

Spekulation mit dem DAX-Future per Limitorder

Eine theoretische und empirische Analyse*

Von Gregor Dorfleitner und Klaus Röder, Augsburg

I. Einleitung

Seit der Aufnahme des Handels mit DAX-Futures am 23. November 1990 beschäftigen sich empirische Untersuchungen mit dem deutschen Terminmarkt. Die bisher veröffentlichten Arbeiten legen dabei das Hauptaugenmerk auf die Bewertung des DAX-Futures,¹ die Lead-Lag-Beziehung zwischen Futures- und Kassamarkt² oder die Intraday-Volatilität³ des Terminmarktes.

Viele Marktteilnehmer halten ihre Futures-Positionen nicht bis zum Fälligkeitstermin des Kontraktes.⁴ Vielmehr neigen Spekulanten zu einem kurzfristigen Planungshorizont, innerhalb dessen die Futures-Positionen glattgestellt werden. Wir untersuchen in dieser Arbeit deshalb eine limitbasierte Spekulationsstrategie für Marktteilnehmer, die ausschließlich mit dem nächstfälligen DAX-Futures-Kontrakt, dem Nearby-Kontrakt, handeln und kein Overnight- bzw. Weekendrisiko⁵ eingehen wollen. Innerhalb seines Planungshorizonts von einem Tag bzw. einer Handelswoche unterstellen wir einen risikoneutralen Investor. Eine

* Die Arbeit an diesem Projekt wurde im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Effiziente Gestaltung von Finanzmärkten und Finanzinstitutionen“ (Teilprojekt „Regulierungs- und Deregulierungspotential am DAX-Futures-Markt“) von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Für die Überlassung der Futuresdaten bedanken sich die Autoren bei Hermann Göppl.

¹ Siehe *Bühler/Kempf* (1993) oder *Bamberg/Röder* (1994).

² Siehe *Kempf/Korn* (1996).

³ Siehe *Röder* (1996).

⁴ Siehe *Sofianos* (1993) oder *Röder/Bamberg* (1996).

⁵ Ein Overnight- bzw. Weekendrisiko entsteht, wenn man offene Positionen über Nacht bzw. über das Wochenende hält. Da in diesen Zeiträumen ein Handel nicht möglich ist, kann der Anleger erst verspätet auf neue Informationen reagieren. Deshalb neigen professionelle Händler dazu, offene Positionen in Zeiträumen ohne Börsenhandel nicht zu halten.

ähnliche Problemstellung wird in der Literatur mit unterschiedlichen Ergebnissen für den amerikanischen Markt untersucht:

Dybvig (1989) analysiert auf der Basis eines Binomialmodells die Effizienz von Limit-Strategien auf dem Aktienmarkt. Die rein theoretischen Ergebnisse der Arbeit spiegeln sich in dem Titel „Inefficient dynamic portfolio strategies or how to throw away a million dollars in the stock market“ wider.

Shyy (1989) betrachtet am amerikanischen Bond-Futures-Markt aus theoretischer und empirischer Sicht ein ähnliches Problem. Auch er legt ein diskretes Modell zugrunde, unterstellt einen risikoneutralen Investor und konzentriert sich auf die Analyse von Stop-Loss-Orders, für die er ex post optimale gewinnbringende Limitwerte ermittelt.

Handa/Schwartz (1996) entwickeln und überprüfen eine multiple Limit-Order-Strategie für den Handel mit den Aktien des Dow-Jones-Industrial-Average-Indexes. Handa/Schwartz kommen zu dem Ergebnis, daß limitierte Aufträge optimal bei liquiditätsbedingten Preisveränderungen sind, während sich bei informationsbedingten Preisänderungen eine Limitstrategie als suboptimal erweist.⁶

Diese Arbeit verfolgt basierend auf dem von *Bamberg/Dorfleitner* (1996) entwickelten Modell zwei Ziele. Zum einen werden die theoretischen Erfolgswahrscheinlichkeiten der Strategien empirisch überprüft. Wir betrachten dabei eine Intraday-Strategie, bei der der Spekulant am selben Tag eine Futuresposition eröffnet und per Limitorder wieder glattstellt. Zusätzlich analysieren wir eine wöchentliche Strategie, bei der der Spekulant am Anfang einer Woche eine Position eröffnet und diese spätestens bis zum letzten Handelstag dieser Woche wieder schließt. Zum anderen ermitteln wir den Erfolg dieser Strategien, den ein Spekulant in den Kalenderjahren 1993 und 1994 erzielt hätte. Dabei untersuchen wir jedes der beiden Kalenderjahre getrennt, da das Börsenjahr 1993 von einer Hausse geprägt war, während das Jahr 1994 als Baissejahr bezeichnet werden kann. Abbildung 1 verdeutlicht diesen Zusammenhang anhand der täglichen Eröffnungskurse des DAX-Futures.

Grundlage der Untersuchung ist die Annahme, daß der Preisprozeß des DAX-Futures einer geometrischen Brownschen Bewegung folgt. Dieser stochastische Prozeß entspricht den Annahmen, die *Black/Scholes*⁷ zur Herleitung ihrer Optionsbewertungsformel verwenden.

⁶ Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangt auch *Glosten* (1994).

⁷ Siehe *Black/Scholes* (1973).



