Seminararbeit

„Volatility & Credit Risk"

Empirische Überprüfung des Leverage-Effektes für den DAX-Index

Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät
der Universität Augsburg
Lehrstuhl für Finanz- und Bankwirtschaft

Eingereicht bei: Prof. Dr. Manfred Steiner
Betreuer: Reinhold Hafner
von: Christian Ammer

Augsburg, im Februar 2001

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

I. Einleitung

Der Welt der Finanzierungstheorie beschreibt der Leverage-Effekt den Zusammenhang zwischen Verschuldungsgrad und Eigenkapitalrendite von Unternehmen. Die Eigenkapitalrendite und damit der Unternehmenswert steigt, wenn der Verschuldungsgrad zunimmt, bei geringerem Verschuldungsgrad sinkt die Eigenkapitalrendite.
Durch solche Änderungen in der Kapitalstruktur eines Unternehmen ändert sich damit auch das Risiko eines Unternehmen bezüglich der erwarteten Renditen. Ein höherer Verschuldungsgrand erhöht damit nicht nur die Eigenkapitalrendite sondern auch das Risiko (Standardabweichung, Volatilität) dieser erwarteten Rendite.
Aus der Finanzierungstheorie lässt sich daher schließen, dass dieser Effekt in beide Richtungen gilt, d.h. bei steigenden Unternehmenswert (steigender Aktienkurs erhöht also den Wert des Eigenkapitals und verringert den Verschuldungsgrad) fällt die Volatilität und umgekehrt.
Figlewski und Wang haben jedoch im September 2000 eine Arbeit veröffentlicht in der dieser theoretische Effekt durch eine empirische Überprüfung mittels Daten des amerikanischen Aktienmarktes wiederlegt wurde. Nur bei fallenden Kursen konnten sie einen signifikanten Anstieg der dazugehörigen Volatilitäten feststellen, bei steigenden Kursen hingegen wurde keine signifikante Abnahme der Volatilitäten beobachtet.

Ziel dieser Arbeit ist es daher diesen theoretischen Effekt in Anlehnung an Figlewski und Wang mittels historischen Kursdaten für den deutschen Aktienmarkt zu überprüfen.
In Kapitel II wird dazu zunächst ausführlich der Leverage-Effekt erläutert und der Zusammenhang zum Aktienmarkt und zur Volatilität erklärt. Kapitel III beschäftigt sich dann mit der statistischen Überprüfung der Daten anhand historischer Kursdaten des DAX-Index. Eine kritische Bewertung der festgestellten Ergebnisse wird schließlich in Kapitel IV erfolgen.

II. Der Leverage-Effekt

A. Der Leverage-Effekt aus der Finanzierungstheorie

Der Leverage-Effekt erklärt in der Theorie den Zusammenhang zwischen Rendite und Verschuldungsgrad. Als Verschuldungsgrad wird hier das Verhältnis zwischen Fremdkapital (FK) und Eigenkapital (EK) definiert. Der Verschuldungsgrad t ergibt sich also durch:

$$t = \frac{FK}{EK}$$

Es scheint klar zu sein, dass nur bei der unverschuldeten Unternehmung die Eigenkapitalrendite mit der realwirtschaftlichen Rendite gleichgesetzt werden kann. Hat die Unternehmung dagegen Fremdkapital aufgenommen, dann errechnet sich die Eigenkapitalrendite aus der als gegebenen betrachteten realwirtschaftlichen Rendite wie folgt: Tautologisch ergibt die realwirtschaftliche Rendite multipliziert mit dem Gesamtkapital (Eigenkapital plus Fremdkapital) den gesamten Erfolg. Davon ist der Zinsaufwand (Zinssatz multipliziert mit dem Fremdkapital) abzuziehen. Das verbleibende Residuum, in Relation zum Eigenkapital gesetzt, ergibt die Eigenkapitalrendite. Mit obiger Definition des Verschuldungsgrads lässt sie sich umformen und man erhält:
Die Eigenkapitalrendite R_t beim Verschuldungsgrad V berechnet sich als realwirtschaftliche Rendite plus Verschuldungsgrad multipliziert mit der Differenz aus realwirtschaftlicher Rendite R und Zinssatz i:

$$R_t = \frac{\left(EK + FK\right) \cdot R - FK \cdot i}{EK} = \frac{(1+t)EK \cdot R - t \cdot EK \cdot i}{EK} = R + V(R-i)$$

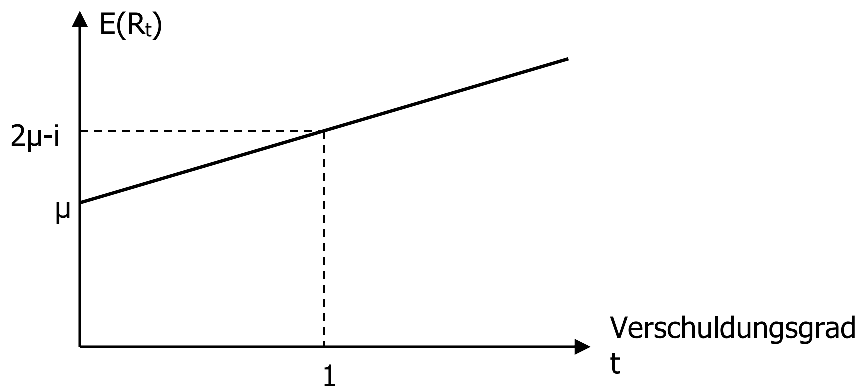
In einer Zweizeitpunktbetrachtung werden sowohl die realwirtschaftliche Rendite als auch die Eigenkapitalrendite durch Zufallsvariable beschrieben. Zum heutigen Zeitpunkt der Anlageentscheidung stellen diese Renditen nur unsichere Schätzer dar, die durch Erwartungswert und Varianz gekennzeichnet sind. R ist von nun ab also eine realwirtschaftliche Zufallsrendite mit dem Erwartungswert μ und der Varianz σ^2. Dabei gilt die Varianz einer Rendite als Maß für das mit der Investition verbundenen Risikos.
Daraus folgt für die Abhängigkeit der erwarteten Eigenkapitalrendite vom Verschuldungsgrad: Der Erwartungswert der Eigenkapitalrendite $E(R_t)$ ist gleich der erwarteten realwirtschaftlichen Rendite μ=E(R) plus Verschuldungsgrad multipliziert mit der Differenz von erwarteter realwirtschaftlicher Rendite μ und Zinsatz i:

