der Investor gegenüber einer direkten Investition in eine entsprechende Aktienposition. Durch eine hohe Prämie wird natürlich

⁷⁸ Vgl. EXANE (1999), S. 24-26.

die Rendite des Portfolios oder der Wandelanleihe gemindert, da ein Gewinn bei steigenden Aktienkursen und bei sinkenden Aktienkursen um die Prämie reduziert werden muss. D.h. ein Gewinn wird geschmälert und ein Verlust wird zusätzlich vergrößert. Demzufolge sollte der Investor, der seine Aktienposition verkauft und dafür eine Wandelanleihe kauft, in dieser sogenannten Switch-Strategie versuchen, eine Wandelanleihe mit geringer Prämie zu erwerben.⁸⁰ Er sollte folglich den Wert der Put-Option minimieren, welche der Wandelprämie entspricht (vgl. Kapitel 4.2).

Geht man von den strengen theoretischen Annahmen von Kapitel 3.1 aus, so wird die Wandelanleihe und somit implizit die Put-Option zu einem Preis gehandelt, bei dem jegliche Arbitrage ausgeschlossen ist oder bei einer Arbitrage der Preis sehr schnell wieder ausgeglichen würde und so die Chancen eines Gewinns sehr klein sind. In der Praxis müssen jedoch viele dieser Annahmen ganz aufgegeben oder zumindest gelockert werden (vgl. Kapitel 4.3). Dies führte dazu, dass verschiedene Bewertungsmodelle existieren, welche unterschiedliche Werte für Wandelanleihen generieren. Es entstand ein richtiger Markt für Wandelanleihen-Arbitrage, bei dem einige Gesellschaften gutes Geld verdienen können.⁸¹ Es ist zu beobachten, dass die Wandelanleihen eher zu «günstig» bewertet werden, wodurch diese Gesellschaften «billige» Put-Optionen erhalten und gegenüber herkömmlichen Put-Optionen Arbitrage betreiben. Der Investor profitiert natürlich auch von diesen Anomalien und kommt bei einer Investition in Wandelanleihen «günstiger» weg, als wenn er seine Aktienposition anstatt zu verkaufen durch eine herkömmliche Put-Option absichert.

5.2. Empirische Untersuchung

In Kapitel 5.1 wurden die Eigenschaften der Wandelanleihe erläutert, vorallem deren asymmetrisches Verhalten bei einer Änderung des Basistitels. Sie partizipiert an steigenden Kursen und bietet gegen unten eine (gewisse) Absicherung gegen negative Veränderungen des Basistitels. Nun stellt sich natürlich die Frage der praktischen Relevanz der gemachten Aussagen. Diese zunächst theoretisch gezeigte, asymmetrische Eigenschaft einer Wandelanleihe soll nun im weiteren Text mit Beispielen aus der Praxis erläutert und grafisch dokumentiert werden.

Am Beispiel der Wandelanleihe der Ascom – Ascom 1.25% 98/03 – mit einer jährlichen Couponzahlung von 1.25% und einer Laufzeit von 5 Jahren sollen die theoretischen Aussagen praktisch gezeigt werden. Der Gläubiger dieser Wandelanleihe besitzt also das Recht die

⁷⁹ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an EXANE (1999), S. 26.

⁸⁰ Vgl. Bodmer (1999).

⁸¹ Die durchschnittliche, jährliche Netto-Rendite (nach Abzug der Transaktionskosten) betrug immerhin 8%.

zugrundeliegende, gewöhnliche Anleihe mit einem Nominalwert von 5000 CHF gegen 1.49254 Inhaberaktien der Ascom zu wandeln. Die Gesellschaft schüttet eine jährliche Dividende von 19.50 CHF pro Aktie aus und hat das Recht über die ganze Laufzeit von 5 Jahren die Wandelanleihe zum Nominalwert zurück zu kaufen, wenn der Aktienkurs über den Zeitraum von 20 Handelstagen gleich oder mehr als 150% des conversion price von 3509 CHF beträgt. Der Aktienkurs beträgt im Zeitpunkt der Betrachtung – 13.05.1998 – 2960 CHF und der Preis der Wandelanleihe wurde mit 104.75 CHF angesetzt. Die Waneloption war somit in diesem Zeitpunkt «out-of-the-money».



ABBILDUNG 19: Aktienkurs und Preis der Wandelanleihe Ascom 98/03⁸²

In Abb. 19 ist der Wertverlauf der Ascom Aktie sowie der Wandelanleihe aufgezeichnet. Die Aktie der Ascom hatte seit 01.01.1996 um 240% an Wert zugelegt. Im Zeitpunkt der Emission der Wandelanleihe ging der Aktienkurs leicht zurück, was teilweise auf die Signal-Effekte (vgl. Kapitel 2.8) zurückgeführt werden kann. Deutlich erkennbar liegt der Aktienkurs unter dem Ausübungspreis («out-of-the-money») und befindet sich die Wandelanleihe am unteren Ende der Hybrid Area (vgl. Abb. 5) und schwankt somit mehr oder weniger mit der Veränderung des Aktienkurses. Interessant ist der Zeitraum ab Anfang Dezember 1998, wo der Aktienkurs den Ausübungspreis überstieg und somit die Waneloption «in-the-money» kam. Die Rendite der

⁸² Quelle: DATASTREAM.

