

Hofmann, Maurice; Rottmann, Horst

Working Paper

Die Bewertung von Aktienanleihen mit Barriere: Eine Fallstudie für die Easy-Aktienanleihe der Deutschen Bank

Weidener Diskussionspapiere, No. 55

Provided in Cooperation with:

University of Applied Sciences Amberg-Weiden (OTH)

Suggested Citation: Hofmann, Maurice; Rottmann, Horst (2016) : Die Bewertung von Aktienanleihen mit Barriere: Eine Fallstudie für die Easy-Aktienanleihe der Deutschen Bank, Weidener Diskussionspapiere, No. 55, ISBN 978-3-937804-57-6, Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden (OTH), Weiden i.d.OPf.

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/128471>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Die Hochschule im Dialog:

Die Bewertung von Aktienanleihen mit Barriere

Eine Fallstudie für die Easy-Aktienanleihe der Deutschen Bank

Maurice Hofmann

Horst Rottmann

Die Bewertung von Aktienanleihen mit Barriere

Eine Fallstudie für die Easy-Aktienanleihe der Deutschen Bank

Maurice Hofmann¹ & Horst Rottmann^{2,3}

Zusammenfassung:

Dieser Aufsatz beschäftigt sich mit der fairen Bewertung einer von der Deutschen Bank AG emittierten Aktienanleihe mit Barriere, die als „Easy-Aktienanleihe“ (ISIN: DE000XM6XYZ2) am Markt angeboten wird. Da Aktienanleihen mit Barriere strukturierte Produkte sind, zerlegen wir diese hierfür in einen Straight Bond und eine Short-Position in einem europäischen Put mit identischer Barriere. Bei der Bewertung des Puts liegt der Schwerpunkt vor allem auf der Schätzung der Volatilität der unterliegenden Aktie. Wir verwenden vier verschiedene Zeiträume, um die Volatilität der dem Put zugrundeliegenden Aktie der Allianz SE jeweils mit einem einfachen gewichteten Durchschnitt, exponentiell gewichteten Durchschnitt, GARCH- und T-GARCH-Modell zu schätzen. Wir kommen zu dem Ergebnis, dass die plausibelsten Schätzungen der Volatilität zwischen 20 % und 25 % liegen und sich der Aufschlagsfaktor auf den Nennwert der Easy-Aktienanleihe zwischen -0,2 % und 2,3 % bewegt. Dieses Ergebnis liegt unterhalb bisheriger empirischer Schätzungen für den Aufschlagsfaktor von Aktienanleihen und wird nur unwesentlich von geänderten Annahmen bezüglich des risikolosen Zinssatzes oder der erwarteten Dividende beeinflusst. Möglicherweise ist dies auf die steigende Popularität von Aktienanleihen, der erhöhten Markttransparenz und dem daraus resultierenden Wettbewerbsdruck zurückzuführen.

Schlüsselwörter: Aktienanleihe, Barriere Option, Down-and-In Put, GARCH, Volatilität, Aufschlagsfaktor

JEL-Code: G13, C58, G14

¹Julius-Maximilians-Universität Würzburg

²Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden (OTH-AW),

³ifo Institut Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München

Abstract:

This paper estimates the fair value of a barrier reverse convertible bond on Allianz SE marketed as "Easy-Aktienanleihe" (ISIN: DE000XM6XYZ2), issued by Deutsche Bank AG. As barrier reverse convertible bonds are structured products, we decompose it for its valuation into a straight bond and a short position in a European put with a similar barrier. In the pricing of the put option, special attention is devoted to the estimation of the volatility for the underlying stock. We analyze observed daily yields for four different timeframes to estimate the resulting volatility of the stock for Allianz SE using estimation through a simple moving average, an exponentially weighted average, a GARCH-, and a T-GARCH-Model. We find that the most plausible estimates for this volatility lie between 20 % and 25 %, implying a mark-up on the fair value of the "Easy-Aktienanleihe" ranging between -0.2 % and 2,3 %. This result lies below previous empirical findings on the mark-up for reverse convertible bonds and is robust to small changes in the presumed risk free interest rate or dividend paid by the underlying stock. It is conceivable that this is due to the increasing popularity of reverse convertible bonds and the therefore resulting increase in market competition.

Keywords: Reverse Convertible, Barrier Option, Down-and-In Put, GARCH, Volatility, Overpricing

1. Einleitung:

Aktienanleihen werden in der öffentlichen Wahrnehmung vor allem mit ihrem vergleichsweise hohen Kupon verbunden und haben daher in den letzten Jahren aufgrund der anhaltenden Niedrigzinspolitik der EZB bei Anlegern an Beliebtheit gewonnen. Während der risikofreie jährliche Zinssatz aktuell mit näherungsweise 0 % veranschlagt wird, sind Aktienanleihen je nach Typ und in Abhängigkeit vom zugrundeliegenden Basiswert nicht selten mit Kupons von 5 % p.a. oder mehr ausgestattet. Dies hat in der Konsequenz dazu geführt, dass der Marktanteil von Aktienanleihen seit Ende 2007 (31.12.2007) am Zertifikatemarkt von lediglich 0,9 % bis zum 31.08.2015 auf 12,3 % angestiegen ist (Deutscher Derivate Verband (DDV) 2015). Der hohe Kupon für Aktienanleihen im Vergleich zur marktüblichen Verzinsung resultiert dabei aus dem bei dieser Anlageform unbegrenzten Verlustrisiko des Anlegers und seinem Verzicht auf Dividenden aus der zugrundeliegenden Aktie (Basiswert). Die möglichen Verluste für den Anleger entstehen aus dem Recht des Emittenten bei Fälligkeit nicht notwendigerweise den Nominalbetrag zurückzahlen zu müssen, sondern alternativ dem Anleger eine bei der Emission festgelegte Anzahl (Bezugsverhältnis BV) von Aktien zu liefern. Liegt der Wert der zu liefernden Aktien unterhalb des Nennwerts der Anleihe wird ein rationaler Emittent die Aktien im vorgegebenen Bezugsverhältnis andienen.

An der Börse in Frankfurt werden aktuell mehr als 100.000 verschiedene Aktienanleihen angeboten. Diese Zahl beinhaltet neben herkömmlichen Aktienanleihen auch weitere Formen wie Aktienanleihen mit Barrieren, mehreren Basiswerten oder auch Indexanleihen. Die Popularität von Aktienanleihen beschränkt sich allerdings nicht nur auf Deutschland: An der Börse in Zürich haben Aktienanleihen im Oktober 2015 einen Marktanteil von mehr als 20 % am schweizer Zertifikatemarkt (Six Swiss Exchange 2015). Mit zusammen mehr als 47.000 emittierten Aktienanleihen und einem Marktanteil von ca. 44 % sind die Bank Vontobel, BNP Paribas und die Deutsche Bank AG die größten Emittenten von Aktienanleihen in Deutschland (Börse Frankfurt 2015). Die Laufzeit von Aktienanleihen beträgt meistens ein bis zwei Jahre, die unterliegenden Basiswerte sind dabei in der Regel große einheimische Unternehmen. Mit der zusätzlichen Emission von Aktienanleihen mit Barriere versuchen Banken in den vergangenen Jahren vor allem defensivere Anleger anzusprechen, für die durch die Berücksichtigung der zusätzlichen Barriere das Verlustrisiko reduziert wird. Am weitesten verbreitet sind solche Barrieren für Aktienanleihen bei denen der Emittent bei Fälligkeit nur dann die Rückzahlung in Aktien im vorgegebenen Bezugsverhältnis anstelle des Nominalbetrags leisten darf, wenn der Aktienkurs während der gesamten Laufzeit bis zur Fälligkeit zu einem Messzeitpunkt mindestens einmal die Barriere berührt oder unterschritten hat. Da die Barriere in der Regel unterhalb des Basispreises liegt, ist der Anleger nun gegen moderate Kursschwankungen geschützt.

Je nach Position der Barriere und Volatilität des Basiswertes sieht er sich nun einem unterschiedlich großem Verlustrisiko infolge temporärer Kurseinbrüche gegenüber.