Abb. 1: Der DAX-Future von 2.1.93 bis 30.12.94

II. Die Limitstrategie

Bei der Durchführung der täglichen Strategie unterstellen wir, daß der Spekulant seine Position (long oder short) zum Eröffnungskurs eröffnet. Danach erteilt er einen limitierten Gattstellungsauftrag, der bis zum Ende des Planungshorizontes τ gültig ist. Als Limit wählt er einen Preis, durch den ein vorgegebener Gewinn a garantiert ist, der relativ zum Eröffnungskurs F_0 gemessen wird. Das Verkaufslimit der Long-Strategie ergibt sich damit als $(1 + a) \cdot F_0$, das der Short-Strategie als $(1 - a) \cdot F_0$.

Als Planungshorizont beschränken wir uns für die folgenden Ausführungen aus Gründen der Übersichtlichkeit auf zwei verschiedene Werte, nämlich die Dauer eines Handelstages bzw. einer Handelswoche. Wird der limitierte Auftrag innerhalb des Planungshorizontes ausgeführt, so erhält der Anleger mindestens den Gewinn in Höhe von $a \cdot F_0 \cdot 100$ DM.⁸ Wird sein limitierter Auftrag nicht ausgeführt, so stellt er die zum Eröff-

⁸ Da die minimale Tick-Size der Notierungen des DAX-Futures 0,5 bzw. 50 DM beträgt, wird das Limit bei der Long-Strategie mindestens zum nächsthöheren entsprechenden Kurs ausgeführt. Analog verhält es sich bei der Short-Strategie.

nungskurs eröffnete Position am Ende des Planungshorizontes unlimitiert zum Schlußkurs F_T glatt und realisiert den Gewinn/Verlust $(F_T - F_0) \cdot 100$ DM bei Strategie long bzw. $(F_0 - F_T) \cdot 100$ DM bei Strategie short. Dies impliziert bei täglicher Strategie, daß der Spekulant keine offenen Futurespositionen über Nacht hält. Die Strategie wird am nächsten Morgen erneut gestartet.

Abbildung 2 verdeutlicht die tägliche Strategie anhand der Transaktionspreise des 2. 8. 1993. Die Zeitreihe ist zur Eröffnung auf 100 indexiert. Bei der Durchführung der Strategie long erwirbt der Spekulant einen DAX-Futures-Kontrakt mit Verfall im September 1993 zum Eröffnungspreis von 1820,00. Um einen Gewinn von $a = 1\%$ bezogen auf diesen Eröffnungskurs zu erzielen, erteilt er eine Verkaufsother mit einem Limit von 101% oder 1838,50. Der Zeitreihe in Abbildung 2 ist zu entnehmen, daß um 12.28 Uhr dieser Preis erstmals erreicht wird. Der Spekulant erzielt somit einen Gewinn in Höhe von $(1838,50 - 1820) \cdot 100$ DM = 1850 DM. Unter Berücksichtigung von Roundtrip-Transaktionskosten in Höhe von ca. 120 DM⁹ verbucht der Spekulant einen Nettogewinn in Höhe von 1730 DM. Bei der Durchführung der Strategie short eröffnet der Spekulant eine Shortposition des DAX-Futures-Kontraktes mit Verfall im September 1993 zum Eröffnungspreis von 1820,00. Um einen Gewinn von 1% bezogen auf diesen Eröffnungskurs zu erzielen, erteilt er eine Glattstellungsother mit Limit 99% oder 1801,50. In diesem Fall fällt der Futurespreis bereits um 9.58 Uhr auf diesen Wert. Der Gewinn, den der Spekulant auf seinem Marginkonto verbuchen kann, beträgt somit ebenfalls 1850 DM bzw. 1730 DM.

Für den Privatanleger ist dieser Gewinn nach geltendem Steuerrecht als Folge eines Differenzgeschäftes nicht zu versteuern. Da der Spekulant auch keine Positionen über Nacht hält und die Marginleistung zum Großteil in Form von Wertpapieren hinterlegt werden kann, ist diese Strategie nicht mit einem Kapitaleinsatz verbunden. Entgangene Zinsen sind somit nicht zu berücksichtigen.

Bei der Durchführung der wöchentlichen Strategie wird unterstellt, daß der Spekulant eine Long- bzw. Shortposition des nächstfälligen DAX-Futures-Kontraktes zum Eröffnungskurs erwirbt. Analog zur täglichen Strategie erteilt er ein Glattstellungslimit, das bis zum Ende der Handelswoche gültig ist. Wird dieses Limit bis zum Ende des letzten

⁹ Die anfallenden Transaktionskosten hängen von den persönlichen Voraussetzungen des Spekulanten ab. Die hier angenommenen DM 120,- dürften durchschnittlich bei einem Privatanleger anfallen. Im günstigsten Fall sind lediglich die DTB-Gebühren in Höhe von derzeit 2,- DM pro Kontrakt (one-way) zu bezahlen.



Abb. 2: Der DAX-Future am 2.8.1993

Handelstags nicht ausgeführt, so stellt der Spekulant seine Position zum letzten Kurs wieder glatt. Im Gegensatz zur täglichen Strategie geht der Spekulant in diesem Fall ein Übernachtrisiko ein. Auf keinen Fall hält er eine offene Position über das anschließende Wochenende. Da die Marginleistung auch in diesem Fall zum Großteil in Form von Wertpapieren erbracht werden kann, werden bei der Ermittlung des Erfolgs dieser Strategie Zinszahlungen nicht berücksichtigt.