$$E(R_t) = \mu + V(\mu - i)$$

Diese theoretische Erkenntnis wird in der Finanzierungstheorie ***Leverage-Effekt*** genannt (engl. leverage = Hebel).

Nun kann man in der Regel davon ausgehen, dass der Erwartungswert der realwirtschaftlichen Rendite über dem Zinssatz für Fremdkapital liegt. Denn andernfalls wäre die erwartete Eigenkapitalrendite kleiner als der Zinssatz. Obwohl sie das unternehmerische Risiko tragen, müssten in einer solchen Situation Eigenkapitalgeber im Durchschnitt geringere Kapitalerträge hinnehmen, als sie mit einer festverzinslichen Anlage erzielen könnten. Auch wenn solche Situationen somit vorkommen können, in der Vergangenheit lagen solche Szenarien nie lange vor und wurden schnell korrigiert. Somit wird hier also angenommen, dass die realwirtschaftliche Rendite stets über dem Fremdkapitalzinssatz liegt und damit folgt: Der Erwartungswert der Eigenkapitalrendite wächst mit dem Verschuldungsgrand und nimmt proportional mit dem Verschuldungsgrad zu. Die positive Proportionalitätskonstante ist dabei gleich der Differenz aus dem Erwartungswert der realwirtschaftlichen Rendite und dem Zinssatz. Das Zunehmen der erwarteten Eigenkapitalrendite beginnt in Höhe der erwarteten realwirtschaftlichen Rendite, dem Niveau der unverschuldeten Unternehmung.
Dieses Ergebnis ist als **Leverage-Effekt** (engl. leverage = Hebel) bekannt: Die Politik der Verschuldung hat also eine Hebelwirkung auf den Erwartungswert der Eigenkapitalrendite. Abbildung 1 soll dies grafisch veranschaulichen.

Abbildung 1: Der Leverage-Effekt



B. Der Leverage-Effekt und das finanzielle Risiko

Durch bewusste Gestaltung ihrer Kapitalstruktur nach Eigenkapital und Fremdkapital kann die Unternehmensleitung aufgrund des Leverage-Effektes das finanzielle Risiko verstärken oder abschwächen.
Die Hebelwirkung des Fremdkapitals kann durch folgendes Beispiel verdeutlicht werden, in dem eine Unternehmung im Fall A ohne Fremdkapital, im Fall B mit Fremdkapital die Eigenkapitalrendite unter Annahme des Eintreffens von fünf unterschiedlichen Bruttogewinnen plant [Süc88].

Tabelle 1: Leverage-Wirkung von Fremdkapital bei schwankenden Gesamtkapitalrenditen [nach Süc88]

		I	II	III	IV	V
Fall A:	GK	2000	2000	2000	2000	2000
	EK	2000	2000	2000	2000	2000
	FK	-	-	-	-	-
	BG	120	160	200	60	10
	Z	-	-	-	-	-
	G	120	160	200	60	10
	r_{GK}	6%	8%	10%	3%	0,5%
	r_{EK}	6%	8%	10%	3%	0,5%
Fall B:	GK	2000	2000	2000	2000	2000
	EK	1000	1000	1000	1000	1000
	FK	1000	1000	1000	1000	1000
	BG	120	160	200	60	10
	Z	60	60	60	60	60
	G	60	100	140	0	-50
	r_{GK}	6%	8%	10%	3%	0,5%
	r_{EK}	6%	10%	14%	0%	-5%

Symbole:
- GK Gesamtkapital
- EK Eigenkapital
- FK Fremdkapital
- BG Bruttogewinn (vor Abzug von Zinsen)
- Z Zinsen auf Fremdkapital
- G Bruttogewinn abzüglich Zinsen = Nettogewinn
- $r_{GK} = BG/GK \cdot 100$
- $r_{EK} = G/EK \cdot 100$

Es wird durch dieses Beispiel sehr gut ersichtlich, dass die Zufuhr von Fremdkapital zu einer erhöhten Fixkostenlast durch Schuldzinsen führt (die ja nicht wie Dividenden ermäßigt oder gar ausgesetzt werden können). Dadurch verstärkt sich das Risiko, dass die Nettogewinne für die Eigentümer sinken oder gar negativ werden. Die Empfindlichkeit der Eigentümergewinne erhöht sich demnach und zwar nach beiden Seiten. Es mag also für den Finanzleiter durchaus verlockend sein Fremdkapital zuzuführen weil er Mehrgewinne erzielen kann, allerdings gilt diese Wirkung nur solange als dieses Fremdkapital intern mehr erwirtschaftet als es extern kostet. Die Investitionsrendite muss für einen positiven Effekt somit immer höher sein als der Fremdkapitalzins, ansonsten sinkt mit wachsendem Verschuldungsgrad die Eigenkapitalrentabilität. Dies geschieht linear für den Fall, dass der Fremdkapitalzins vom Verschuldungsgrand unabhängig ist[1], bei einem eher wahrscheinlichen Szenario von steigenden Fremdkapitalszinssätzen bei steigendem Verschuldungsgrad sinkt die Eigenkapitalrendite dann sogar überproportional.