Bei der in diesem Aufsatz betrachteten „Easy-Aktienanleihe“ der Deutschen Bank handelt es sich um eine spezielle Form einer Aktienanleihe mit Barriere. Es kommt hierbei lediglich auf den Aktienkurs bei Fälligkeit an: Nur wenn dieser auf oder unterhalb der Barriere liegt, darf die Deutsche Bank AG als Emittent ihr Wahlrecht bei der Rückzahlung ausüben. Der Anleger ist somit gegen Kurseinbrüche während der Laufzeit der Aktienanleihe abgesichert, nicht jedoch gegen einen unvorhergesehenen niedrigen Kurs bei Fälligkeit. Am Beispiel der zum 21.09.2015 emittierten „Easy-Aktienanleihe“ auf die Allianz SE (ISIN: DE000XM6XYZ2) mit dem Nennbetrag von 1000,00 € und einem Kupon von 5 % bei einer Laufzeit von einem Jahr wird im Folgenden der theoretisch faire Preis dieser Aktienanleihe mit dem tatsächlichen Emissionspreis verglichen. Wilkens et al. (2003) oder Stoimenov und Wilkens (2005) haben beispielsweise gezeigt, dass im deutschen Zertifikatemarkt Aktienanleihen tendenziell relativ teuer angeboten werden. Um dies für die „Easy-Aktienanleihe“ zu untersuchen, wird dazu im zweiten Abschnitt das grundlegende Vorgehen zur Bewertung solcher Aktienanleihen beschrieben. Im darauffolgenden Abschnitt wird die Volatilität der unterliegenden Allianz-Aktie abgeschätzt. Jene wird im vierten Abschnitt für die Bestimmung des fairen Preises der Aktienanleihe benötigt. Der so ermittelte Preis wird schließlich mit den tatsächlichen Konditionen der Deutschen Bank verglichen.

2. Bewertung von Aktienanleihen:

Bei der Bewertung von Aktienanleihen folgen wir im Wesentlichen dem Vorgehen von Szymanowska et al. (2009) und nutzen aus, dass es sich bei einer Aktienanleihe um ein strukturiertes Finanzprodukt handelt. In der klassischen Form kann eine Aktienanleihe in den Kauf eines Straight Bonds mit gleichem Kupon C und Nennbetrag N wie die Aktienanleihe selber und dem Verkauf der über das Bezugsverhältnis BV bestimmten Anzahl an Plain-Vanilla Puts auf den zugrunde liegenden Basiswert der Aktienanleihe (Short Put) zerlegt werden. Sowohl der Straight Bond als auch die verkauften Puts müssen dabei die selbe Fälligkeit wie die zugrundeliegende Aktienanleihe haben. Da sich die Bonität des Emittenten im Kurs und in der Effektivverzinsung von Straight Bonds widerspiegelt, muss der Emittent des Straight Bonds entweder identisch mit dem der Aktienanleihe sein oder zumindest über ein gleiches Rating verfügen. Der faire Preis V_A einer Aktienanleihe ergibt sich dann gerade als Differenz zwischen dem Wert des Straight Bonds am Emissionstag V_{SB} und der aus dem Verkauf der Puts erhaltenen Prämie V_{Put} :

$$V_A = V_{SB} - BV \cdot V_{Put} \quad (1)$$

Wenn kein Straight Bond mit entsprechender Fälligkeit und gleichem Kupon am Markt gehandelt wird, kann die Endfälligkeitsrendite r_e eines Straight Bonds mit

identischem Rating und näherungsweise gleicher Laufzeit zur Bewertung der Aktienanleihe herangezogen werden. Der faire Preis einer Aktienanleihe mit einer Laufzeit von einem Jahr kann dann bestimmt werden, indem Nennwert und Kupon der Aktienanleihe mit der Endfälligkeitsrendite r_e auf den Emissionstag abdiskontiert werden:

$$V_A = \frac{N + C}{(1 + r_e)} - BV \cdot V_{Put} \quad (2)$$

Für den Wert des implizit in einer klassischen Aktienanleihe enthaltenen Plain-Vanilla Puts kann entweder auf einen am Markt gehandelten Put mit gleichem Basiswert und gleicher Fälligkeit zurückgegriffen werden oder der faire Preis mit Hilfe der Black-Scholes Formel berechnet werden:

$$V_{Put} = e^{-r_f T} [KN(-d_2) - S_0^{ber} N(-d_1)] \quad (3)$$

mit

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0^{ber}}{K}\right) + \left(r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Hierbei sind r_f , σ und K jeweils der risikofreie Zinssatz, die Volatilität der unterliegenden Aktie und der Basispreis des Puts. $N(x)$ stellt die Standardnormalverteilung an der Stelle x dar. T gibt die Fälligkeit des Puts an, die hier der Laufzeit der Aktienanleihe entsprechend ein Jahr beträgt. $S_0^{ber} = S_0 - D \cdot e^{-r_f T}$ gibt dabei für den Emissionstag einen um die während der Laufzeit anfallenden Dividendenzahlungen D bereinigten Kurs S_0 des Basiswertes wieder. Häufig wählen die Emittenten als Basispreis den Kurs des Basiswertes am Emissionstag ($K = S_0$), womit sich dann BV gerade als N/S_0 ergibt.

Da die in einer Aktienanleihe implizit enthaltene Short-Position in einem europäischen Put dem Emittenten das Recht gibt, bei Fälligkeit entweder die festgelegte Anzahl an Aktien oder den Nominalbetrag zu liefern, sieht sich der Käufer einer Aktienanleihe bei einem Kursverfall der Aktie einem (unbegrenzten) Verlustrisiko gegenüber. Dieses Verlustrisiko wird mit der Optionsprämie V_{Put} abgegolten und führt im Vergleich zur marktüblichen Rendite r_e zu einem überdurchschnittlichen Kupon C , falls die Anleihe zum Nennwert emittiert wird. Die hier zu analysierende Aktienanleihe wurde zum Nennwert emittiert. Der Kupon, den der Anleger auf jeden Fall erhält, stellt gleichzeitig die Renditeobergrenze beim Kauf einer Aktienanleihe dar, da ein rationaler Emittent nur Aktien liefert, wenn der Aktienkurs bei Fälligkeit unterhalb des

Basispreises liegt. Der Halter einer Aktienanleihe wird somit nie an einer positiven Kursentwicklung des Basiswertes partizipieren können (siehe linker Teil Abbildung 1).

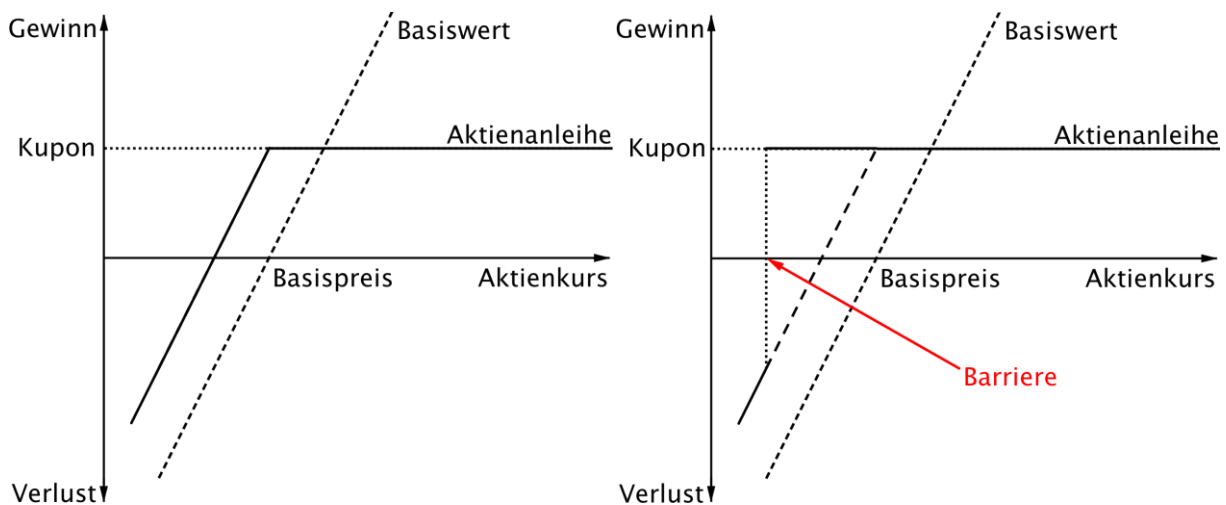


Abbildung 1: Gewinne und Verluste von Aktienanleihen (modifiziert entnommen aus Hull 2015)