Alle betrachteten Strategien kann man als Stop-Profit-Strategien ansehen, denn per Limit wird der Gewinn nicht nur realisiert, sondern auch begrenzt. Eine Stop-Loss-Order, bei der per Limit ein bestimmter Verlust realisiert wird, ist ebenfalls denkbar. Diese muß aber weder theoretisch noch empirisch eigens untersucht werden, da sie aus dem Stop-Profit-Fall abgeleitet werden kann. Die Stop-Loss-Strategie short bedeutet, daß man ein Limit nach oben setzt, die Strategie long impliziert ein Limit nach unten. Stop-Loss- bzw. Stop-Profit-Strategien mit gleichem Limit besitzen somit exakt entgegengesetzte Zahlungsströme. Beispielsweise kann ein Marktteilnehmer für den Kursverlauf in Abbildung 2 einen Long-Futures-Kontrakt erwerben und ein Verkaufslimit bei 101 %

setzen. Zum betragsmäßig gleichen Ergebnis (mit umgekehrten Vorzeichen) würde der Marktteilnehmer gelangen, wenn er einen Short-Futures-Kontrakt erwirbt und ein Stop-Loss-Limit bei 101% setzt. Deshalb werden wir uns im weiteren auf den oben ausgeführten Stop-Profit-Fall konzentrieren.

III. Ein theoretisches Modell zur Beurteilung der Strategie

Sowohl die Erfolgswahrscheinlichkeiten als auch die Erwartungswerte der Limitstrategie werden von *Bamberg/Dorffleitner* (1996) theoretisch hergeleitet. Die dortigen Resultate wollen wir im folgenden nur soweit darstellen, wie sie für den empirischen Teil der Arbeit vonnöten sind.

Theoretisch kann man den DAX-Futureskurs über das Cost-of-Carry-Modell aus dem DAX-Kurs ableiten. Modelliert man den DAX als eine allgemeine geometrische Brownsche Bewegung, so erhält man den DAX-Futureskurs ebenfalls als eine geometrische Brownsche Bewegung mit derselben Volatilität und einer um den risikofreien Zins verminderten Drift. Da es in der Praxis innerhalb des No-Arbitrage-Bandes aber immer eine gewisse Fehlbewertung gibt, weichen die Volatilitäten von DAX und DAX-Futureskurs durchaus voneinander ab. Um diese Fehlerquelle auszuschließen, wollen wir den Futureskurs nicht in Abhängigkeit vom DAX betrachten: Vielmehr beschreiben wir den Futureskurs direkt als geometrische Brownsche Bewegung mit Drift μ und Volatilität σ und schätzen diese beiden Parameter (in Abhängigkeit des Planungshorizonts) direkt aus den Futuresdaten.

Eine Limitstrategie mit Planungshorizont τ und Limitparameter a besitzt folgende Erfolgswahrscheinlichkeit:¹⁰

$$p^s(\tau, a) = \Phi\left(\frac{\ln(1-a) - \mu\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}\right) + \exp\left(\frac{2\mu\ln(1-a)}{\sigma^2}\right) \cdot \Phi\left(\frac{\ln(1-a) + \mu\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}\right)$$

für Strategie short,

$$p^l(\tau, a) = \Phi\left(\frac{-\ln(1+a) + \mu\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}\right) + \exp\left(\frac{2\mu\ln(1+a)}{\sigma^2}\right) \cdot \Phi\left(\frac{-\ln(1+a) - \mu\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}\right)$$

für Strategie long.

Dabei bezeichnet Φ die Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung. Für Stop-Loss-Orders gelten diese Wahrscheinlichkeiten ebenfalls,

¹⁰ Siehe *Bamberg/Dorffleitner* (1996, S. 6).

nur mit umgedrehter Zuordnung, also $p^s(\tau, a)$ für Strategie long und $p^l(\tau, a)$ für Strategie short.

Die Erfolgswahrscheinlichkeit kann zur Interpretation in zwei Komponenten aufgeteilt werden. Der erste Term in beiden Formeln gibt die Wahrscheinlichkeit an, daß der Futureskurs am Ende des Zeithorizonts das Glatstellungslimit mindestens erfüllt. Der zweite Term gibt die Wahrscheinlichkeit an, daß der Futureskurs am Ende des Planungshorizonts das Limit nicht mehr erfüllt, aber während der dazwischenliegenden Handelszeit erfüllt hat. Die Wahrscheinlichkeit, das vorgegebene Gewinnniveau a zu erreichen, ist somit gegenüber einer Buy-hold-and-sell-Strategie um den zweiten Term erhöht. Dafür entgeht dem Spekulant eine mögliche Kurssteigerung, die über das vorgegebene Gewinnniveau hinausgeht (Stop-Profit).

Für den relativ zum Startkurs gemessenen erwarteten Gewinn gilt:¹¹

$$E(G_{\tau,a}) = \begin{cases} p^s(\tau, a) \cdot a + (1 - p^s(\tau, a)) \cdot \left(1 - \int_{1-a}^{\infty} z h_{\tau,a}^s(z) dz\right) & \text{für Strategie short,} \\ p^l(\tau, a) \cdot a + (1 - p^l(\tau, a)) \cdot \left(\int_0^{1+a} z h_{\tau,a}^l(z) dz - 1\right) & \text{für Strategie long.} \end{cases}$$

Dabei bezeichnet $h_{\tau,a}^s$ bzw. $h_{\tau,a}^l$ die Dichte der (relativen) Verteilung des Futureskurses am Ende des Planungshorizonts τ bedingt am Nichterfolg des Limits. Um den erwarteten Gewinn in DM zu bestimmen, muß man $E(G_{\tau,a})$ mit $F_0 \cdot 100$ DM multiplizieren, um den Kontraktsspezifikationen des DAX-Futures gerecht zu werden.