Weitere Chancen und Risiken, die sich durch eine Änderung des Verschuldungsgrades ergeben könnten, sollen hier in dieser Arbeit

[1] [PS97]

nicht weiter behandelt werden. So stellt zum Beispiel der Gesichtspunkt, durch den Aufbau einer Netto-Schuldner-Position in der Vermögensstruktur von einer inflationären Entwicklung zu profitieren eine weitere Chance für das Unternehmen dar, andererseits kann ein zu hoher Verschuldungsgrad zur Überschuldung führen, womit aufgrund der "schlechten Bilanzoptik" eine weitere Kreditaufnahme schwierig oder teuer sein könnte. Darüber hinaus werden die Eigenkapitalgeber dann aufgrund des erhöhten Risikos nun eine erhöhte Renditeforderung an das Eigenkapital stellen, und um das Risiko wieder zu mindern werden sie wohl wiederum auf eine Verstärkung der Eigenkapitalbasis vor allem durch Gewinnthesaurierung drängen.

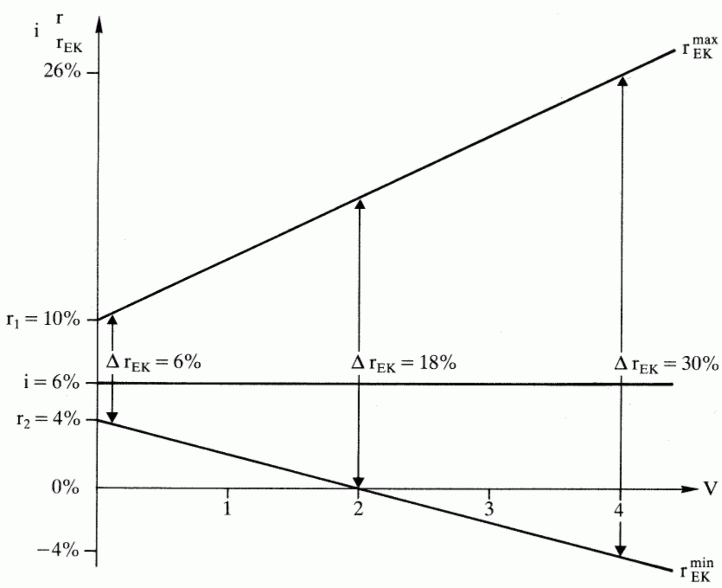
C. Der Zusammenhang zwischen Leverage-Effekt und Volatilität

Die Eigenkapitalrendite setzt sich stets aus der gewichteten Summe der einzelnen Investitionsrenditen zusammen. Vor Beginn einer Investition wird daher immer eine Entscheidung über die Kapitalaufbringen (Eigenkapital oder Fremdkapital) dieser Investition zu fällen sein, die sich unter anderem durch die vorher erwartete Rendite dieser Investition ergibt. Nur in den seltensten Fällen kann eine Investitionsrendite im voraus als sicher angegeben werden, und so stellt sie daher in der Regel im Investitionszeitpunkt eine erwartete Rendite dar.

Durch obiges Beispiel wurde gezeigt, dass nur für den Fall, dass die Investitionsrendite über dem Fremdkapitalzinssatz liegt, ein positiver Leverage-Effekt (Steigerung der Eigenkapitalrendite durch die Erhöhung des Verschuldungsgrades) auftritt. "Gleichzeitig wird deutlich, dass die zu beobachtende Schwankung der Eigenkapitalrendite nicht nur von der Schwankung der Investitionsrendite, sondern auch vom Verschuldungsgrad abhängt wie die folgende Abbildung 2 noch deutlicher zeigt."[2]

[2] [PS97], S. 482

Abbildung 2: Schwankungsbreite der Eigenkapitalrentabilität in Abhängigkeit vom Verschuldungsgrad im Zwei-Alternativen-Vergleich [3]



Aus dieser Abbildung lässt folgender formaler Zusammenhang erkennen:

$$\Delta r_{EK} = (1+V)\cdot \Delta r$$

Betrachtet man nun die unsichere Investitionsrendite als eine um ihren Erwartungswert r* verteilte stetige Zufallsgröße $\tilde{r}$, so ergibt sich für r*:

$$r^* = \int_{\tilde{r}_{\min}}^{\tilde{r}_{\max}} \tilde{\mathrm{r}} \cdot f(\tilde{r}) \cdot d\tilde{r}$$

wobei f($\tilde{r}$) die erwartete Häufigkeit von $\tilde{r}$ ausdrückt.[4] Nach gleichem Muster kann so auch r^*_{EK} und $\tilde{r}_{EK}$ ermttlet werden.

Will man diese Schwankungen mittels der (zu erwartenden) Standardabweichung ausdrücken, so ergibt sich nach [PS97]:

$$\sigma_r^* = \sqrt{\int (r^* - \tilde{r})^2 \cdot f(\tilde{r}) \cdot d\tilde{r}}$$

entsprechend gilt:

$$\sigma_{r_{EK}}^* = \sqrt{\int (r_{EK}^* - \tilde{r}_{EK})^2 \cdot f(\tilde{r}_{EK}) \cdot d\tilde{r}_{EK}} \ .$$

Nach einigen mathematischen Umformung ergibt sich somit für die zu erwartende Standardabweichung der Eigenkapitalrendite (siehe wiederum [PS97]):

$$\sigma_{r_{EK}}^* = \sigma_r^* + V \cdot \sigma_r^* \ .$$

Man sieht nun deutlich, dass die Standardabweichung der Eigenkapitalrendite $\sigma_{r_{EK}}^*$ aus zwei Komponenten besteht, einerseits aus