Wandelanleihe verläuft beinahe parallel zu der des Aktienkurses, was darauf zurück zu führen ist, dass sich die Wandelanleihe nun in der Equity Area befindet, wo also eine zukünftige Wandlung als sehr wahrscheinlich erscheint.

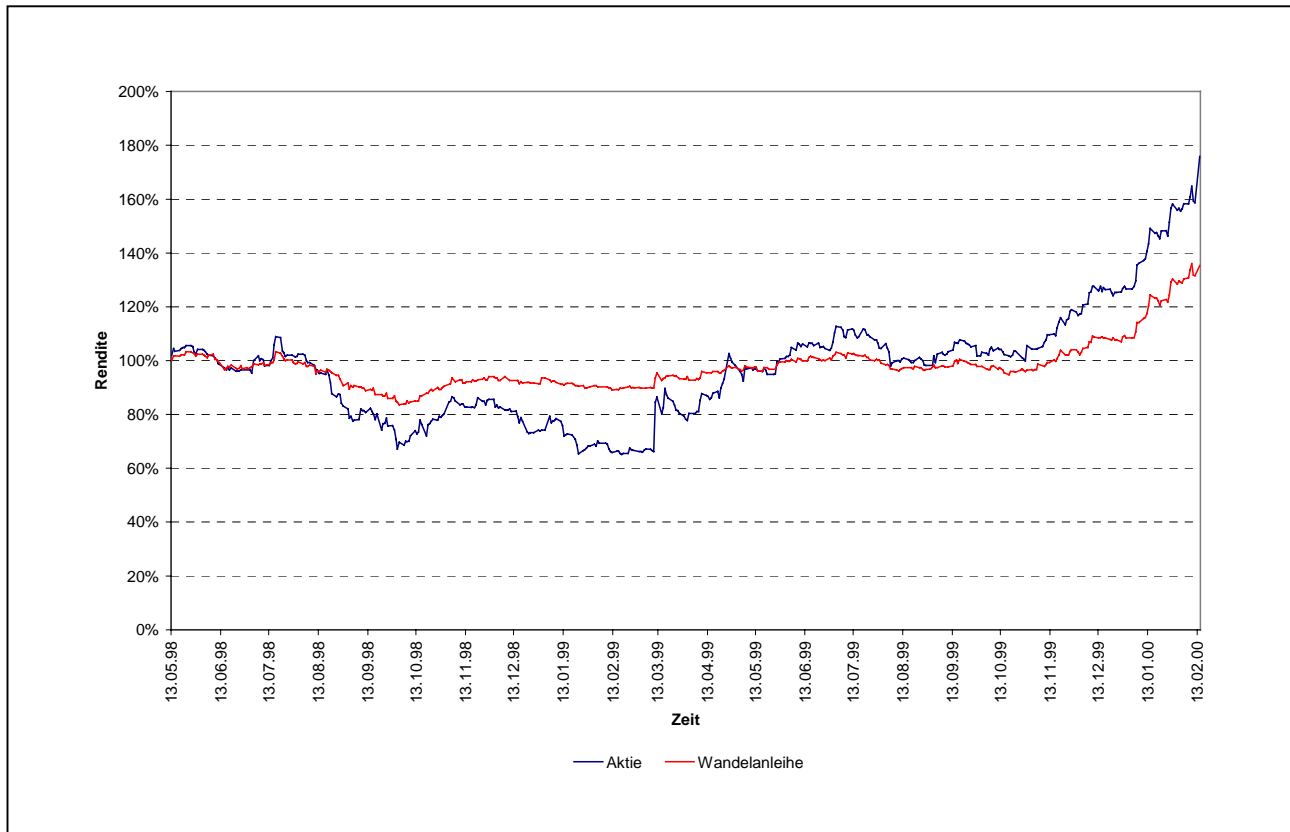


ABBILDUNG 20: Renditekurven von Aktie und Wandelanleihe Ascom 98/03⁸³

Abb. 20 zeigt einen Vergleich der Rendite der Wandelanleihe verglichen mit der Rendite des Aktienkurses. Beide Instrumente wurden auf den Emissionstag der Wandelanleihe auf 100% indiziert. In dieser Abbildung tritt nun das asymmetrische Profil und sogleich die Funktion der Absicherung dieses Instruments zu Tage. Bis Mitte März 1999 verlor die Aktie 33% an Wert, wogegen die Wandelanleihe nur einen Verlust von 9,9% hinnehmen musste.⁸⁴ Die Korrelation zwischen Aktienrendite und Rendite der Wandelanleihe betrug 84,9%. Wie bereits weiter oben erwähnt, erholte sich die Aktie rasch und setzte ab Dezember 1999 zu einem Höhenflug an. Bis Ende Februar diesen Jahres rentierte die Aktie mit 62%, währenddem die Wandelanleihe immerhin 30% Rendite abwarf. Der Verlust betrug also lediglich einen Drittel dessen der Aktie, wogegen der Gewinn immerhin die Hälfte betrug. Die Korrelation betrug in dieser Periode 99,1%, wodurch die

⁸³ Quelle: DATASTREAM.