Auch die Erwartungswerte von Stop-Loss-Strategien sind leicht aus obigen Formeln abzulesen: Wieder muß man wie oben die Zuordnung, zusätzlich wegen der invertierten Zahlungsströme aber auch noch das Vorzeichen vertauschen. Betrachtet man die Erwartungswerte in Abhängigkeit von a , so ergibt sich qualitativ derselbe Verlauf wie im diskreten Modell von *Shyy* (1989): Der Erwartungswert steigt oder fällt monoton mit ansteigendem a . Will man nur den Erwartungswert maximieren, so ist es also günstig, keinen Limitauftrag zu geben.

In der nachfolgenden empirischen Analyse werden nun in einer Ex-post-Betrachtung die Erfolgswahrscheinlichkeit und der Erwartungswert der Strategien in Abhängigkeit der Höhe des gewählten Limits und des Planungshorizonts (täglich oder wöchentlich) ermittelt und auf statistische Signifikanz überprüft. Getestet werden dabei die Nullhypothese H_0 :

¹¹ Siehe *Bamberg/Dorfleitner* (1996, S. 13).

„die tatsächliche (im Test gemessen durch die empirische Erfolgshäufigkeit) Erfolgswahrscheinlichkeit entspricht der theoretischen Erfolgswahrscheinlichkeit“ bzw. die Nullhypothese H_0 : „der tatsächliche Erwartungswert (im Test gemessen durch den empirischen Mittelwert) des Gewinns der Strategie entspricht dem theoretischen Erwartungswert“. Die theoretischen Werte ergeben sich aus obigem Modell. Eine Ablehnung der Nullhypothese kann somit als Ablehnung des Modells und seiner Annahmen, wie z.B. einer geometrischen Brownschen Bewegung der Futureskurse interpretiert werden. Eine Nichtablehnung der Nullhypothese kann leider nicht als Bestätigung des Modells bzw. seiner Annahmen interpretiert werden. Dies ist aber ein grundsätzliches Problem aller statistischen Tests.¹²

IV. Empirische Untersuchung

1. Datenbasis und Vorgehensweise

Die Ergebnisse dieser Arbeit basieren auf den während der Handelszeit an der Deutschen Terminbörse von 9.30 Uhr bis 16.00 Uhr getätigten Transaktionen. Wir verwenden 1.025.171 zeitgestempelte Transaktionspreise vom 2.1.1993 bis 30.12.1994. Der Eröffnungspreis des DAX-Futures wird im Gegensatz zu den nachfolgenden Transaktionspreisen des Fließhandels nach dem Meistumsatzprinzip ermittelt. Somit ist eine Ausführung des unlimitierten Eröffnungsauftrags zum Eröffnungskurs gesichert.

Wäre die Voraussetzung perfekt erfüllt, daß die Futureskurse einer geometrischen Brownschen Bewegung folgen, so müßten die Parameter μ und σ für alle Planungshorizonte τ gleich sein und bräuchten somit lediglich einmal geschätzt werden. Zahlreiche empirische Studien indes widerlegen die Normalverteilung von Renditen.¹³ Deshalb interessiert uns nicht, ob der DAX-Future perfekt durch eine geometrische Brownsche Bewegung beschrieben werden kann. Vielmehr untersuchen wir, ob im Hinblick auf die uns interessierenden Charakteristika der Limitstrategien (Erfolgswahrscheinlichkeit, Erwartungswert) das gewählte Modell eine ausreichend gute Approximation an die Wirklichkeit darstellt. Dazu müssen wir für die einzelnen Perioden die „wahren“ Werte für μ und σ

¹² Siehe dazu *Bamberg/Baur* (1996, S. 173 ff.).

¹³ Schon *Mandelbrot* (1963) und *Fama* (1965) weisen die gegen die Normalverteilungsannahme sprechende Leptokurtosis von Aktienrenditen nach. Eine neuere Untersuchung zu diesem Thema stellt beispielsweise *Krämer/Runde* (1991) dar.

kennen, denn nur dann können die theoretischen Werte für Erfolgswahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte ermittelt werden.

Zur Schätzung von μ bei der täglichen Strategie berechnen wir den Mittelwert aus den täglichen Werten des logarithmierten Verhältnisses von Close- zu Open-Kurs. Dieser Wert muß noch annualisiert, d. h. durch die tägliche Handelszeit von 6,5 Stunden, also 0,000742 Jahren, dividiert werden. Analog wird bei den wöchentlichen Daten das logarithmierte Verhältnis von Wochenschlußkurs zu Wocheneröffnungskurs verwendet, wobei zur Annualisierung die Dauer der Handelswoche als $4 \cdot 24 + 6,5$ Stunden, also 0,0117 Jahre, angesetzt wird.

Zur Schätzung der Volatilitäten kommt gemäß *Garman/Klass*¹⁴ für den täglichen Planungshorizont ein sehr effizienter High-Low-Schätzer zum Einsatz. Dieser Schätzer ist aber für die wöchentliche Strategie ungeeignet, da während der Übernachtslücken die (theoretisch weiterlaufenden) Kurse nicht beobachtet werden können. Deshalb ist nach *Garman/Klass* hier ein Open-Close-Schätzer¹⁵ zu verwenden. Geschätzt (und wie oben annualisiert) wird zunächst σ^2 . Die weitere Analyse basiert auf der Standardabweichung σ . Die Schätzungen für μ und σ führen wir wegen der extremen Unterschiede zwischen den Jahren 1993 und 1994 für beide Jahre einzeln durch, d. h., innerhalb eines jeden dieser Jahre wird Konstanz der Parameter unterstellt. Man kann diese Annahme auch für beide Jahre gemeinsam treffen, die empirischen Resultate werden dann aber schlechter.