---

[3] aus [PS97], S. 483

[4] nach [PS97]

der leistungswirtschaftlichen Investitionsrendite σ_r*, andererseits noch aus dem Verschuldungsgrad V. Akzeptiert man nun diese Standardabweichungen als Risikomaß, zeigt sich, dass sich das Risiko der Eigenkapitalgeber $\sigma_{r_{EK}}$ aus dem leistungswirtschaftlichen Risiko σ_r und dem sogenannten Kapitalstrukturrisiko $V \cdot \sigma_r$ ergibt.[5]

$$\sigma_{r_{EK}} = \sigma_r + V \cdot \sigma_r = \sigma_r \cdot (1+V)$$

D. Die Übertragung des Leverage-Effekt auf Aktien

In den vorherigen Kapiteln wurde der Leverage-Effekt zwar detailliert erklärt und hergeleitet, jedoch wurden bisher mit dem Leverage-Effekt nur unternehmensinterne Auswirkungen für Investitionsrenditen bei Veränderung der Kapitalstruktur erklärt. Allerdings kann durch den Leverage-Effekt auch der Zusammenhang zwischen Aktien- bzw. Index-Returns und implizierten bzw. realisierten Volatilitäten erklärt werden.
Die Volatilität ist ein Maß für das Gesamtrisiko einer Anlage und ergibt sich aus der Berechnung der Standardabweichung mit der die Schwankungen der Renditen eines Anlagetitels um ihren Mittelwert gemessen werden.[6] Um eine Vergleichbarkeit von Standardabweichungen zu ermöglichen werden diese Werte in der Regel auf den Zeitraum eines Jahres bezogen (Annualisierung). Diese annualisierten Standardabweichungen werden dann als Volatilität bezeichnet. Die jeweilige Volatilität ergibt sich, indem die Standardabweichung mit der Quadratwurzel aus der Anzahl der Berechnungszeiträume t multipliziert wird.[7]

$$\sigma_{ann.} = \sigma\sqrt{t}$$

Aus empirischen Untersuchung ergab sich jedoch, dass die Renditegenerierung nicht den Kalendertagen, sondern eher den Börsenhandelstagen folgt, so dass für die Berechnung von Volatilitäten aus Tagesrenditen t=250 und nicht t=365 gewählt wird.

$$\sigma_{ann.} = \sigma\sqrt{250}$$

Entsprechend ergibt sich für eine Berechnung von Volatilitäten aus Monats und Quartalsrenditen: $\sigma_{ann.} = \sigma\sqrt{12}$, bzw. $\sigma_{ann.} = \sigma\sqrt{4}$.

Geht man vereinfacht davon aus, dass eine Unternehmung auf der Passivseite Fremd- und Eigenkapital hält, wobei der Wert des Eigenkapitals als Anzahl der ausgegebenen Aktien n multipliziert mit dem gegenwärtigen Aktienkurs S angesehen wird. Falls für dieses

[5] [PS97], S. 484
[6] [SB98], S. 57
[7] [SB98], S. 59

Unternehmen das Fremdkapital als risikolos angesehen werden kann[8], dann schlagen folglich alle Änderungen das Firmenwertes ausschließlich auf das Eigenkapital. Bezeichnet man den Firmenwert nun als W, dann ergibt sich daraus $\Delta W = \Delta EK$, wobei $EK=n\cdot S$.
Es wird nun folgender Zusammenhang hergeleitet:[9]

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{\Delta EK}{EK} = \frac{\Delta W}{W} \cdot \frac{W}{EK} = \frac{\Delta W}{W}\left(\frac{EK+FK}{EK}\right) = \frac{\Delta W}{W}\left(1+\frac{FK}{EK}\right)$$

Der prozentuale Veränderung der Aktienkurses ist somit gleich der prozentualen Änderung des gesamten Eigenkapitals (bei festem n). Dies ist nach der obigen Umformung wiederum gleich der prozentualen Änderung des Firmenwertes W multipliziert mit dem sogenannten Leverage-Faktor $L=1+FK/EK$.
Je höher also ein Unternehmen verschuldet ist, desto volatiler wird somit die Aktie sein. Als Gleichung ergibt sich daher:

$$\sigma_S = \sigma_{EK} = \sigma_W \cdot L$$

σ_S ist dabei die Volatilität der Aktienrendite, σ_{EK} die Volatilität des Eigenkapitals und σ_W die Volatilität des Unternehmens.
Falls nun σ_W konstant bleibt, dann nimmt die Volatilität der Aktie zu, falls der Aktienkurs fällt (L wird größer) und σ_S steigt bei fallendem Aktienkurs (L wird kleiner).

Im folgenden Kapitel wird daher nun versucht den hier hergeleiteten Zusammenhang anhand von Kursreihen des DAX empirisch zu überprüfen.

[8] Diese Annahme ist für große Unternehmen die hier untersucht werden durchaus plausibel
[9] siehe [FW2000]