Die „Easy-Aktienanleihe“ unterscheidet sich von einer klassischen Aktienanleihe nun dadurch, dass es sich bei der implizit in der Aktienanleihe enthaltenen Put Option um eine Barriere Option handelt. Bei Fälligkeit muss jetzt eine Barriere H unterhalb des Basispreises berührt oder unterschritten werden, bevor die Deutsche Bank AG als Emittent von ihrem Rückzahlungswahlrecht Gebrauch machen kann. Wie im rechten Teil von Abbildung 1 dargestellt, ist der Halter einer Aktienanleihe mit Barriere im Gegensatz zur herkömmlichen Aktienanleihe (gestrichelte Linie) nun also bei Fälligkeit gegen leichte Kurseinbrüche oberhalb der Barriere abgesichert. Unterschreitet der Aktienkurs nun allerdings die Barriere, geht dies unmittelbar mit großen Verlusten für den Anleger einher. Da die benötigten Barriere Optionen gewöhnlich nicht an den Börsen gehandelt werden (Baule und Tallau 2011), muss der Wert der enthaltenen Barriere Option geschätzt werden. Hier bietet es sich an, die von Rubinstein und Reiner (1991) entwickelte geschlossene Lösungsformel heranzuziehen. Für den in der „Easy-Aktienanleihe“ implizit enthaltenen Down-and-In Put mit Barriere H ergibt sich:

$$V_{Down/In} = -S_0^{ber} N(-x) + K e^{-rT} N(-x + \sigma\sqrt{T}) + S_0^{ber} \left(\frac{H}{S_0^{ber}}\right)^{2\lambda} [N(y) - N(y_1)] - K e^{-rT} \left(\frac{H}{S_0^{ber}}\right)^{2\lambda-2} [N(y - \sigma\sqrt{T}) - N(y_1 - \sigma\sqrt{T})] \quad (4)$$

mit

$$\lambda = \frac{r_f + \frac{\sigma^2}{2}}{\sigma^2} \quad y = \frac{\ln\left(\frac{H^2}{S_0^{ber} K}\right)}{\sigma\sqrt{T}} + \lambda\sigma\sqrt{T}$$

$$x = \frac{\ln\left(\frac{S_0^{ber}}{H}\right)}{\sigma\sqrt{T}} + \lambda\sigma\sqrt{T} \quad y_1 = \frac{\ln\left(\frac{H}{S_0^{ber}}\right)}{\sigma\sqrt{T}} + \lambda\sigma\sqrt{T}$$

„Down“ bezieht sich hier auf die Position der Barriere relativ zum Basispreis und „In“ gibt an, dass die Option nur aktiv ist, wenn die Barriere zu einem der Messzeitpunkte berührt oder unterschritten wurde. Die Lösungsformel von Rubinstein geht allerdings von einer kontinuierlichen Messung des Aktienkurses aus, während bei der „Easy-Aktienanleihe“ die Barrierebedingung nur am Laufzeitende überprüft wird. Deshalb wird hierfür die von Broadie, Glasserman und Kou (1997) für diskrete Messzeitpunkte modifizierte Lösungsformel für einen Down-and-In Put verwendet. Die Barriere H wird dabei durch

$$H' = H e^{-0.5826\sigma\sqrt{T/m}} \quad (5)$$

ersetzt. Dabei gibt m die Anzahl der Messzeitpunkte an und muss im Fall der „Easy Aktienanleihe“ dementsprechend auf m = 1 gesetzt werden. Um den fairen Preis der Aktienanleihe mit ihrem Emissionspreis zu vergleichen, berechnen wir mit der Differenz zwischen dem Nennwert N und dem fairen Preis V_A der Aktienanleihe den Aufschlagsfaktor AF:

$$AF = \frac{N - V_A}{V_A} \quad (6)$$

3. Volatilitätsschätzung für die Aktie der Allianz SE

Um den fairen Preis für den in der Aktienanleihe implizit enthaltenen Down-and-In Put berechnen zu können, müssen die Parameter in Gleichung (4) geschätzt werden. Die schwierigste Aufgabe stellt dabei die Schätzung der Volatilität dar.

Die empirische Literatur zur Bewertung von strukturierten Finanzprodukten verwendet zur Abschätzung der Volatilität neben statistischen Methoden vor allem die implizite Volatilität (Burth et al. 2001, Stoimenov und Wilkens 2005). Aus den am

Markt beobachteten Prämien für Plain-Vanilla Optionen auf den entsprechenden Basiswert wird dabei mithilfe des Black-Scholes-Modells die implizite Volatilität abgeleitet.¹ Es wird dabei unterstellt, dass die mit Hilfe von Plain-Vanilla Puts ermittelte implizite Volatilität für die Bewertung von Down-and-In Puts herangezogen werden kann. Die verwendeten Plain-Vanilla Optionen sollen also über möglichst ähnliche Parameter verfügen wie die implizit in der „Easy-Aktienanleihe“ enthaltene Down-and-In Put-Option. Problematisch ist dabei vor allem die Annahme über den Basispreis K des Plain-Vanilla Puts, da der Down-and-In Put neben dem Basispreis zusätzlich von der Barriere H abhängt (Baule und Tallau 2011). Bei der „Easy-Aktienanleihe“ liegt diese Barriere bei $H = 109,92 \text{ €}$ und der Basispreis beläuft sich auf $K = 139,15 \text{ €}$. Wir verwenden daher zur Schätzung der impliziten Volatilität der Aktie der Allianz SE (ISIN: DE0008404005) zwei verschiedene Plain-Vanilla Puts mit Fälligkeit zum 16.09.2016. Einen mit Basispreis $K = 140,00 \text{ €}$ zu einem Preis von $5,18 \text{ €}$ und einen weiteren mit Basispreis $K = 115,00 \text{ €}$ in der Nähe der Barriere der „Easy-Aktienanleihe“ und Preis $15,65 \text{ €}$.² Unterstellt man eine gegenüber dem Vorjahr gleichbleibende Dividende $D = 6,85 \text{ €}$ pro Aktie der Allianz SE und verwendet als risikofreien Zinssatz $r_f = 0 \text{ %}$ resultiert daraus eine implizite Volatilität für die Aktie der Allianz SE von $\hat{\sigma} = 0,2418$ ($K = 115 \text{ €}$) bzw. $\hat{\sigma} = 0,2101$ ($K = 140 \text{ €}$).³ In der höheren Volatilität der Put-Option, die weit aus dem Geld ist, spiegelt sich der bekannte Volatility-Smirk für Aktienoptionen wieder (Hull 2015).

Die Annahme eines risikolosen Zinssatzes von 0 % kann durch den Geldmarktsatz des Interbankenmarktes begründet werden. Am 21. September 2015 betrug der 12-Monats Euribor $0,16 \text{ %}$. Allerdings bestehen seit der Banken- und Finanzkrise Zweifel, ob ein Interbankenmarktsatz als risikoloser Zins interpretiert werden kann. Verwendet man die von der Bundesbank für den 21.09.2015 berechnete Zinsstrukturkurve für börsennotierte Bundeswertpapiere (Pfandbriefe) mit einer Restlaufzeit von einem Jahr erhält man mit einem Zinssatz von $-0,26 \text{ %}$ ($0,14 \text{ %}$) ein ähnliches Ergebnis. Auch für Tagesgeldanlagen erhalten Sparer im September 2015 bei deutschen Banken durchschnittlich $0,14 \text{ %}$ (Deutsche Bundesbank 2015a). Berücksichtigt man, dass in Deutschland Spareinlagen durch die verschiedenen Einlagensicherungssysteme der Banken geschützt und bis zu einem Volumen von 100.000 € EU-weit jeweils staatlich garantiert sind, kann der risikolose Zinssatz für ein Jahr also mit ungefähr $r_f = 0 \text{ %}$ veranschlagt werden.