Tabelle 1 gibt die wichtigsten Daten für die empirische Untersuchung wieder. Die Spalte Anzahl in der täglichen Strategie enthält die Anzahl der Handelstage im entsprechenden Zeitraum. Dieselbe Spalte gibt bei der wöchentlichen Strategie die Anzahl der berücksichtigten Wochen an. Von der Untersuchung werden Handelswochen mit handelsfreien Montagen oder Freitagen ausgeschlossen. Dadurch wird ein gleichbleibender Planungshorizont gewährleistet. Zusätzlich ist in der Tabelle der Mittelwert des Eröffnungskurses in der jeweilige Periode ausgewiesen. Der von τ und a abhängige erwartete relative Gewinn wird zur Ermittlung des theoretischen Erwartungswerts des absoluten Gewinns jeweils mit diesem Kursmittel multipliziert.

Die geschätzten Werte für μ und σ sind durchaus plausibel. Die tägliche Volatilität fällt höher aus als die wöchentliche. Außerdem liegen

¹⁴ Siehe *Garman/Klass* (1980), S. 71, Formel (5).

¹⁵ Siehe *Garman/Klass* (1980), S. 70. *Garman/Klass* bezeichnen diesen Schätzer als „classical estimation procedure“.

Tabelle 1
Wichtige Parameter der Untersuchung

Zeit- raum	Kurs- mittel	täglich ($\tau = 0,000742$)			wöchentlich ($\tau = 0,0117$)		
		Anzahl	μ	σ	Anzahl	μ	σ
93	1821,70	252	0,3006	0,2703	43	0,5240	0,1778
94	2133,84	247	-0,7860	0,3415	41	-0,1641	0,2029

Quelle: Eigene Berechnungen

beide Volatilitäten jeweils im Jahr 1994 etwas höher als im Jahr 1993. Die Drift μ ist im Baisse-Jahr 1994 in beiden Fällen deutlich negativ, im Hausse-Jahr 1993 positiv. Auch die Tatsache, daß die Werte für μ so stark schwanken, stellt keinen Widerspruch zum Modell dar: Die Werte sind zwar annualisiert, sie können jedoch nicht auf das ganze Jahr hochgerechnet werden, da jeweils die Wochenend- bzw. Übernachteffekte fehlen.

2. Empirische Überprüfung des Modells

In der nachfolgenden empirischen Analyse werden wir die Gültigkeit des in Abschnitt III. vorgestellten Modells überprüfen. Dazu vergleichen wir zunächst die theoretischen Erfolgswahrscheinlichkeiten mit den empirisch ermittelten relativen Häufigkeiten. Untersuchungsobjekt eines weiteren Abschnitts sind die zu erwartenden Gewinne.

a) Wahrscheinlichkeiten

Abbildung 3 visualisiert exemplarisch die aus dem Modell resultierenden Erfolgswahrscheinlichkeiten der täglichen Strategie long für 1993 in Abhängigkeit des Limitparameters a . Die für 1993 zugrundeliegenden Werte für μ und σ sind Tabelle 1 zu entnehmen. Naturgemäß führt ein Limitparameter in Höhe von null zu einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 1. Je größer der Limitparameter a gewählt wird, desto geringer ist die Erfolgswahrscheinlichkeit. Die empirisch gemessenen Erfolgshäufigkeiten in Abbildung 3 bestätigen optisch die theoretischen Wahrscheinlichkeiten. Zur statistischen Überprüfung werden entsprechende Signifi-

Kredit und Kapital 4/1998

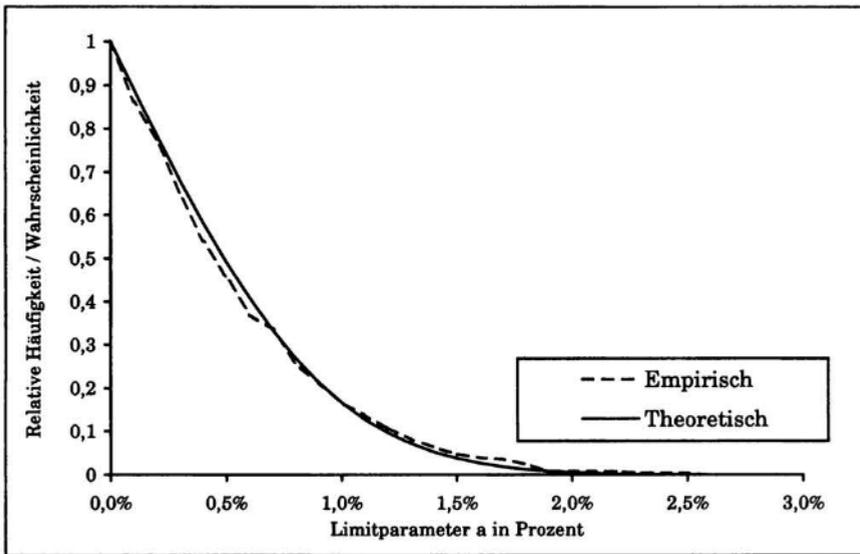


Abb. 3: Theoretische und empirische Erfolgswahrscheinlichkeiten der täglichen Strategie long 1993

kantzests¹⁶ von $a = 0,001$ bis $a = 0,030$ durchgeführt. Tabelle 2 gibt einen Ausschnitt der untersuchten Werte für a wieder.¹⁷ In keinem Fall ist die Abweichung der theoretischen von den empirischen Wahrscheinlichkeiten der Strategie long 1993 zum 5 %-Niveau signifikant.