III. Die Empirische Überprüfung des Leverage-Effekt

A. Der verwendete Datensatz

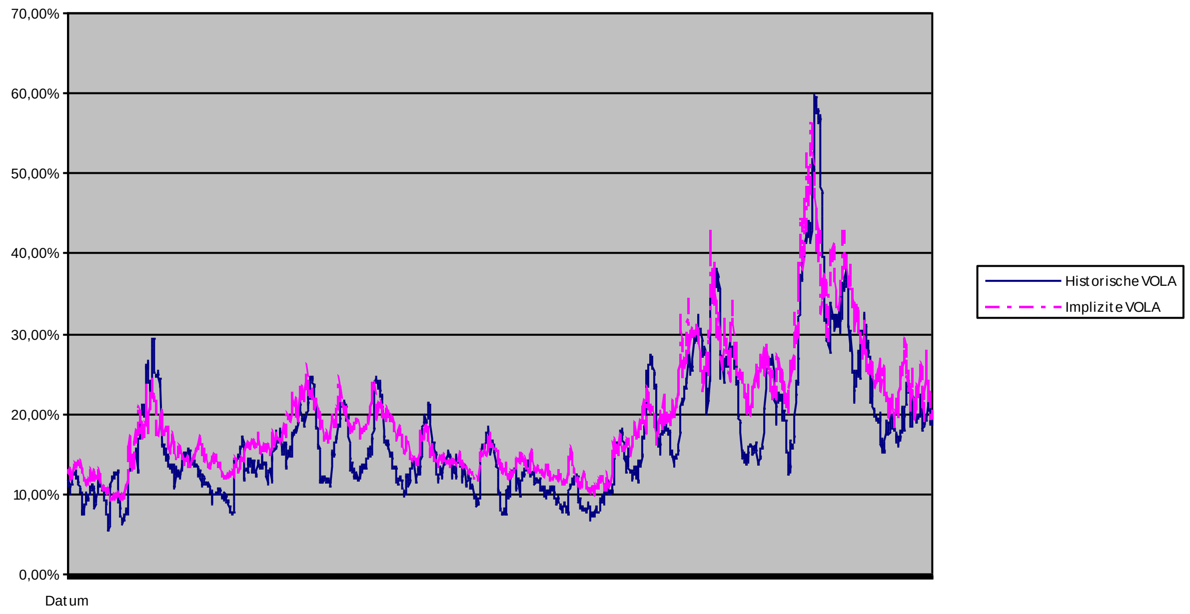
Für eine empirische Untersuchung des Leverage-Effekt ist es von großer Bedeutung diese Untersuchungen nur für Aktien von Unternehmen vorzunehmen, die stets am Kapitalmarkt fair bepreist sind. Das heißt, dass zu jeder Zeit davon ausgegangen werden kann, dass reger Handel mit diesen Werten stattfindet und dadurch Unregelmäßigkeiten in den Aktienkursen dieser Werte nahezu ausgeschlossen werden können. Deshalb wurde für diese Arbeit der Leverage-Effekt anhand des DAX-Indexes selbst getestet, d.h. also inwieweit Änderungen des Indexwertes sich auf die Volatilität niederschlagen. Im DAX-Index wird die Kursentwicklung der Aktien 30 größten und umsatzstärksten deutschen Unternehmen zusammengefasst und für diesen Index existiert der Volatilitätsindex des deutschen Aktienmarktes, der sog. VDAX. Im VDAX wird einmal täglich die implizite Volatilität für den DAX aus mehreren dazugehörigen Optionspreisen nach dem Optionspreismodell von Black/Scholes ermittelt. Der VDAX wird in dieser Arbeit dazu benötigt um den Leverage-Effekt nicht nur für die relativ leicht errechenbaren historischen Volatilitäten zu testen, sondern auch für implizite Volatilitäten. Man sieht, dass sich für eine Untersuchung auf dem deutschen Aktienmarkt der DAX-Index geradezu anbietet, den durch ihn wird also dadurch ein fiktives großes Unternehmen unterstellt, das alle 30 Unternehmen des DAX enthält, und zu dem die historische und implizite Volatilitäten bekannt sind.

Für die nachfolgenden Untersuchungen wurden folgende Daten verwendet:

- Schlusskurse des DAX vom 02.01.1992 bis zum 04.11.1999
- Daraus errechnete DAX-Tagesrenditen
- Historische Volatilitäten der Tagesrenditen des DAX-Index errechnet jeweils für einen Zeitraum der letzten 21 Börsentage (d.h. nahezu nach Kalendermonat) aus den täglichen DAX-Renditen, die dann durch Multiplikation mit der Quadratwurzel aus 252 annualisiert wurden.
- Implizite Volatilitäten des DAX, bestimmt durch den täglichen Wert des VDAX, ebenfalls über den obigen Zeitraum vom 02.01.1992 bis 04.11.1999.

Nach Ermittlung der Werte ergab sich wie erwartet, dass historische und implizite Volatilitäten betragsmäßig nicht übereinstimmen, jedoch wurde untersucht ob bei diesen Werten zumindest ein Gleichlauf zu erkennen ist, der sich unter anderem durch die folgende Abbildung 3 erkennt lässt.

Abbildung 3: Verlauf der historischen und impliziten Volatilitäten über den Untersuchungszeitraum



Aus obiger Abbildung lässt sich gut erkennen, dass von einem recht guten Gleichlauf der beiden Werte ausgegangen werden kann, eine Tatsache, die dann von Bedeutung ist, wenn wie unter geschehen die selben Berechnungen mit beiden Arten der Volatilitäten vorgenommen werden und diese Ergebnisse dann untereinander verglichen werden.

B. Mathematische Methoden der empirischen Überprüfung

Figlewski und Wang verwendeten zu ihrer Untersuchung des von ihnen erwarteten Zusammenhang zwischen Leverage-Effekt und Volatilität das Modell der linearen Regression in folgender Form:

$$\Delta \ln \sigma_S = c + a \Delta \ln L + dummies$$

Dabei ist c die stets bei Regressionen auftretende Niveaukonstante und a hier ein Schätzer für die Elastizität θ_L, welche die Änderung der Aktienvolatilität in Abhängigkeit der Änderung des Leverage wiedergibt.[10] Der Wert a sollte bei dieser Regression 1 sein im eigentlich theoretisch zu erwarteten Fall, dass der Kapitalmarkt die Änderung im Leverage voll auf die Aktienvolatilitätsänderung schlägt und die Firmenvolatilität gleich bleibt. Falls a größer als 1 sein sollte, wird davon ausgegangen, dass sich auch die Firmenvolatilität erhöht.

[10] Herleitung und Beweis siehe [FW2000]

Ergibt sich ein a kleiner 1 wird angenommen, dass Änderungen im Leverage nicht voll in die Aktienvolatilität eingehen.