Zur Schätzung der Volatilität können auch statistische Verfahren herangezogen werden.⁴ Um die Abschätzung des Optionspreises nicht willkürlich von der gewählten

¹ Für eine Darstellung der Vorgehensweise siehe Hull 2015, Kapitel 15.

² Diese Daten wurden Thomson Reuters Datastream entnommen.

³ Die Dividendenzahlung der Allianz SE betrug im Mai 2015 $6,85 \text{ €}$ pro Aktie. Eine um 50 Cent niedrigere oder höhere Dividende würde die implizite Volatilität nur um 0,3 Prozentpunkte erhöhen beziehungsweise senken.

⁴ Für eine einfache Einführung und einen Überblick über die verschiedenen Methoden zur Schätzung der Volatilität siehe Auer und Rottmann 2014.

Methode abhängig zu machen, wenden wir verschiedene statistische Verfahren zur Volatilitätsschätzung an. Für alle Schätzmethoden verwenden wir Tagesrenditen r_t , die wir mit den von Thomson Reuters Datastream zur Verfügung gestellten Kursen berechnen. Mit den geschätzten Volatilitäten auf Tagesbasis berechnen wir jeweils annualisierte Volatilitäten, indem wir erstere mit $\sqrt{250}$ multiplizieren. Die einfachste Herangehensweise ist die Schätzung mittels der historischen Volatilität, die als Standardabweichung der täglichen Renditen definiert ist:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^{n-1} (r_{t-i} - \bar{r})^2} \approx \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^{n-1} r_{t-i}^2} \quad (7)$$

wobei das arithmetische Mittel der Renditen bei Tagesdaten auf den Wert null gesetzt werden kann. Die geschätzte Standardabweichung dient als Prognose der Volatilität für den nächsten Tag bis in alle Zukunft. Ein Nachteil dieser Vorgehensweise ist, dass bei der Berechnung der Stichprobenstandardabweichung alle Beobachtungen mit dem gleichen Gewicht eingehen. Jüngere Informationen erhalten ebenso wie ältere Informationen das gleiche Gewicht. Deshalb wird diese Methode auch als einfacher gleitender Durchschnitt (Simple Moving Average, SMA) bezeichnet. Aufgrund des auf Finanzmärkten generell anzufindenden Volatility Clustering sollten aber Beobachtungen der jüngeren Vergangenheit ein höheres Gewicht haben als weiter zurückliegende Realisationen. Der exponentiell gewichtete gleitende Durchschnitt (Exponentially Weighted Moving Average, EWMA) hebt diese Schwäche auf und schätzt die Varianz der Renditen für den nächsten Tag ($t+1$) wie folgt:

$$\hat{\sigma}_{t+1}^2 = (1 - \lambda) \sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i r_{t-i}^2 = (1 - \lambda) r_t^2 + \lambda \hat{\sigma}_t^2 \quad \text{mit } \lambda \in]0,1[\quad (8)$$

Je kleiner dabei der Gewichtungsfaktor λ ist, desto größer ist das Gewicht das der neuesten Realisation der quadrierten Renditen zugewiesen wird. RiskMetrics – eine Tochter der amerikanischen Investmentbank J.P. Morgan – verwendet $\lambda = 0,94$ für die Schätzung der täglichen Volatilität. Mittels eines Optimierungsverfahrens kann der Gewichtungsfaktor auch so bestimmt werden, dass die Quadratsumme der Ein-Schritt-Prognosefehler ($\hat{\sigma}_{t+1}^2 - r_{t+1}^2$) minimiert wird. Ebenso wie bei der SMA-Methode besteht ein schwerwiegender Nachteil der EWMA-Methode darin, dass sie das Mean Reverting Verhalten der Volatilität nicht abbilden können. Die Prognose für den nächsten Tag bleibt bis in alle Zukunft konstant. Befinden wir uns momentan in einer ruhigen (unruhigen) Marktphase, so wird für alle Zukunft eine niedrige (hohe) Volatilität prognostiziert.

Diese Schwäche kann mit der Schätzung von GARCH-Modellen prinzipiell behoben werden (Engle 1982, Bollerslev 1986). Die grundlegende Idee von GARCH-Modellen

besteht darin, die Varianzen und Volatilitäten zu verschiedenen Zeitpunkten nicht als konstant und unabhängig voneinander zu betrachten. Das GARCH-Modell macht die bedingte Varianz von der Größe vergangener Schocks abhängig. Das in der Praxis am meisten verwendete GARCH-Modell ist die folgende GARCH(1,1)-Spezifikation (Auer und Rottmann 2014):

$$r_t = \beta_0 + \varepsilon \quad (9)$$

mit

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma_t^2) \text{ und } \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \delta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (10)$$

Da Renditen kaum prognostizierbar sind, modellieren wir diese einfach als zufällige Schwankungen um einen konstanten Mittelwert (9). Die bedingte Varianz wird nicht mehr als konstant unterstellt, sondern hängt in Gleichung (10) von ihrer vergangenen Entwicklung und vom quadrierten Störterm der Vorperiode ab. Bei den GARCH-Modellen ändert sich also die bedingte Varianz im Zeitablauf und nähert sich langfristig der unbedingten Varianz $\sigma^2 = \alpha_0 / (1 - (\alpha_1 + \delta_1))$ an. Mit dem GARCH-Modell sind somit sowohl kurzfristige als auch langfristige Prognosen möglich, wobei wir für die kurze Frist die Ein-Tages-Prognose (one-step-ahead forecast) verwenden.

Auf Finanzmärkten beobachtet man häufig ein asymmetrisches Verhalten der Volatilität. Positive Nachrichten ($\varepsilon_t > 0$) scheinen eine kleinere Auswirkung auf die Volatilität zu haben als ebenso große negative Schocks ($\varepsilon_t < 0$). Gerade in Phasen starker Kurseinbrüche ist die Volatilität häufig besonders hoch. Da GARCH-Modelle eine symmetrische Reaktion der Varianz auf positive und negative Schocks unterstellen, schätzen wir auch ein T-GARCH-Modell (Threshold-GARCH-Modell), das Glosten, Jagannathan und Runkle (1993) als eine einfache Erweiterung des GARCH-Modells vorgeschlagen haben. Dabei wird die bedingte Varianz in Anlehnung an das GARCH(1,1)-Modell folgendermaßen spezifiziert:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma_1 \varepsilon_{t-1}^2 d_{t-1} + \delta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (11)$$

mit

$$d_{t-1} = \begin{cases} 1 & \varepsilon_{t-1} < 0 \text{ (negative Nachrichten)} \\ 0 & \varepsilon_{t-1} \geq 0 \text{ (positive Nachrichten)} \end{cases}$$

Ist γ_1 null, erhalten wir wieder das traditionelle GARCH(1,1)-Modell. Die Dummy-Variable d_t zeigt jeweils an, ob der Schock negativ oder positiv ist. Falls γ_1 positiv ist, haben negative Schocks eine stärkere Auswirkung auf die Varianz als positive Neuigkeiten. Für die Berechnung der langfristig unbedingten Varianz ist nun auch der Koeffizient γ_1 gewichtet mit dem Anteil negativer Renditen zu berücksichtigen:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1 - (\text{Anteil neg. } d_t) \gamma_1 - \delta_1} \quad (12)$$

Neben der Auswahl der Schätzmethode beeinflusst auch der Umfang der Stichprobe das Ergebnis. Es stellt sich somit die Frage, wie der für die Volatilitätsschätzung zu Grunde gelegte Zeitraum gewählt wird. Um dies zu berücksichtigen, haben wir vier verschiedene Zeitfenster für die Schätzungen der Volatilität verwendet. Im ersten Zeitfenster nutzen wir alle beobachteten Tagesrenditen ab dem 01.01.2008. Der zweite Beobachtungszeitraum beginnt am 01.01.2010 und die letzten beiden Zeitfenster am 01.01.2013 bzw. 01.01.2014. Das Ende der Beobachtungszeiträume ist jeweils der 21.09.2015. Wir erhalten somit 28 Schätzungen für die Volatilität, die in Tabelle 1 dargestellt sind.⁵ Während sich im Fall der GARCH und T-GARCH Modelle die kurzfristige ($t+1$) und die langfristige Prognose ($t \rightarrow \infty$) für die Volatilität unterscheiden, sind die durch die SMA- und EMWA-Methode geschätzten Volatilitäten im Zeitablauf konstant.