⁸⁴ Anfang März 1999 warf die Aktie 33% Rendite ab, währenddem die Wandelanleihe mit 12,5% im Plus stand. Diese Zahlen sollen die Basis zum Vergleich mit den negativen Renditen bilden.

Asymmetrie zusätzlich unterstrichen wird. Diese Aussagen bestätigen sich auch grafisch: vor dem Mai liegt die Aktienrendite die meiste Zeit deutlich unter der Rendite der Wandelanleihe, dann folgt eine Periode des Auf und Ab und schliesslich – ab Dezember 1999– zeigt die Aktie wieder bessere Renditen, liegt also über der Wandelanleihe.

Das nächste Beispiel zeigt eine Wandelanleihe der Mikron – Mikron 2% 97/02 – welche «at-the-money» emittiert wurde. Die Wandelanleihe entrichtet Couponzahlungen in der Höhe von 2% des Nominalwerts von 2500 CHF. Die conversion ratio betrug 10.0; zusätzlich muss bei einer Wandlung pro Wandelanleihe 93 CHF in Cash bezahlt werden, was zu einem conversion price von 259.3 CHF führt. Der Emissionspreis der Wandelanleihe betrug 107,1% und der Aktienkurs notierte zu diesem Zeitpunkt mit 245 CHF. Die Gesellschaft schüttet eine jährliche Dividende von 3.25 CHF pro Aktie aus und hat das Recht in der Periode vom 12.06.1999 bis und mit Ende der Laufzeit die Wandelanleihe zum Nominalwert plus Marchzins («accrued interest») zurück zu kaufen, wenn der Aktienkurs gleich oder mehr als 130% des conversion price beträgt.

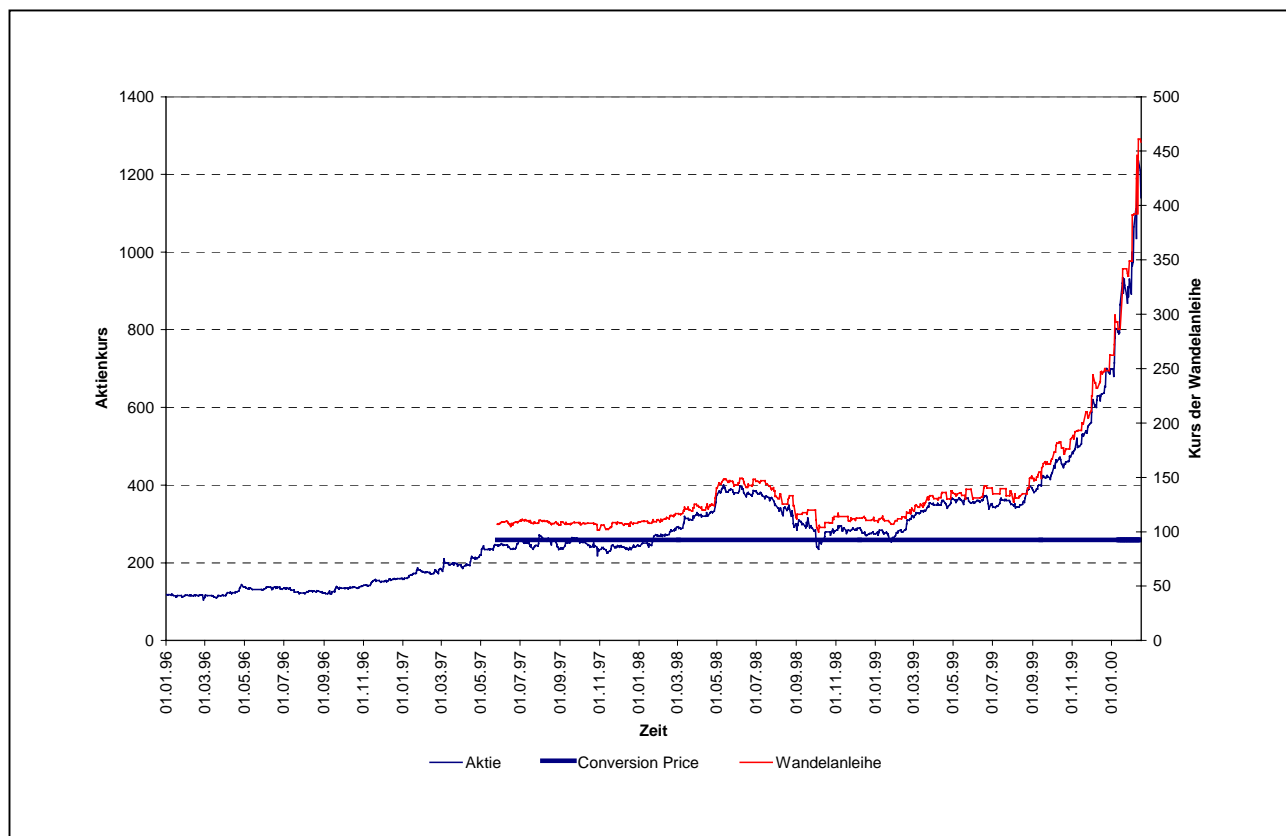


ABBILDUNG 21: Aktienkurs und Preis der Wandelanleihe Mikron 97/02⁸⁵

⁸⁵ Quelle: DATASTREAM.