Für das weitere Vorgehen wird das obige Regressionsmodell wieder in Anlehnung an das Modell von Figlewski und Wang weiter vereinfacht zur Form:

$$\Delta\sigma = a_0 + a_1 R$$

R steht dabei für die logarithmierte Preisänderung des DAX-Index über eine entsprechende Periode (hier ein Monat mit 21 Börsenhandelstagen). Es gilt also: $R=[\ln(S_t)-\ln(S_{t-1})]$, wobei S_t den Stand des DAX am Monatsende des Monats t bezeichnet.
$\Delta\sigma$ gibt die logarithmierte Änderung sowohl der historischen als auch der impliziten Volatilitäten nach folgender Definition wieder: $\Delta\sigma=[\ln(\sigma_{t+1})-\ln(\sigma_{t-1})]$, mit σ_t als implizite/historische Volatilität des DAX zu Ende des Monats t. a_0 entspricht demnach dem vorherigen c, a_1 der Elastizität des Aktienvolatilität in Abhängigkeit vom Wert des Eigenkapitals (damit vom Aktienkurs). Aus den vorherigen Überlegungen müsste a_1 somit negativ und im Betrag kleiner 1 sein, genauer gesagt 0 für eine unverschuldete Unternehmung und gleich -1 für ein Unternehmen ohne Eigenkapital.

Betrachtet man nun vor Beginn der eigentlichen Regressionsberechnung durch eine graphische Darstellung den Zusammenhang zwischen R und $\Delta\sigma$ erhält man folgende Diagramme:

Abbildung 4: Zusammenhang zwischen den historischen Volatilitäten und den Renditeänderungen (börsentägliche Daten**)**

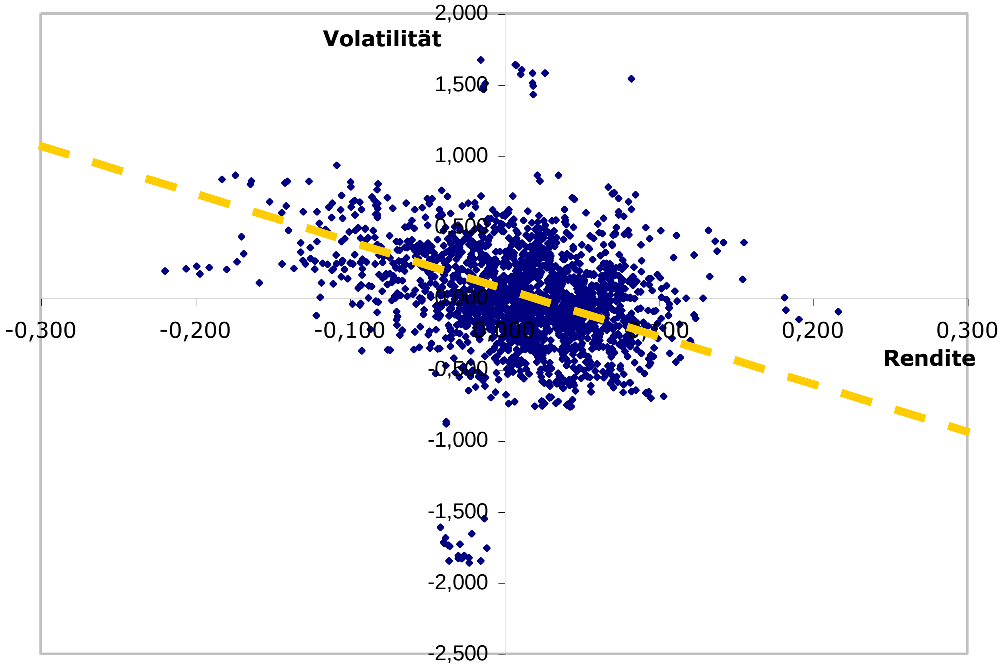
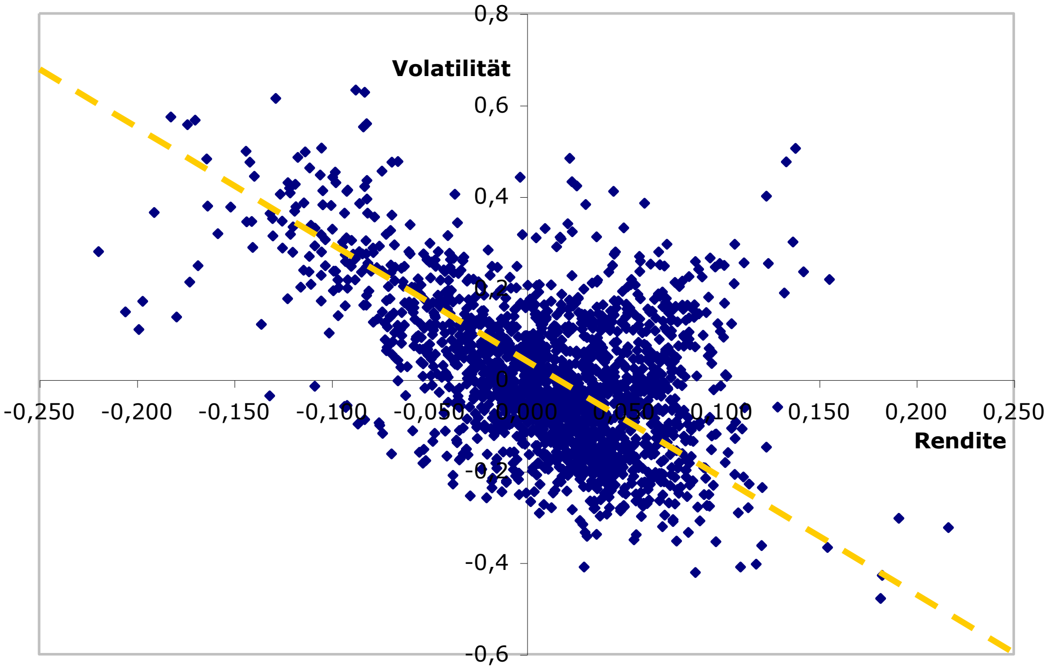


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen den impliziten Volatilitäten und den Renditeänderungen (börsentägliche Daten)



Die nur zur Hilfe durch meine freie Schätzung eingezeichneten Geraden durch die Punktewolken verdeutlichen hier schon, dass eine Regressionsanalyse durchaus sinnvoll in diesem Zusammenhang sein wird und mit Werten für a_0 nahe 0 und a_1 im negativen Bereich zu rechnen ist.