Die Parameterschätzungen der GARCH- und T-GARCH-Modelle sind aus Platzgründen nicht dargestellt.⁶ Bei den Schätzungen erweisen sich alle Parameter der Gleichungen (11) und (12) als signifikant. Sämtliche von uns geschätzten GARCH- und T-GARCH-Modelle halten in allen Stichproben sowohl die Nichtnegativitäts- als auch die Stationaritätsbedingungen ein. Zudem weisen die quadrierten standardisierten Residuen keinerlei Autokorrelation auf.⁷ Da der Koeffizient δ in allen Beobachtungszeiträumen positiv und signifikant ist, gehen bei den T-GARCH-Modellen die negativen Tagesrenditen mit einem größeren Gewicht in die Schätzung der Varianzen ein als die positiven Tagesrenditen.

Tabelle 1 - Volatilitätsschätzungen

	01.01.2008		01.01.2010		01.01.2013		01.01.2014	
EWMA ($\lambda = 0,94$)	0,2549		0,2549		0,2549		0,2549	
EWMA ($\lambda_{optimal}$)	0,2513		0,2577		0,2572		0,2557	
SMA	0,3590		0,2596		0,1983		0,1969	
	t+1	t-> ∞	t+1	t-> ∞	t+1	t-> ∞	t+1	t-> ∞
GARCH(1,1)	0,2585	0,3193	0,2490	0,2459	0,2358	0,2003	0,2384	0,2002
T-GARCH(1,1)	0,3003	0,2873	0,2840	0,2275	0,2535	0,1885	0,2553	0,1866

Mit $\hat{\sigma} = 0,3590$ ergibt sich der höchste geschätzte Wert bei der SMA-Methode unter Einbeziehung aller Beobachtungen ab dem 01.01.2008. Der Grund hierfür ist, dass dabei die starken Schwankungen der Aktienkurse während der Finanz- bzw. der anschließenden Eurokrise berücksichtigt werden und im Gegensatz zu den anderen Methoden in der Berechnung auch die selben Gewichtungen erfahren wie die Aktienkurse im ruhigeren Umfeld der letzten beiden Jahre. Bei der Berechnung der Volatilität mittels der EMWA-Methode unterscheiden wir zwischen dem fest vorgegebenen Gewichtungsfaktor $\lambda = 0,94$ und dem die Quadratsumme der

⁵ Alle Schätzungen wurden mit STaTa 14 durchgeführt.

⁶ Die Schätzergebnisse können von den Autoren bezogen werden.

⁷ Für eine Erläuterung dieser Bedingungen und Tests siehe Auer und Rottmann 2014.

Prognosefehler minimierenden Gewichtungsfaktor λ_{optimal} . Letzterer ist für die vier verschiedenen Zeitfenster in Tabelle 2 wiedergegeben.

Tabelle 2 – EWMA Gewichtungsfaktoren

	01.01.2008	01.01.2010	01.01.2013	01.01.2014
λ_{optimal}	0,9195	0,9096	0,9612	0,9727

Der Gewichtungsfaktor λ_{optimal} nimmt offensichtlich mit dem Umfang der gewählten Stichprobe ab, so dass den jüngsten Beobachtungen bei den kurzen Beobachtungszeiträumen geringere Gewichte zugewiesen werden als bei den großen Stichproben. Unabhängig von der für λ gewählten Spezifikation und dem zugrunde gelegten Beobachtungszeitraum unterscheiden sich die Schätzergebnisse für die Volatilität allerdings kaum ($\hat{\sigma} \approx 0,25$). Schätzt man die Volatilität für die Aktie der Allianz SE mit einem GARCH(1,1)-Modell ergibt sich für das Zeitfenster vom 01.01.2008 bis zum 21.09.2015 für die geschätzte kurzfristige Ein-Tages-Prognose $\hat{\sigma} = 0,2585$ sowie für langfristige unbedingte Volatilität $\hat{\sigma} = 0,3193$. Die starken Aktienkursschwankungen von 2008 bis 2010 infolge der Finanz- und Eurokrise beeinflussen in einem GARCH-Modell also die langfristige Volatilitätsprognose. Reduziert man den Beobachtungszeitraum auf das vorhergehende Jahr bzw. die letzten beiden Jahre, dann fällt die langfristig geschätzte Volatilität $\hat{\sigma} \approx 0,20$ stärker als die Ein-Schritt-Prognose der Volatilität $\hat{\sigma} \approx 0,24$.

Bei der Verwendung eines T-GARCH-Modells liegen in allen vier Zeitfenstern die langfristig prognostizierten Werte für die Volatilität unterhalb der Volatilitätsschätzungen im GARCH-Modell. Mit $\hat{\sigma} = 0,1866$ bzw. $0,1885$ stellen die Prognosen der langfristigen Volatilität bei einem Beobachtungszeitraum ab dem 01.01.2014 bzw. 01.01.2013 die Untergrenze unserer Schätzungen dar. Im Gegensatz dazu liegen in diesen Zeitfenstern die Schätzungen der kurzfristigen Prognosen im T-GARCH-Modell oberhalb derjenigen des GARCH-Modells. Der Grund hierfür ist vor allem in den, verglichen mit der jeweiligen gesamten Stichprobe, relativ starken Kursverlusten der Allianz Aktie am Ende des Beobachtungszeitraums zu sehen. Die hier aufgetretenen negativen Tagesrenditen unterliegen in der kurzfristigen Prognose einer stärkeren Gewichtung als die positiven Tagesrenditen.

4. Bewertung der Easy-Aktienanleihe

Im zweiten Abschnitt wurde argumentiert, dass sich der Kauf einer „Easy-Aktienanleihe“ als strukturiertes Produkt und das Eingehen einer Short-Position in einen Down-and-In Put bei gleichzeitigem Kauf eines Straight Bonds mit identischer Laufzeit interpretieren lässt. Die „Easy-Aktienanleihe“ auf die Allianz SE (ISIN: DE000XM6XYZ2) wurde am 21.09.2015 mit einem Nennbetrag von 1000,00 € emittiert und hat bei einer Fälligkeit von einem Jahr einen Kupon in Höhe von 5,00

%). Der Basispreis der „Easy-Aktienanleihe“ entspricht gerade dem Xetra-Schlusskurs der Allianz-Aktie von $K = 139,15 \text{ €}$ am Emissionstag und geht mit einem vereinbarten Bezugsverhältnis $BV = 7,186$ einher (vgl. Produktinformationsblatt der Deutschen Bank). Wird die Barriere in Höhe von $109,92 \text{ €}$ bei Fälligkeit berührt oder unterschritten, dann hat die Deutsche Bank AG bei Fälligkeit das Wahlrecht dem Käufer der Aktienanleihe entweder den Nennbetrag oder die Anzahl von Aktien in Höhe des vereinbarten Bezugsverhältnisses zu liefern.

Zur Ermittlung des fairen Preises des implizit in der „Easy-Aktienanleihe“ enthaltenen Down-and-In Puts unterstellen wir analog zur Bestimmung der impliziten Volatilität eine konstante Dividende von $D = 6,85 \text{ €}$ pro Aktie auf die Allianz SE. Der um die Dividende bereinigte Kurs der Aktie der Allianz SE am 21.09.2015 ergibt sich dann zu $S_0^{\text{ber}} = 139,15 \text{ €} - 6,85 \text{ €} = 132,30 \text{ €}$. Außerdem verwenden wir weiterhin einen risikolosen Zinssatz $r_f = 0 \text{ %}$. Der Wert der Put-Option kann dann mit den Angaben aus dem Produktinformationsblatt und den Volatilitätsschätzungen aus dem 2. Abschnitt berechnet werden. Eine kritische Annahme ist hierbei vor allem die zugrunde gelegte Methode zur Modellierung der Varianz. Da die GARCH-Modellierung der Varianz die in der Praxis am weitesten verbreitete Methode zur Schätzung der Volatilität einer Aktie darstellt (Auer und Rottmann 2014), ziehen wir diese auch als Ausgangspunkt für die Bewertung der „Easy-Aktienanleihe“ auf die Allianz SE heran. Wir verwenden als Ausgangspunkt das Ergebnis ($\hat{\sigma} = 0,2459$) des GARCH-Modells für das Zeitfenster vom 01.01.2010 bis zum 21.09.2015, welches sich nur unwesentlich von der geschätzten impliziten Volatilität $\hat{\sigma} = 0.2418$ (implizite Volatilität des Puts mit Basispreis $K = 115 \text{ €}$) der Allianz Aktie unterscheidet.