Abb. 21 zeigt den Aktienkurs und die Preise der Wandelanleihe Mikron 2% 97/02. Kurz nach der Emission befindet sich die Wandelanleihe bereits im oberen Bereich der Hybrid Area («in-the-money»), wo eine hohe Korrelation der beiden Kurven vorausgesagt wird. Tatsächlich beträgt die Korrelation während der ganzen Laufzeit über 99%. Sehr schnell wechselt die Wandelanleihe mit steigenden Aktienkursen in den Bereich der Equity Area, wo eine zukünftige Wandlung als sehr wahrscheinlich gilt. Ab Anfang Juni 1999 erreicht sie sogar die Call-Area, wo ein Rückkauf der Gesellschaft zu den vereinbarten Konditionen sehr wahrscheinlich wird.

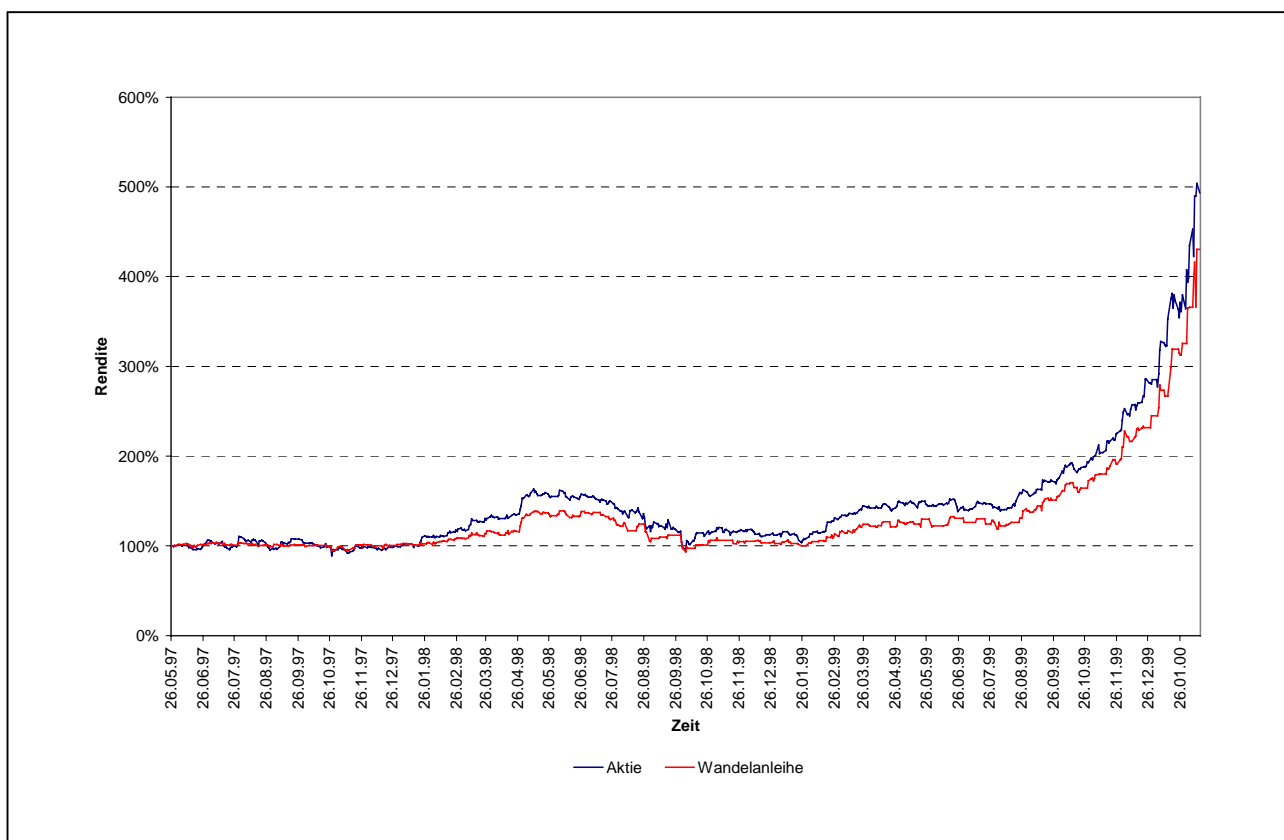


ABBILDUNG 22: Renditekurven von Aktie und Wandelanleihe Mikron 97/02⁸⁶

Abb. 22 zeigt die Renditekurven von Aktie und Wandelanleihe. Die Aktienrendite liegt fast während der ganzen Laufzeit über der Rendite der Wandelanleihe. Eine typische Erscheinung einer Wandelanleihe, welche sich «in-the-money» befindet. Bis zum Zeitpunkt des frühestmöglichen Rückrufs durch den Emittenten (Mitte Juni 1999) rentierte die Aktie mit 47.8% verglichen mit 23.3% bei der Wandelanleihe. Wie im Beispiel der Ascom 1.25 98/03 hat die Mikron 2% 97/02 in der Equity Area die Hälfte der Performance der Aktie gezeigt.