Da schon vor der Beginn der Untersuchung aus langjährigen Beobachtungen und Vermutungen angenommen werden kann, dass der Leverage-Effekt eher mit fallenden Marktpreisen im Zusammenhang steht, wird durch folgende Regression noch zusätzlich untersucht ob die Asymmetrie dieses Phänomens eher aus den negativen Renditen folgt oder aus dem Leverage an sich:

$$\Delta\sigma = a_0 + a_1 R + a_2 (R \cdot DD)$$

Hier wurde eine Down-Market-Dummy-Variable in das Regressionsmodell eingefügt, wobei DD=1 falls R<0, ansonsten DD=0. Der Leverage-Effekt wird nun also durch a_1 im Up-Market und mittels a_1+a_2 im Down-Market gemessen. Ein signifikant negativer Wert von a_2 sollte damit anzeigen, dass der Leverage-Effekt stärker bei fallenden Preisen auftritt.[11]

[11] siehe [FW2000]

C. Ergebnisse der Regressionsanalysen mittels SPSS

Die nun folgenden Ergebnisse wurden mit Hilfe der Statistiksoftware SPSS 9.0 erzielt. Als Verfahren der Regression wurde naheliegend die lineare Regression ausgewählt. Dazu wurden im Datensatz zunächst nur diejenigen Fälle ausgewählt mit dem Datum des letzten Börsentags für jeden Monats, um dadurch eine Betrachtung ausschließlich von Monatsdaten vorzunehmen.

In den ersten beiden Läufen der einfachen Regression wurde das einfache Modell

$$\Delta\sigma = a_0 + a_1 R$$

mittels historischer und impliziter Volatilität ermittelt und es wurden folgende Ergebnisse festgestellt:

Monatliche Betrachtung	Konstante a_0	Index Return a_1	Anzahl der Beobachtungen
Historische Volatilitäten	0,035 (0,352)	-2,627 (0,000)	94
Implizite Volatilitäten	0,030 (0,188)	-0,968 (0,020)	94

(Signifikanzniveau α für jedes a_i in Klammern)

Das Signifikanzniveau α gibt vereinfacht gesagt bei der Regression die maximale Wahrscheinlichkeit an, dass ein wahrer Regressionskoeffizient $a_i=0$ sein könnte und somit keinen Einfluss auf das Modell nehmen kann. Für a_1 sind in diesen Ergebnisse deutlich hochsignifikante negative Regressionskoeffizienten von relativ hohem Absolutbetrag zu erkennen, während a_0 offensichtlich sehr nahe 0 liegt und somit wie zu erwarten kaum Einfluss auf die Regression nimmt, denn ein Gleichbleiben der Rendite sollte auch keine Veränderung der Volatilität hervorrufen.
Ein Schätzer von –2,627 für a_1 bedeutet grob bei dieser Betrachtung, dass wenn die Volatilität beispielsweise einen Ausgangswert von 0,15 besitzt und der DAX-Index über einen Monat gesehen um 10 Prozent fällt, wird davon ausgegangen, dass Volatilität um 26,27% Prozent zunimmt auf einen Wert von 0,189.[12]

Anhand dieser Ergebnisse lässt sich die oben schon erklärte Vermutung eines stärkeren Einfluss des Leverage-Effekt bei fallenden Marktpreisen durch die hohen negativen Werte von a_1 vermuten. Aus diesem Grund wurde deshalb noch eine weitere, diesmal multiple Regression mit der Dummy-Variable DD in der Form

$$\Delta\sigma = a_0 + a_1 R + a_2 (R \cdot DD)$$

[12] vereinfachte Darstellung, da alle Werte der Gleichung logarithmiert sind

wieder sowohl für historische als auch für implizite Volatilitäten durchgeführt und es ergaben sich hierdurch folgende Werte:

Monatliche Betrachtung	Konstante a_0	Index Return a_1	Down Return a_2	Anzahl der Beobachtungen
Historische Volatilitäten	0,065 (0,278)	0,279 (0,828)	-4,513 (0,035)	94
Implizite Volatilitäten	0,034 (0,345)	0,536 (0,489)	-2,891 (0,025)	94

(Signifikanzniveau α für jedes a_i in Klammern)

Deutlich sind hier die signifikant hohen Werte für a_2 zu beobachten, die genau die Vermutung eines Down-Market-Effektes bestätigen. Aufgrund der geringeren Anzahl an Ereignissen sind hier für die a_2-Werte die Signifikanzniveaus jedoch nicht ganz so hoch wie bei obiger Betrachtung.
Betrachtet man nun die Entwicklung der Volatilitäten am Zahlenbeispiel kann man einen sehr erstaunlichen "umgekehrten" Leverage-Effekt beobachten, nicht nur dass sich negative Renditen stärker auf die Volatilität auswirken, steigende Marktpreise wirken sogar in die selbe Richtung. Sei die Volatilität wieder 0,15 und der DAX fällt um 10 Prozent, dann steigt die Volatilität um 42,34 Prozent (0,0279-0,4513) auf 0,213. Steigt nun der DAX im der selben Zeitraum um 10 Prozent erhöht sich *ebenfalls* die Volatilität, diesmal um 2,79 Prozent auf 0,154, ein Effekt also, der nach der Theorie nicht auftreten dürfte.[13] Zwar können hier die Regressionskoeffizienten a_1 bei weitem nicht als statistisch signifikant angesehen werden, das auftretende Phänomen kann aber dennoch aufgrund der Werte von a_1 als existent betrachtet werden.