Da von der Deutschen Bank keine Straight Bonds mit einem Kupon von 5 % und Fälligkeit zum 20.09.2016 oder einer vergleichbaren Restlaufzeit existieren, verwenden wir als Annäherung den Wert eines Straight Bonds der Norddeutschen Landesbank Girozentrale (ISIN: DE000NLB6AB2) mit Fälligkeit zum 28.09.2016 und einer Kuponzahlung von $4,75 \text{ %}$. Aufgrund der Tatsache, dass die Norddeutsche Landesbank Girozentrale nach der Ratingagentur Moody's sowohl für die langfristigen als auch die kurzfristigen Verbindlichkeiten mit A3 dasselbe Rating wie die Deutsche Bank AG aufweist, ist diese Approximation als relativ unproblematisch anzusehen. Unter Verwendung dieses Straight Bonds und des ermittelten Preises für den implizit enthaltenen Down-and-In Put ergibt sich der faire Wert der „Easy-Aktienanleihe“ gerade als $V_A = 977,70 \text{ €}$. Für die Berechnung der Optionsprämie verwenden wir dabei die modifizierte Barriere $H' = 109,92 \cdot e^{-0.5826 \cdot 0,2459} = 95,25 \text{ €}$ aus Gleichung (5) und das Bezugsverhältnis $BV = 7,186$. Bei einem Nennbetrag von $1000,00 \text{ €}$ wäre die Aktienanleihe damit $2,3 \text{ %}$ über ihrem fairen Preis emittiert worden. Hierbei wird natürlich vernachlässigt, dass der tatsächliche Kupon der „Easy-Aktienanleihe“ um $0,25 \text{ %}$ höher liegt und dadurch der so ermittelte faire Preis der Aktienanleihe unterschätzt wird.

Zieht man nun die effektive Rendite in Höhe von 0,31 % des von der Norddeutschen Landesbank Girozentrale emittierten Straight Bonds heran, steigt der faire Preis der „Easy-Aktienanleihe“ auf $V_A = 979,46$ €. Die Aktienanleihe ist dann nur noch 2,1 % teurer als ihr fairer Wert emittiert worden. Die Deutsche Bank AG selber gibt in ihrem Produktinformationsblatt zur „Easy-Aktienanleihe“ an, dass ein Aufschlagsfaktor von 1,5 % auf den fairen Preis der Easy-Aktienanleihe notwendig ist, um die Kosten, die bei der Abwicklung der Aktienanleihe entstehen, zu decken und eine Gewinnmarge sicherzustellen.⁸ Der geschätzte faire Wert der „Easy Aktienanleihe“ liegt dann etwa um 0,6% oberhalb dem von der Deutschen Bank ermittelten fairen Wert (Issuer estimated Value - IEV) $V_{IEV} = 985,00$ €. Verwenden wir als Volatilitätsschätzung $\hat{\sigma} = 0,2101$ (implizite Volatilität des Puts mit Basispreis $K = 140$ €), ergibt sich ein fairer Wert $V_A = 996,68$ €. Die sich dadurch ergebende Emittentenmarge von 0,3 % liegt dann unter dem von der Deutschen Bank angegebenen Aufschlagsfaktor von 1,5 %.

Das Ergebnis der Berechnung von V_A hängt also entscheidend von der zugrunde gelegten Volatilität bei der Berechnung des fairen Preises des in der „Easy-Aktienanleihe“ enthaltenen Down-and-In Puts ab. Verwendet man zur Schätzung der Volatilität zwar weiterhin dasselbe Zeitfenster vom 01.01.2010 bis zum 21.09.2015 aber nun eine T-GARCH-Modellierung der Varianz, ergibt sich bei einer geschätzten langfristigen Volatilität von $\hat{\sigma} = 0,2275$ der faire Wert der Aktienanleihe zu 988,27 €. Die „Easy-Aktienanleihe“ ist dann nur um 1,2 % über ihrem fairen Preis emittiert worden. Zieht man mit dem durch das T-GARCH-Modell für den Zeitraum vom 01.01.2014 bis zum 21.09.2015 ermittelten $\hat{\sigma} = 0,1866$ den niedrigsten Wert unserer Schätzungen der Volatilität zur Berechnung des fairen Preises heran, ergibt sich dieser zu $V_A = 1008,01$ €. Der Aufschlagsfaktor wäre in diesem Fall sogar negativ. Hierbei könnte vor allem die relativ kleine Stichprobe an Tagesrenditen zur Berechnung der geschätzten Volatilität $\hat{\sigma}$ des Aktienkurses der Allianz AG kritisiert werden. Allerdings ändert sich das Ergebnis für Schätzungen auf Basis des um ein Jahr längeren Beobachtungszeitraums ab dem 01.01.2013 kaum.

Bei Verwendung der Obergrenze $\hat{\sigma} = 0,3590$ der geschätzten Volatilität der Aktie der Allianz SE (SMA-Methode, Zeitraum ab 01.01.2008) ergibt sich ein fairer Wert von $V_A = 927,77$ €. Problematisch ist hierbei vor allem, dass man bei der SMA-Methode von einer konstanten Volatilität des Aktienkurses ausgeht und die 7 Jahre zurückliegenden starken Schwankungen des Aktienkurses während der Finanz- und der anschließenden Eurokrise der gleichen Gewichtung unterliegen wie die jüngsten Beobachtungen der Tagesrenditen. Da es bei der im Jahr 2015 vorhandenen Informationslage als sehr unwahrscheinlich erscheint (vgl. Deutsche Bundesbank 2015b), dass innerhalb eines Jahres eine Banken- und Finanzkrise ähnlichen

⁸ Der am 23.10.2013 veröffentlichte Fairness Kodex des DDV sieht für seine Mitglieder ab Mai 2014 die Veröffentlichung des vom Emittenten ermittelten theoretischen Wertes eines strukturierten Produktes (Issuer Estimated Value) und damit seiner Marge vor.

Ausmaßes wie im Jahr 2008 auftritt, resultiert daraus eine zu hohe Schätzung der Volatilität des Aktienkurses der Allianz SE. Das Problem der unzureichenden Gewichtung der beobachteten Tagesrenditen lässt sich zwar, wie im dritten Abschnitt beschrieben, durch die EMWA Methode beheben, nicht jedoch die fehlende Mean Reverting Eigenschaft. Alle mittels der verschiedenen EWMA-Methoden geschätzten Volatilitäten liegen ganz in der Nähe der durch das GARCH-Modell geschätzten Volatilität für den Beobachtungszeitraum ab dem 01.01.2010.

Verwendet man $\hat{\sigma} = 0,2459$ und erhöht (vermindert) die Dividende jeweils um 50 Cent auf 7,35 € (6,35 €) verändert sich der faire Preis der Aktienanleihe zu $V_A = 977,70$ € ($V_A = 981,18$ €). Kleine Änderungen der Dividendenzahlungen beeinflussen also kaum den fairen Preis der Aktienanleihe. Genauso bewirkt ein höherer unterstellter risikoloser Zinssatz von $r_f = 0,2$ % lediglich einen Anstieg des fairen Preises der Easy-Aktienanleihe um 93 Cent auf $V_A = 980,39$ €. Diese Schätzungen für den fairen Wert der Easy-Aktienanleihe unterscheiden sich nur unwesentlich von dem durch die Deutsche Bank AG angegeben IEV. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die plausibelsten Schätzungen für die Volatilität wahrscheinlich zwischen 20 % und 25 % liegen und mit einer Emittentenmarge von -0,2 % bis 2,3 % einhergehen. Der von der Deutschen Bank angegebene IEV befindet sich also in diesem Bereich.