⁸⁶ Quelle: DATASTREAM.

In den ersten zwei Beispielen wurden die letzten drei Wertbereiche gemäss Abb.5 dokumentiert. Das nun folgende Beispiel der ESEC 2.25% 96/01 soll das Verhalten und die Möglichkeiten der Absicherung durch eine Wandelanleihe, welche «out-of-the-money» emittiert wurde, bei starkem Aktienkurseinbruch zeigen. Die Wandelanleihe wurde am 29.07.1996 zu 101% erstmals gehandelt. Der Nominalwert beträgt 1950 CHF und die conversion ratio liegt bei 0.33. D.h. für drei Wandelanleihen erhält der Gläubiger eine Aktie der ESEC. Daraus folgt ein conversion price von 5850 CHF pro Aktie. Die Couponzahlungen in der Höhe von 2.25 CHF werden jährlich entrichtet. Ferner wurde im Jahr 1998 noch eine Dividende von 5.98 CHF pro Aktie ausbezahlt, welche im Jahr 1999 aber gänzlich gestrichen wurde. Der Aktienkurs notierte im Emissionszeitpunkt mit 4273 CHF. Ferner besitzt die Gesellschaft das Recht die Wandelanleihe während der ganzen Laufzeit von 5 Jahren zum Nominalwert plus Marchzins («accrued interest») zurück zu kaufen, wenn der Preis der Wandelanleihe 150% des conversion price übersteigt.



ABBILDUNG 23: Aktienkurs und Preis der Wandelanleihe ESEC 96/01⁸⁷

⁸⁷ Quelle: DATASTREAM.