Abbildung 4 verdeutlicht die entsprechende Situation für die wöchentliche Strategie long 1993. Aufgrund des deutlich niedrigeren Stichprobenumfangs sind die empirisch beobachteten Häufigkeiten einer größeren Schwankungsbreite unterworfen. Wie Tabelle 2 verdeutlicht, ist eine signifikante Abweichung der theoretischen Wahrscheinlichkeiten von den empirisch gemessenen Häufigkeiten für $a = 0,070$ festzustellen. Die optisch auffallende Abweichung für Werte von a zwischen 0,021 bis 0,030 sind nicht signifikant.

Auf die graphische Darstellung der anderen in den Tabellen 2 und 3 aufgeführten Strategien wird hier verzichtet, weil dadurch keine zusätz-

¹⁶ Zum durchgeführten approximativen Gaußtest siehe Bamberg/Baur (1996), S. 187 ff.

¹⁷ Insgesamt werden 30 Werte für a mit einer Schrittweite von 0,001 untersucht.

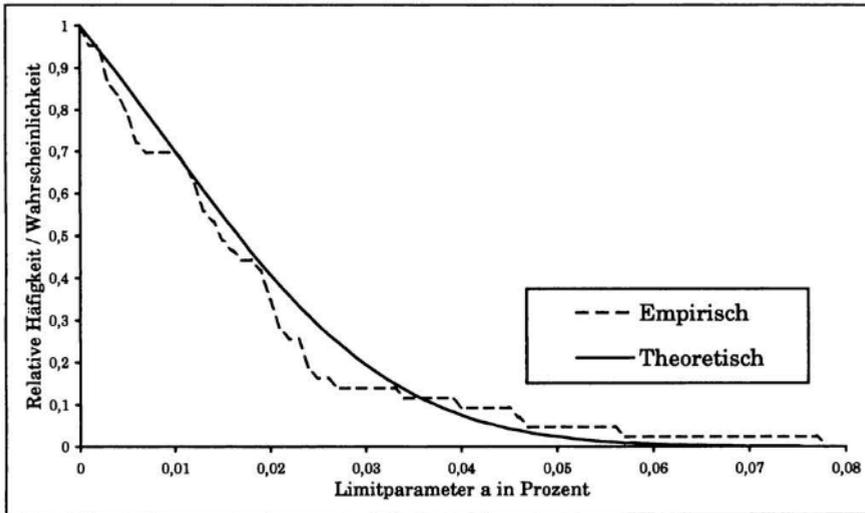


Abb. 4: Theoretische und empirische Erfolgswahrscheinlichkeiten der wöchentlichen Strategie long 1993

lichen Erkenntnisse möglich sind. Diese Kurvenverläufe entsprechen den bisher präsentierten.

Tabelle 2 sind auch die Werte der täglichen Strategie für 1994 zu entnehmen. Alle theoretischen (p_0) und empirischen (h) Erfolgswahrscheinlichkeiten der Strategie long fallen für 1994 größer aus als für 1993.¹⁸ Gleiches gilt für die Strategie short. Diese Tatsache ist auf die von 1993 auf 1994 erhöhte Intraday-Volatilität zurückzuführen (siehe Tabelle 1).¹⁹ Eine erhöhte Volatilität führt tendenziell zu einer Erhöhung der Erfolgswahrscheinlichkeit p_0 beider Strategien. Die Veränderung der Driftrate μ von 1993 auf 1994 führt nur zu einer geringfügigen Beeinflussung der Erfolgswahrscheinlichkeiten p_0 und h .

Tabelle 3 enthält die theoretischen (p_0) und empirischen (h) Erfolgswahrscheinlichkeiten der wöchentlichen Strategie. Wie Tabelle 1 verdeutlicht, ist auch der Wert für die wöchentliche annualisierte Standardabweichung σ gestiegen. Die Drift μ fällt in Tabelle 1 auch für die wöchentliche Strategie von 1993 auf 1994 in den negativen Bereich.

¹⁸ Auf die in Abschnitt III. zur Herleitung des Modells verwendete Mehrfachindizierung wird hier aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

¹⁹ Siehe dazu auch Röder (1996).

Tabelle 2
Theoretische und empirische Ergebnisse der täglichen Strategie

<i>a</i>	Tägliche Strategie long						Tägliche Strategie short					
	1993			1994			1993			1994		
	<i>p</i> ₀	<i>h</i>	\bar{x}	<i>p</i> ₀	<i>h</i>	\bar{x}	<i>p</i> ₀	<i>h</i>	\bar{x}	<i>p</i> ₀	<i>h</i>	\bar{x}
0,001	0,896	0,861	8,9	0,908	0,870*	-19,0	0,888	0,869	-9,3	0,920	0,907	17,9
0,005	0,508	0,456	31,7	0,572	0,482*	-71,4	0,486	0,448	-32,5	0,610	0,551	69,0
0,010	0,184	0,167	42,4	0,266	0,223	-101,2	0,165	0,179	-42,8	0,299	0,300	99,8
0,015	0,046	0,048	45,01	0,099	0,097	-111,5	0,038	0,044	-45,2	0,115	0,121	111,0
0,020	0,008	0,008	45,5	0,029	0,036	-114,4	0,006	0,004	-45,5	0,034	0,061*	114,3
0,030	0,000	0,000	45,6	0,001	0,000	-115,2	0,000	0,004*	-45,6	0,001	0,004	115,2
			44,8			-127,7			-30,4			130,0

* Ablehnung der Nullhypothese $H_0: p = p_0$ bzw. $H_0: E_0 = E_0$ zum 5%-Niveau.