Szymanowska et al. (2005) haben in den Niederlanden für den Zeitraum von 1999 bis 2002 auf dem Primärmarkt sowohl für herkömmliche Aktienanleihen als auch für Aktienanleihen mit Barriere einen durchschnittlichen Aufschlagsfaktor von fast 6 % gefunden. Burth et al. (2001) schätzen für die Schweiz einen durchschnittlichen Aufschlagsfaktor von 3,22 % bei der Erstemission von 76 Reverse Convertibles. Auch am Sekundärmarkt finden sich Preise, die deutlich oberhalb des fairen Werts liegen. So finden etwa Wilkens et al. (2003) für 169 Aktienanleihen im November 2001 einen durchschnittlichen Aufschlagsfaktor von 3,04 %. Stoimenov und Wilkens (2005) finden für Deutschland mit 4,8 % sowie Hernandez et al. (2007) für eine internationale Stichprobe mit 5,4 % bei Aktienanleihen mit Barriere einen höheren durchschnittlichen Aufschlagsfaktor als bei Aktienanleihen ohne Barriere. Der im Vergleich dazu bei der Erstemission niedrigere Aufschlagsfaktor auf den fairen Preis der „Easy-Aktienanleihe“ ist möglicherweise auf die in den letzten Jahren stetig zunehmende Zahl am Markt gehandelter Aktienanleihen, die höhere Markttransparenz und den dadurch gestiegenen Wettbewerb zurückzuführen (Döhrer et al. 2013). Um diese Vermutung zu bestätigen ist es allerdings nötig, weitere Aktienanleihen anderer Banken und verschiedener Emissionszeitpunkte heranzuziehen, die dann analog zu der hier betrachteten „Easy-Aktienanleihe“ auf eine faire Bewertung zu untersuchen sind. Außerdem beruht die Bewertung der Aktienanleihe mit den Gleichungen (4) und (5) auf den Annahmen des klassischen Black-Scholes-Modells, also insbesondere darauf, dass die Aktienkurse einer geometrischen Brownschen Bewegung mit konstanter Volatilität folgen. Falls die Volatilität stochastisch ist, kann dies zu Fehlern bei der Bewertung von exotischen

Optionen und damit bei der Schätzung des Aufschlagfaktors führen. Allerdings basieren die oben zitierten Studien ebenfalls auf den Annahmen des Black-Scholes-Modells und weisen trotzdem deutlich höhere Aufschlagsfaktoren aus. Szymanowska et al. verwenden zusätzlich das CEV-Modell (Constant Elasticity of Variance) und für einen Teil der Aktienanleihen eine modellunabhängige Vorgehensweise, die auf der Put-Call-Parität beruht. Die damit erzielten Ergebnisse unterscheiden sich allerdings nur unwesentlich von ihren Schätzungen mittels des Black-Scholes-Modells.

Literaturverzeichnis

Allianz SE. (2015). *Dividende - Investor Relations*. Abgerufen am 22. 12 2015 von https://www.allianz.com/de/investor_relations/aktie/dividende.html/

Auer, B. & Rottmann, H. (2014). *Statistik und Ökonometrie für Wirtschaftswissenschaftler*. Springer Gabler; Auflage: 3.

Baule, R. & Tallau, C. (2011). The pricing of path-dependent structured financial retail products: The case of bonus certificates. *Journal of Derivatives* (18.4).

Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics* (31(3)), 307-327.

BörseFrankfurt. (2015). *Suchen & Finden*. Abgerufen am 15. 10 2015 von <http://www.zertifikate.boerse-frankfurt.de/de/suchen-finden/neue-suche>

Broadie, M., Glasserman, P. & Kou, S. (1997). A continuity correction for discrete barrier options. *Mathematical Finance* (7.4), 325-349.

Burth, S., Kraus, T. & Wohlwend, H. (2001). The pricing of structured products in the Swiss market. *The Journal of Derivatives* (9), 30-40.

Deutsche Bundesbank. (2015). Finanzstabilitätsbericht 2015.

Deutsche Bundesbank. (2015). Monatsbericht November 2015.

Deutscher Derivate Verband (DDV). (2015). *Marktvolumen von strukturierten Wertpapieren 8/2015*.

Döhrer, B., Johanning, L., Steiner, N. & Völkle, A. (2013). Emittentenmargen bei Zertifikaten. *Deutscher Derivate Verbands (DDV)*.

Engle, R. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica* (50(4)), 987-1008.

Glosten, L., Jagannathan, R. & Runkle, D. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The journal of finance* (48(5)), 1779-1801.

Hernández, R., Lee, W. & Liu, P. (2007). An Economic Analysis of Reverse Exchangeable Securities—An Option-Pricing Approach. *Working Paper University of Arkansas*.

Hull, J. (2015). *Optionen, Futures und andere Derivate*. Pearson Studium; Auflage: 9.

Rubinstein, M. & Reiner, E. (1991). Breaking down the barriers. *Risk* (4.8), 28-35.

Six Swiss Exchange. (2015). *Suchen & Finden*. Abgerufen am 15. 10 2015 von <http://www.six-structured-products.com/de/suchen-finden/neue-suche>

Stoimenov, P. & Wilkens, S. (2005). Are structured products 'fairly' priced? An analysis of the German market for equity-linked instruments. *Journal of Banking & Finance* (29.12), 2971-2993.

Szymanowska, M., Ter Horst, J. & Veld, C. (2009). Reverse convertible bonds analyzed. *Journal of Futures Markets* (29(10)), 895-91.

Wilkens, S., Erner, C. & Röder, K. (2003). The pricing of structured products in Germany. *The Journal of Derivatives* (11.1), 55-69.

Bisher erschienene Weidener Diskussionspapiere

- 1** **“Warum gehen die Leute in die Fußballstadien? Eine empirische Analyse der Fußball-Bundesliga“**
von Horst Rottmann und Franz Seitz
- 2** **“Explaining the US Bond Yield Conundrum“**
von Harm Bandholz, Jörg Clostermann und Franz Seitz
- 3** **“Employment Effects of Innovation at the Firm Level”**
von Horst Rottmann und Stefan Lachenmaier
- 4** **“Financial Benefits of Business Process Management”**
von Helmut Pirzer, Christian Forstner, Wolfgang Kotschenreuther und Wolfgang Renninger
- 5** **“Die Performance Deutscher Aktienfonds”**
von Horst Rottmann und Thomas Franz
- 6** **“Bilanzzweck der öffentlichen Verwaltung im Kontext zu HGB, ISAS und IPSAS“**
von Bärbel Stein
- 7** **Fallstudie: “Pathologie der Organisation” – Fehlentwicklungen in Organisationen, ihre Bedeutung und Ansätze zur Vermeidung**
von Helmut Klein
- 8** **“Kürzung der Vorsorgeaufwendungen nach dem Jahressteuergesetz 2008 bei betrieblicher Altersversorgung für den GGF.”**
von Thomas Dommermuth
- 9** **“Zur Entwicklung von E-Learning an bayerischen Fachhochschulen- Auf dem Weg zum nachhaltigen Einsatz?”**
von Heribert Popp und Wolfgang Renninger
- 10** **“Wie viele ausländische Euro-Münzen fließen nach Deutschland?”**
von Dietrich Stoyan und Franz Seitz
- 11** **Modell zur Losgrößenoptimierung am Beispiel der Blechteilindustrie für Automobilzulieferer**
von Bärbel Stein und Christian Voith
- 12** **Performancemessung**
Theoretische Maße und empirische Umsetzung mit VBA
von Franz Seitz und Benjamin R. Auer
- 13** **Sovereign Wealth Funds – Size, Economic Effects and Policy Reactions**
von Thomas Jost