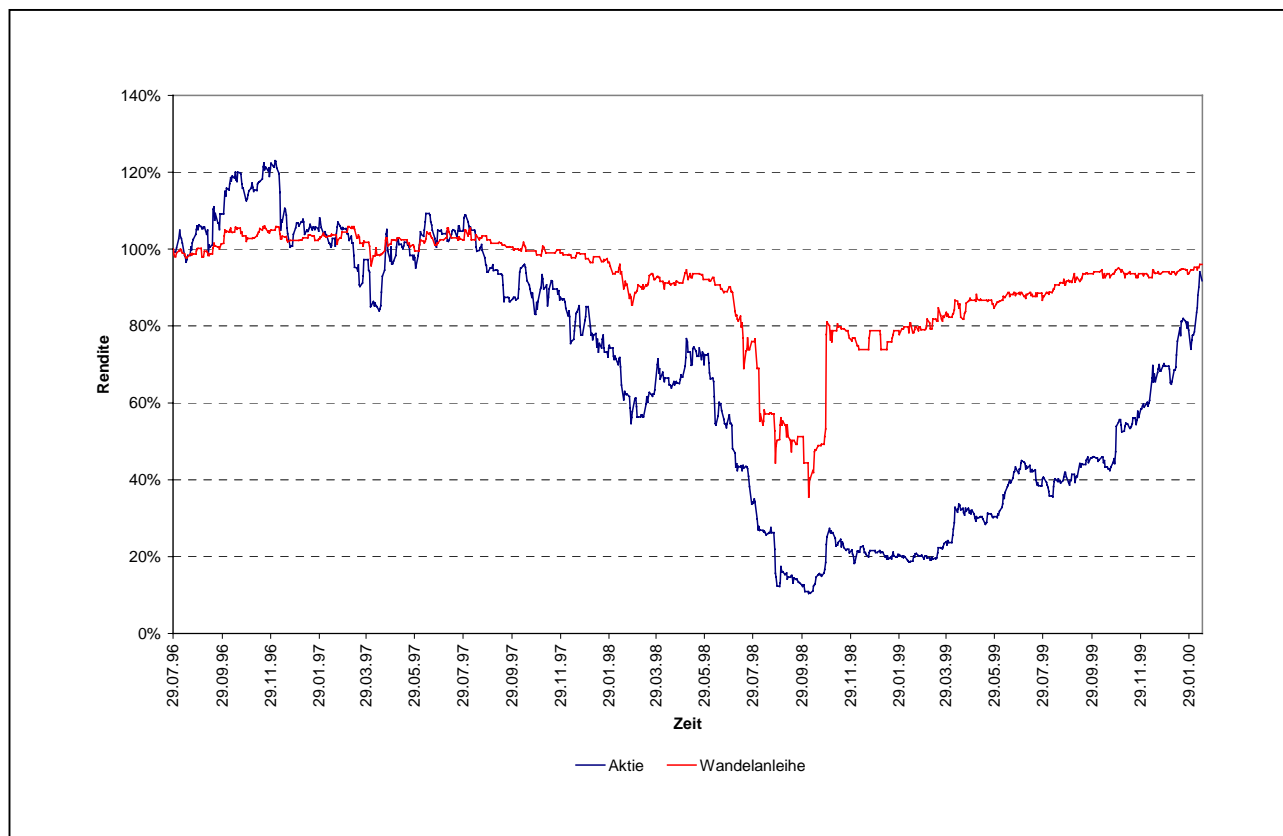


ABBILDUNG 24: Renditekurven von Aktie und Wandelanleihe ESEC 96/01⁸⁸

Abb. 23 und Abb. 24 liefern die grafische Dokumentation der nun folgenden Aussagen. Die Wandelanleihe war im Emissionszeitpunkt stark «out-of-the-money»: d.h. der Aktienkurs betrug 4273 CHF bei einem conversion price von 5850. Sie war somit einem Bond mit geringer Wahrscheinlichkeit einer Wandlung äquivalent, was gemäss Abb. 5 der Bond Area entspricht. Die Aktie entwickelte sich unter stark volatilen Verlauf seitwärts, währenddem die Wandelanleihe um den Emissionspreis von 101% leicht schwankte. Die Korrelation zwischen Aktienkurs und Preis der Wandelanleihe in dieser Periode von lediglich 62.2% bestätigt diese Aussagen. In der darauffolgenden Periode (bis Mai 1998) sank der Aktienkurs um 30%, wogegen die Wandelanleihe nur 10% an Wert einbüsste. Der Absicherungseffekt zeigte sich wieder deutlich. Die Gläubiger hielten zwar eine Waneloption deren Wert praktisch auf Null gesunken war, doch sie hatten wenigstens noch die gewöhnliche Anleihe in der Hand. Dieser «bond floor» hielt aber dem weiteren markanten Aktienkurseinbruch nicht stand, da die Gläubiger die Rückzahlung ihres Darlehens massiv gefährdet sahen und so den Bond nun mit einem viel höheren risikoadjustierten Zinssatz bewerteten, was dessen Wert stark herab stufte. Die Wandelanleihe wurde nun zu einem high-yield bond und war somit in die Junk Bond Area (vgl. Abb. 5) abgerutscht. Die Aktie verlor somit seit

⁸⁸ Quelle: DATASTREAM.

der Emission fast 90% ihres Werts, wobei die Wandelanleihe einen Verlust von 55% zu tragen hatte. Fällt ein Aktienkurs so massiv ab, so kann auch eine Absicherung gegen unten nicht mehr standhalten, da ein Konkurs der Gesellschaft nicht mehr in weiter Ferne liegt. Die Korrelation von 78.1% während der Periode von Anfang Juni 1998 bis Ende November 1998 untermauert diese Aussagen zusätzlich. Im weiteren Verlauf erholte sich die Aktie rasch und zeigte am Ende des Betrachtungszeitraums noch lediglich einen Verlust von 8% des Werts bei Emission der Wandelanleihe. Die Wandelanleihe hatte eine geringen Verlust von 4% in Kauf zu nehmen. Auch in diesem dritten Beispiel zeigt die Wandelanleihe eine Absicherung gegen unten, die allerdings zeitweise durch das massive Absinken des Aktienkurses Mitte 1998 durchbrochen wurde. Jedoch lag die Rendite der Wandelanleihe auch in dieser Periode stets massiv über der Rendite der Aktie (vgl. Abb. 24).

5.3. Resultate

Im diesem dritten Teil bestätigt sich in der empirischen Untersuchung das duale Verhalten der Wandelanleihe und somit ihr asymmetrisches Verhalten. Sie partizipiert an steigenden Kursen der Aktie (Eigenkapital-Komponente), bei einer gleichzeitigen Absicherung gegen negative Kurse (Fremdkapital-Komponente). Es konnte gezeigt werden, dass die Rendite der Wandelanleihe oft nicht weit hinter derjenigen der Aktie zurück liegt und die Wandelanleihe eine gewisse Absicherung gegenüber einer negativen Entwicklung des Aktienkurses bieten kann. Fällt die Aktie jedoch sehr stark ab und ist somit die Zukunft der Gesellschaft in ernster Gefahr, wird diese Absicherung durchbrochen und es entstehen hohe, negative Renditen auf der Wandelanleihe. Ferner wurden die Aussagen zu den Wertbereichen, welche eine Wandelanleihe durchlaufen kann und somit die verschiedenen Eigenschaften bezüglich Partizipation an der Rendite des Aktienkurses gezeigt und bestätigt. Die Korrelation wurde zu diesem Zwecke angewandt.

Interviewverzeichnis

BODMER, DR. DAVID: Equity Derivatives Advisory Desk of EXANE, Geneva (Switzerland).

HIESTAND, STEFAN: Managing Director of Jefferies (Switzerland) Ltd, Zurich (Switzerland).

HOPE, ADRIAN: Director of Jefferies International Ltd, London (England).