Tabelle 3 untermauert den Einfluß dieser Parameter auf die theoretischen und empirischen Erfolgswahrscheinlichkeiten. Beide sinken unabhängig vom gewählten Limitparameter für die Strategie long von 1993 bis 1994, während beide Erfolgswahrscheinlichkeiten für die Strategie short steigen. Bei der im Gegensatz zur täglichen Strategie längerfristig angelegten wöchentlichen Strategie wirkt sich die Veränderung der Drift stärker aus als die Volatilitätsänderung von 1993 auf 1994.

Sowohl in Tabelle 2 als auch in Tabelle 3 verhalten sich die empirisch gemessenen Erfolgshäufigkeiten entsprechend den modellmäßig ermittelten Erfolgswahrscheinlichkeiten. Insbesondere wird die Abhängigkeit der Erfolgswahrscheinlichkeit von Änderungen der in das Modell eingehenden Parameter μ und σ bestätigt.

b) Erwartungswerte

Während *Shyy* (1989) in seiner Untersuchung nur Open-, Close-, High- und Low-Kurse verwendet, ist die Datenbasis unserer Untersuchung wesentlich breiter. Es finden alle Intraday-Kurse im jeweiligen Untersuchungszeitraum Berücksichtigung, zu denen Umsätze stattgefunden haben. Damit ist man nicht mehr auf Mutmaßungen bezüglich der tatsächlichen Höhe der Limitausführung angewiesen und kann den realisierten Gewinn exakt ermitteln.

Die Tabellen 2 und 3 enthalten zusätzlich die Werte des theoretischen Erwartungswertes des Gewinns E_0 und des empirisch gemessenen Mittelwerts des Gewinns \bar{x} pro Kontrakt in DM. In Tabelle 2 wird der tägliche Gewinn pro Kontrakt angegeben, während Tabelle 3 den wöchentlichen Gewinn enthält. Eventuell individuell anfallende Transaktionskosten bleiben in den Tabellen 2 und 3 unberücksichtigt.

Abbildung 5 zeigt die theoretischen und empirischen Gewinne der beiden täglichen Strategien in Abhängigkeit des gewählten Limitparameters a . Bei einem gewählten Limitparameter von null finden keine Transaktionen statt und der Gewinn ist somit gleich null. Im Gegensatz dazu führt ein Limitparameter nahe „unendlich“ zu einer reinen Buy-and-sell-Strategie. In diesem Fall unterscheiden sich die Gewinne der Long- und Short-Strategie nur durch ihr Vorzeichen. Mit zunehmender Höhe des Limitparameters a nimmt die Anzahl der erfolgreichen Fälle ab. Wie bereits in den Abbildungen 3 und 4 zu sehen ist, fällt die Dynamik dieser Abnahme mit zunehmender Höhe des Limitparameters. Die zu unterschiedlichen Limitparametern gehörenden Gewinne sind

Tabelle 3
Theoretische und empirische Ergebnisse der wöchentlichen Strategie

α	Wöchentliche Strategie long						Wöchentliche Strategie short									
	1993			1994			1993			1994						
	p_0	h	E_0	\bar{x}	p_0	h	E_0	\bar{x}	p_0	h	E_0	\bar{x}				
0,001	0,973	0,953	75,4	147,7	0,960	0,951	-26,3	-40,2	0,941	0,953	-112,8	-19,8	0,967	0,976	24,3	2,4
0,005	0,856	0,791	342,4	529,1	0,804	0,756	-116,2	-165,9	0,724	0,698	-474,8	-610,5	0,835	0,829	109,3	96,3
0,010	0,702	0,698	603,5	907,0	0,624	0,610	-199,1	-18,3	0,501	0,558	-770,6	-408,1	0,673	0,683	190,7	264,6
0,015	0,549	0,488	794,7	907,0	0,468	0,537	-256,6	358,5	0,329	0,256	-947,1	-905,8	0,521	0,512	249,3	415,9
0,020	0,410	0,349	928,6	945,3	0,338	0,390	-295,2	-113,4	0,204	0,163	-1047,6	-962,8	0,387	0,415	289,9	957,3
0,030	0,196	0,140	1075,9	932,6	0,158	0,098	-336,0	-389,0	0,066	0,023	-1130,1	-1112,8	0,186	0,171	334,3	322,0
0,040	0,076	0,093	1131,4	959,3	0,063	0,049	-351,2	-420,7	0,017	0,000	-1149,8	-1138,4	0,074	0,122	351,0	457,3
0,050	0,024	0,047	1148,6	1070,9	0,022	0,024	-356,2	-418,3	0,003	0,000	-1153,6	-1138,4	0,024	0,073*	356,3	439,0
0,060	0,006	0,023	1153,1	1136,0	0,006	0,024	-357,7	-375,6	0,000	0,000	-1154,1	-1138,4	0,006	0,000	357,6	372,0
0,070	0,001	0,023*	1154,0	1184,9	0,002	0,000	-357,9	-372,0	0,000	0,000	-1154,2	-1138,4	0,001	0,000	357,9	372,0
0,080	0,000	0,000	1154,2	1138,4	0,000	0,000	-358,0	-372,0	0,000	0,000	-1154,2	-1138,4	0,000	0,000	358,0	372,0

* Ablehnung der Nullhypothese $H_0: p = p_0$ bzw. $H_0: E(G) = E_0$ zum 5%-Niveau.