Ein Regression mit 94 Beobachtung wie oben geschehen kann im allgemeinen als recht gut angesehen werden und es wurden auch "gute" Signifikanzniveaus erreicht. Bei dieser Untersuchung lagen jedoch tägliche Daten für Volatilität und Rendite vor, die auf einen monatlichen Verlauf zurückgerechnet wurden (z.B. die Rendite vom 12.10.93 bis zum 12.11.93). Nimmt man nun zur Kontrolle diese täglichen Daten in die Regression mit hinein erhält man einen eher stetigen Verlauf der einzelnen Werte und damit ein wohl besseres Ergebnis, auch wenn längere Ausreißerphasen bei den Beobachtungen dann eventuell stärker ins Gewicht fallen. Nur zur Überprüfung der schon oben erzielten Ergebnisse ergaben sich folgende Modelle:

[13] auch hier vereinfachte Darstellung, da alle Werte vorher logarithmiert wurden

Tägliche Betrachtung	Konstante a_0	Index Return a_1	Down Return a_2	Anzahl der Beobachtungen
Historische Volatilitäten	0,038 (0,000)	-2,225 (0,000)	--	1974
	0,063 (0,000)	0,223 (0,439)	-4,841 (0,000)	
Implizite Volatilitäten	0,021 (0,000)	-0,771 (0,000)	--	1974
	0,045 (0,000)	0,818 (0,000)	-3,130 (0,000)	

(Signifikanzniveau α für jedes a_i in Klammern)

Man sieht deutlich, dass durch diese Betrachtung, obige Ergebnisse sehr gut bestätigt werden können. Alle Regressionskoeffizienten bewegen sich in etwa auf gleichem Niveau wie bei den analogen obigen Modellen auf monatlicher Basis. Zudem ist zu erkennen, dass aufgrund der höheren Anzahl von Beobachtungen die a_i nun als statistisch noch signifikanter angesehen werden können.

IV. Zusammenfassung

Vergleicht man die Ergebnisse dieser Untersuchung mit den Ergebnissen der sehr aktuellen Studie von Figlewski und Wang (September 2000) für den US-Markt, die noch weitaus mehr Modellgleichungen aufgestellt haben und auch den Effekt am echten Financial Leverage (dem Verhältnis von Eigenkapital zu Fremdkapital) über einen längeren Zeitraum testen konnten, so erhält für den deutschen Aktienmarkt in der Tendenz das gleiche Ergebnis. Die Regressionen lieferten sogar noch signifikantere Ergebnisse und auch der sog. Down-Market-Effekt konnte klarer herausgearbeitet werden.
Leider konnte in dieser Arbeit der Leverage-Effekt nicht anhand einer einzelnen Unternehmung getestet werden. Es lagen zwar Kursreihen und Bilanzdaten der Siemens AG der letzten Jahre vor, die geringe Anzahl an Bilanzdaten ließ allerdings kein aussagekräftiges Regressionsmodell zu.

Der sog. Down-Market-Effekt des Leverage-Effektes war in der Finanzierungstheorie schon vorher bekannt, d.h. es wurde bereits davon ausgegangen, dass fallende Kurse stärker die Volatilität beeinflussen als dies bei steigende Preisen der Fall ist. Die Deutlichkeit des hier und in der Studie von Figlewski/Wang festgestellten Ergebnisses überrascht jedoch sehr. Gerade für die Tatsache, dass auch durch steigende Renditen die Volatilität erhöht wird oder zumindest unverändert bleibt, findet sich bisher in der Literatur (und auch bei Figlewski/Wang) keine Erklärung.

Nimmt man also die Ergebnisse dieser Studie, so deutet vieles darauf hin, dass jede Kursänderung zusätzliche Unsicherheit für einen Wert bedeutet und somit die Volatilität erhöht. Die bisherige Theorie des Leverage-Effekt für das Verhältnis Rendite zu Volatilität müsste demnach überdacht werden. Der Leverage-Effekt konnte in dieser Arbeit also lediglich als ein Down-Market-Effekt bestätigt werden, eine Tatsache die mit Sicherheit Wirtschaftwissenschaftlern in nächster Zeit Anlass zu weiterführenden Untersuchungen geben wird.

V. Literaturverzeichnis

[BB96]
Bamberg, Günther; Baur, Franz: Statistik. 9. Auflage. R. Oldenbourg Verlag, München, Wien 1996

[FW2000]
Figlewski, Stephen; Wang, Xiaozu: Is the "Leverage Effect" a Leverage Effect? Working paper, Draft of September 27, 2000

[FH88]
Franke, Günter; Hax, Herbert: Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1988.

[PS97]
Perridon, Louis; Steiner, Manfred: Finanzwirtschaft der Unternehmung. 9. Auflage. Verlag Franz Vahlen, München 1997.

[RW88]
Ross, Stephen; Westerfield, Randolph: Corporate finance. Times Mirror/Mosby College Publishing, St. Louis Toronto Santa Clara 1988.

[SB98]
Steiner, Manfred; Bruns, Christoph: Wertpapiermanagement. 6. Auflage. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 1998.

[Süc89]
Süchting, Joachim: Finanzmanagement: Theorie und Politik der Unternehmensfinanzierung. 5. Auflage. Gabler Verlag, Wiesbaden 1989.

[WC2000]
Wittenberg, Reinhard; Cramer, Hans: Datenanalyse mit SPSS für Windows. 2. Auflage. UTB für Wissenschaft, Stuttgart 2000.