Literaturverzeichnis

- ASQUITH, P. / MULLINS, D. (1991):** Convertible Debt: Corporate Call Policy, in: Journal of Finance, 46 (September 1991), S. 1273-1290.
- ASQUITH, P. (1995):** Convertible Bonds are not Called Late, in: Journal of Finance, 50 (September 1995), S. 1275-1289.
- BILLINGSLEY, R. S. / SMITH, D. M. (1996):** Why do Firms issue Convertible Debt?, in: Financial Management, 25 (Summer 1996), S. 93-100.
- BLACK, F. (1976):** The Pricing of Commodity Contracts, in: Journal of Financial Economics, 3 (1976), S. 167-179.
- BLACK, F. / SHOLES, M. (1973):** The Pricing of Options and Corporate Liabilities, in: Journal of Political Economy, 81 (May-June 1973), S. 637-654.
- BODMER, D. (1999):** Fünfer und Weggli für unsichere Zeiten, in: Neue Zürcher Zeitung, 23.12.1999.
- BOYD (1999):** Buy Convertible Bonds to Limit Common-Stock Downside Risk, in: Capital District Business Review, 26 (January 1999), S. 35.
- BREALEY, R. A. / MYERS, S. C. (2000):** Principles of Corporate Finance, McGraw-Hill Companies, Inc.
- BRENNAN, M. J. / SCHWARTZ, E. S. (1977A):** Convertible Bonds: Valuation and Optimal Strategies for Call and Conversion, in: Journal of Finance, December 1977, S. 1699-1715.
- BRENNAN, M. J. / SCHWARTZ, E. S. (1977B):** The Valuation of American Put Options, in: Journal of Finance, 32 (1977), S. 449-462.
- BRENNAN, M. J. / SCHWARTZ, E. S. (1980):** Analyzing Convertible Bonds, in: Journal of Financial and Quantitative Analysis, November 1980, S. 907-929.
- BRENNAN, M. J. / SCHWARTZ, E. S. (1982):** An Equilibrium Model of Bond Pricing and a Test of Market Efficiency, in: Journal of Financial and Quantitative Analysis, 17 (1982), S. 301-329.
- BRENNAN, M. J. / SCHWARTZ, E. S. (1988):** The Case for Convertibles, in: Journal of Applied Corporate Finance, 1 (Summer 1988), S. 55-64.

- BRIGHAM, E. F. (1966):** An Analysis of Convertible Debentures, in: Journal of Finance, March 1966, S. 35-54.
- CARAYANNOPOULOS, P. (1996):** Valuing Convertible Bonds under the Assumption of Stochastic Interest Rates: An Empirical Investigation, in: Quarterly Journal of Business & Economics, 35 (Summer 1996), S. 17-32.
- CONNOLLY, K. B. (1999):** Pricing Convertible Bonds, John Wiley & Sons, New York..
- CONSTANTINIDES, G. (1984):** Warrant Exercise and Bond Conversion in Competitive Markets, in: Journal of Financial Economics, September 1984, S. 371-398.
- COPELAND, T. E. / WESTON, J. F. (1992):** Financial Theory and Corporate Policy, Addison Wesley Publishing Company.
- COX, J.C. / ROSS S. A. (1976):** The Valuation of Options for alternate stochastic Processes, in: Journal of Financial Economics, 3 (1976), S. 145-166.
- COX, J.C. / ROSS S. A. / RUBINSTEIN, M. (1979):** Option Pricing: A Simplified Approach, in: Journal of Financial Economics, September 1979, S. 229-263.
- COX, J. C. / RUBINSTEIN, M. (1986):** Options Markets, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- DATTA, S. / ISKANDER-DATTA, M. (1996):** New Evidence on the Valuation Effects of Convertible Bond Calls, in: Journal of Financial & Quantitative Analysis, 31 (June 1996), S. 295-308.
- EUROMONEY (1999):** Convertible Bonds, EUROMONEY, November 1999, S. 110-116.
- EXANE (1999):** European Convertible Bonds, EXANE Convertibles Research, September 1999, Genf.
- FABOZZI, F. J. (1989):** Advances and Innovations in Bond and Mortgage Markets, Probus Publishing, Chicago.
- FABOZZI, F. J. (1995A):** The Handbook of Fixed Income Securities, Irwin Professional Publishing, Burr Ridge, IL.
- FABOZZI, F. J. (1995B):** Valuation of Fixed Income Securities and Derivatives, PA: Frank J. Fabozzi Associates, New Hope.
- FABOZZI, F. J. (1996):** Bond Markets, Analysis and Strategies, 3rd edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