- 14 The Polish Investor Compensation System Versus EU – 15 Systems and Model Solutions
von Bogna Janik**
- 15 Controlling in virtuellen Unternehmen -eine Studie-
Teil 1: State of the art
von Bärbel Stein, Alexander Herzner, Matthias Riedl**
- 16 Modell zur Ermittlung des Erhaltungsaufwandes von Kunst- und Kulturgütern in
kommunalen Bilanzen
von Bärbel Held**
- 17 Arbeitsmarktinstitutionen und die langfristige Entwicklung der Arbeitslosigkeit –
Empirische Ergebnisse für 19 OECD-Länder
von Horst Rottmann und Gebhard Flaig**
- 18 Controlling in virtuellen Unternehmen -eine Studie-
Teil 2: Auswertung
von Bärbel Held, Alexander Herzner, Matthias Riedl**
- 19 DIAKONIE und DRG's –antagonistisch oder vereinbar?
von Bärbel Held und Claus-Peter Held**
- 20 Traditionelle Budgetierung versus Beyond Budgeting-
Darstellung und Wertung anhand eines Praxisbeispiels
von Bärbel Held**
- 21 Ein Factor Augmented Stepwise Probit Prognosemodell
für den ifo-Geschäftserwartungsindex
von Jörg Clostermann, Alexander Koch, Andreas Rees und Franz Seitz**
- 22 Bewertungsmodell der musealen Kunstgegenstände von Kommunen
von Bärbel Held**
- 23 An Empirical Study on Paths of Creating Harmonious Corporate Culture
von Lianke Song und Bernt Mayer**
- 24 A Micro Data Approach to the Identification of Credit Crunches
von Timo Wollmershäuser und Horst Rottmann**
- 25 Strategies and possible directions to improve Technology
Scouting in China
von Wolfgang Renninger und Mirjam Riesemann**
- 26 Wohn-Riester-Konstruktion, Effizienz und Reformbedarf
von Thomas Dommermuth**
- 27 Sorting on the Labour Market: A Literature Overview and Theoretical Framework
von Stephan O. Hornig, Horst Rottmann und Rüdiger Wapler**
- 28 Der Beitrag der Kirche zur Demokratisierungsgestaltung der Wirtschaft
von Bärbel Held**

- 29 Lebenslanges Lernen auf Basis Neurowissenschaftlicher Erkenntnisse
-Schlussfolgerungen für Didaktik und Personalentwicklung-
von Sarah Brückner und Bernt Mayer**
- 30 Currency Movements Within and Outside a Currency Union: The case of Germany
and the euro area
von Franz Seitz, Gerhard Rösl und Nikolaus Bartsch**
- 31 Labour Market Institutions and Unemployment. An International Comparison
von Horst Rottmann und Gebhard Flaig**
- 32 The Rule of the IMF in the European Debt Crisis
von Franz Seitz und Thomas Jost**
- 33 Die Rolle monetärer Variablen für die Geldpolitik vor, während und nach der Krise:
Nicht nur für die EWU geltende Überlegungen
von Franz Seitz**
- 34 Managementansätze sozialer, ökologischer und ökonomischer Nachhaltigkeit:
State of the Art
von Alexander Herzner**
- 35 Is there a Friday the 13th effect in emerging Asian stock markets?
von Benjamin R. Auer und Horst Rottmann**
- 36 Fiscal Policy During Business Cycles in Developing Countries: The Case of Africa
von Willi Leibfritz und Horst Rottmann**
- 37 MONEY IN MODERN MACRO MODELS: A review of the arguments
von Markus A. Schmidt und Franz Seitz**
- 38 Wie erzielen Unternehmen herausragende Serviceleistungen mit höheren Gewinnen?
von Johann Strassl und Günter Schicker**
- 39 Let's Blame Germany for its Current Account Surplus!?
von Thomas Jost**
- 40 Geldpolitik und Behavioural Finance
von Franz Seitz**
- 41 Rechtliche Überlegungen zu den Euro-Rettungsschirmprogrammen und den
jüngsten geldpolitischen Maßnahmen der EZB
von Ralph Hirdina**
- 42 DO UNEMPLOYMENT BENEFITS AND EMPLOYMENT PROTECTION INFLUENCE
SUICIDE MORTALITY? AN INTERNATIONAL PANEL DATA ANALYSIS
von Horst Rottmann**
- 43 Die neuen europäischen Regeln zur Sanierung und Abwicklung von Kreditinstituten:
Ordnungspolitisch und rechtlich angreifbar?
von Ralph Hirdina**

- 44 Vermögensumverteilung in der Eurozone durch die EZB ohne rechtliche Legitimation?
von Ralph Hirdina**
- 45 Die Haftung des Steuerzahlers für etwaige Verluste der EZB auf dem rechtlichen Prüfstand
von Ralph Hirdina**
- 46 Die Frage nach dem Verhältnis von Nachhaltigkeit und Ökonomie
von Alexander Herzner**
- 47 Giving ideas a chance - systematic development of services in manufacturing industry
von Johann Strassl, Günter Schicker und Christian Grasser**
- 48 Risikoorientierte Kundenbewertung: Eine Fallstudie
von Thorsten Hock**
- 49 Rechtliche Überlegungen zur Position der Sparer und institutionellen Anleger mit Blick auf
die Niedrigzins- bzw. Negativzinspolitik der Europäischen Zentralbank
von Ralph Hirdina**
- 50 Determinanten des Studienerfolgs: Eine empirische Untersuchung für die Studiengänge
Maschinenbau, Medienproduktion und -technik sowie Umwelttechnik
von Bernd Rager und Horst Rottmann**
- 51 Cash Holdings in Germany and the Demand for "German" Banknotes:
What role for cashless payments
von Nikolaus Bartzsch und Franz Seitz**
- 52 Europäische Union und Euro – Wie geht es weiter? – Rechtliche Überlegungen
von Ralph Hirdina**
- 53 A Call for Action – Warum sich das professionelle Management des Service Portfolios in der
Industrie auszahlt
von Günter Schicker und Johann Strassl**
- 54 Der Studienerfolg an der OTH Amberg-Weiden – Eine empirische Analyse der Studiengänge
Maschinenbau, Medienproduktion und Medientechnik sowie Umwelttechnik
von Bernd Rager und Horst Rottmann**
- 55 Die Bewertung von Aktienanleihen mit Barriere – Eine Fallstudie für die Easy-Aktienanleihe
der Deutschen Bank
von Maurice Hofmann und Horst Rottmann**



Ostbayerische Technische Hochschule
Amberg-Weiden

Die Weidener Diskussionspapiere erscheinen in unregelmäßigen Abständen und sollen Erkenntnisse aus Forschung und Wissenschaft an der Hochschule in Weiden insbesondere zu volks- und betriebswirtschaftlichen Themen an Wirtschaft und Gesellschaft vermitteln und den fachlichen Dialog fördern.

Herausgeber:

Ostbayerische Technische Hochschule (OTH) Amberg-Weiden
Prof. Dr. Horst Rottmann und Prof. Dr. Franz Seitz
Fakultät Betriebswirtschaft

Presserechtliche Verantwortung:

Sonja Wiesel, Hochschulkommunikation und Öffentlichkeitsarbeit
Telefon +49 (9621) 482-3135
Fax +49 (9621) 482-4135
s.wiesel@oth-aw.de

Bestellungen schriftlich erbeten an:

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden
Abt. Weiden, Bibliothek
Hetzenrichter Weg 15,
D – 92637 Weiden i.d.Opf.

Die Diskussionsbeiträge können elektronisch abgerufen werden unter
http://www.oth-aw.de/aktuelles/veroeffentlichungen/weidener_diskussionspapiere/

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie Übersetzung vorbehalten.
Nachdruck nur mit Quellenangabe gestattet.

ISBN 978-3-937804-57-6

- **Abteilung Amberg:** Kaiser-Wilhelm-Ring 23, 92224 Amberg,
Tel.: (09621) 482-0, Fax: (09621) 482-4991
- **Abteilung Weiden:** Hetzenrichter Weg 15, 92637 Weiden i. d. OPf.,
Tel.: (0961) 382-0, Fax: (0961) 382-2991
- **E-Mail:** info@oth-aw.de | **Internet:** <http://www.oth-aw.de>