- GALAI, D. / SCHNELLER, M. A. (1978):** Pricing of Warrants and the Value of the Firm, in: Journal of Finance, 33 (December 1978), S. 1333-1342.
- GOLDMAN SACHS (1994):** Valuing Convertible Bonds as Derivatives, in: Quantitative Strategies Research Notes, Goldman Sachs, November 1994.
- GOULD, G. P. / GALAI, D (1974):** Transactions Costs and the Relationship between Put and Call Prices, in: Journal of Financial Economics, 1 (1974), S. 105-129.
- HERZOG, H. (1991):** Options- und Wandelanleihen schweizerischer Gesellschaften, Haupt, Bern.
- HULL, J.C. (1999):** Options, Futures and other Derivatives, 3rd edition, Prentice Hall International Editions, London.
- INGERSOLL, J. E. (1977A):** A Contingent-Claims Valuation of Convertible Securities, in: Journal of Financial Economics, May 1977, S. 289-322.
- INGERSOLL, J. E. (1977B):** An Examination of Corporate Call Policies on Convertible Securities, in: Journal of Finance, May 1977a, S. 463-478.
- JENNINGS, E. H. (1974):** An Estimate of Convertible Bond Premiums, in: Journal of Financial and Quantitative Analysis, January 1974, S. 33-56.
- JENSEN, M. C. / MECKLING, W. C. (1976):** Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Capital Structure, in: Journal of Financial Economics, 3 (1976), S. 305-360.
- KLEMKOSKY, R. C. / RESNICK, B. G. (1980):** An Ex-ante Analysis of Put-Call Parity, in: Journal of Financial Economics, 8 (1980), S. 363-378.
- KRAUS, A. / SMITH, M. (1993):** A Simple Multifactor Term Structure Model, in: The Journal of Fixed Income, (September 1993), S. 19-23.
- LEWIS, C. M. / ROGALSKI, R. J. (1999):** Is Convertible Debt a Substitute for Straight Debt or for Common Equity?, in: Financial Management, 28 (Autumn 1999), S. 5-28.
- LONGSTAFF, F. A. / SCHWARTZ, E.S. (1992):** A Two-factor Interest Rate Model and Contingent Claims Valuation, in: Journal of Fixed Income, 3 (1992), S. 16-23.
- LONGSTAFF, F. A. / SCHWARTZ, E.S. (1993):** Implementation of the Longstaff-Schwartz Interest Rate Model, in: The Journal of Fixed Income, (September 1993), S. 7-14.
- LONGSTAFF, F. A. / SCHWARTZ, E.S. (1995):** A Simple Approach to Valuing Risky Fixed and Floating Rate Debt, in: Journal of Finance, (1995), S.789-819.

- LUMMER, S. L. / RIEPE, M. W. (1993):** Convertible Bonds as an Asset Class: 1957-1992, in: The Journal of Fixed Income, (September 1993), S. 47-56.
- MERTON, R. C. (1973A):** The Relationship between Put and Call Prices: Comment, in: Journal of Finance, 28 (March 1973), S. 183-184.
- MERTON, R. C. (1973B):** Theory of Rational Option Pricing, in: Bell Journal of Economics and Management Science, 4 (Spring 1973), S. 141-183.
- MERTON, R. C. (1974):** On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates, in: Journal of Finance, 29 (1974), S. 449-470.
- NYBORG (1996):** The Use and Pricing of Convertible Bonds, in: Applied Mathematical Finance, 3 (1996), S. 167-190.
- PARKINSON, M. (1977):** Option Pricing: The American Put, Journal of Business, 50 (1977), S. 21-36.
- RENDLEMAN, R. J. / BARTTER, B. J. (1979):** Two-State Option Pricing, in: Journal of Finance, December 1979, S. 1093-1110.
- ROLL, R. (1977):** An Analytic Valuation Formula for Unprotected American Call Options on Stocks with Known Dividends, in: Journal of Finance, (1977), S. 251-258.
- SCHLAG, CHR. (1995):** Bewertung derivativer Finanztitel in zeit- und zustandsdiskreten Modellen, Gabler, Wiesbaden.
- SCHWARTZ, E. S. (1977):** The Valuation of Warrants: Implementing a New Approach, in: Journal of Financial Economics, 4 (January 1977), S. 79-93.
- SHARPE, W. F. (1981):** Investments, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- SMITH, C. W. (1976):** Option Pricing: A Review, in: Journal of Financial Economics, 3 (March 1976), S. 3-51.
- STEIN, J. (1992):** Convertible Bonds as Backdoor Equity Financing, in: Journal of Financial Economics, 32 (1992), S. 3-21.
- STOLL, H. R. (1969):** The Relationship between Put and Call Option Prices, in: Journal of Finance, (December 1969), S. 802-824.
- STOLL, H. R. (1973):** The Relationship between Put and Call Option Prices: Reply, in: Journal of Finance, , 28 (March 1973), S. 185-187.

TSIVERIOTIS, K. / FERNANDES, C. (1998): Valuing Convertible Bonds with Credit Risk, in: Journal of Fixed Income, 8 (September 1998), S. 95-103.

VASICEK, O. (1977): An Equilibrium Characterization of the Term Structure, in: Journal of Financial Economics, 5 (1977), S. 177-188.

VOLKART, R. (2000): Unternehmensfinanzierung und Kreditpolitik, Versus, Zürich.

WILMOTT, P. (1998): Derivatives: The Theory and Practice of Financial Engineering, John Wiley & Sons, New York.

ZWYSSIG, M. (1992): Pricing von Options- und Wandelanleihen aus finanzwirtschaftlicher Sicht, Haupt, Bern.