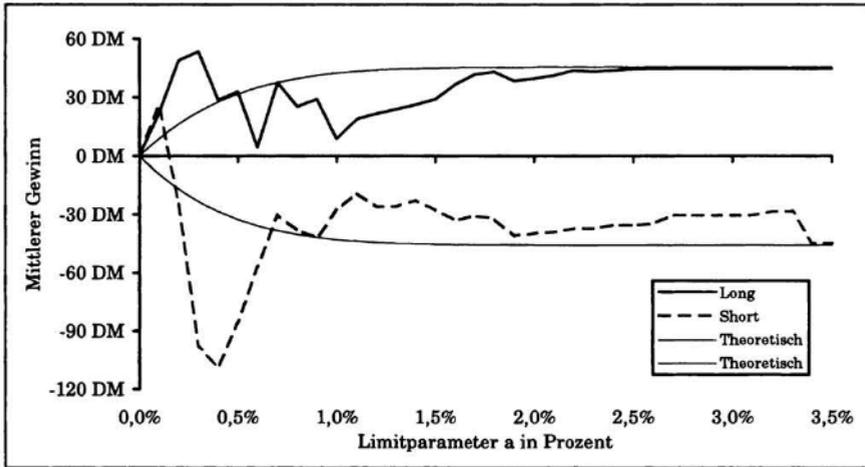


Abb. 5: Theoretischer und empirischer Gewinn der täglichen Strategie 1993

somit nicht unabhängig voneinander. Deshalb nimmt die Höhe der Schwankungsbreite der Gewinne mit zunehmendem Limitparameter ab und schmiegt sich dem theoretisch erwarteten Gewinn an.

Wie Abbildung 5 zeigt, hat die tägliche Long-Strategie 1993 immer zu einem positiven Gewinn geführt. Die Short-Strategie führt bis auf niedrige Werte des Limitparameters zu teilweise erheblichen Verlusten. Ein Anleger, der allerdings eine Long-Strategie mit Stop-Loss-Limit durchgeführt hätte, hätte diese Verluste als Gewinne verbucht. Wie Tabelle 2 zeigt, ist keine signifikante Abweichung der empirisch ermittelten Gewinne von den theoretischen festzustellen. Insbesondere stellt der optisch auffällige maximale Gewinn der Strategie long für $a = 0,3\%$ keine signifikante Abweichung vom theoretischen Gewinnwert dar. Diese Abweichung kann somit als zufällig (wie alle anderen auch) interpretiert werden.

Abbildung 6 zeigt die Gewinne der täglichen Strategien für das Jahr 1994. Im Gegensatz zu 1993 ist der Gewinn der Short-Strategie stets positiv, während die Long-Strategie unabhängig vom Limitparameter a zu einem Verlust führt. Die von 1993 bis 1994 gestiegenen Erfolgswahrscheinlichkeiten führen nicht zu einer Erhöhung der Gewinne der Long-Strategie. Vielmehr ist die entscheidende Komponente die Drift μ .

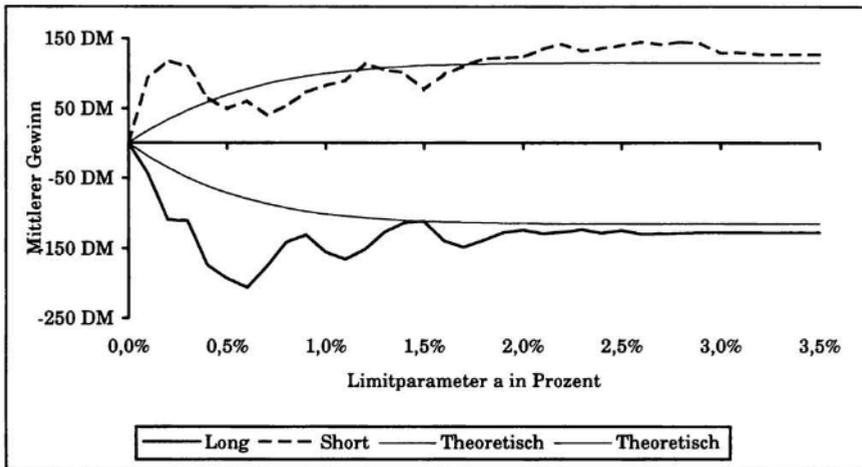


Abb. 6: Theoretischer und empirischer Gewinn der täglichen Strategie 1994

Die Ergebnisse der wöchentlichen Strategie werden in den Abbildungen 7 und 8 präsentiert. Betragsmäßig fallen die Gewinne naturgemäß deutlich höher aus als bei der täglichen Strategie. Aufgrund des niedrigeren Stichprobenumfangs sind die Schwankungen der empirischen Werte zum Teil größer. Eine signifikante Abweichung der empirischen Gewinne von den theoretischen ist bei der wöchentlichen Strategie in keinem Fall festzustellen.

Während 1993 die Strategie long zu einem Gewinn führt, erzielt der Spekulant erwartungsgemäß 1994 mit der Strategie short einen Gewinn. Der im Jahr 1994 empirisch gemessene Gewinn für die Strategie long für Limitparameter zwischen 0,01 und 0,018 ist nicht signifikant. Ein vergleichbarer Verlauf findet sich auch bei *Shyy* (1989, S. 570). Es ist zu vermuten, daß auch letzterer eher zufallsbedingt ist.

Insgesamt ähneln alle Kurvenverläufe denen der Untersuchung von *Shyy* (1989). Jedoch stellen sie bei uns keinen Widerspruch zu den theoretischen Ergebnissen dar, sie bestätigen diese vielmehr. Der theoretische Gewinnverlauf kann nicht statistisch widerlegt werden. Demzufolge sind die empirischen Abweichungen zufällig und weder eine Limitstrategie noch eine Stop-Loss-Strategie führen zu einem maximalen Gewinn. Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen von *Shyy* (1989), der auf der Basis eines Binomialmodells optimale Limitparameter ermittelt. Dabei

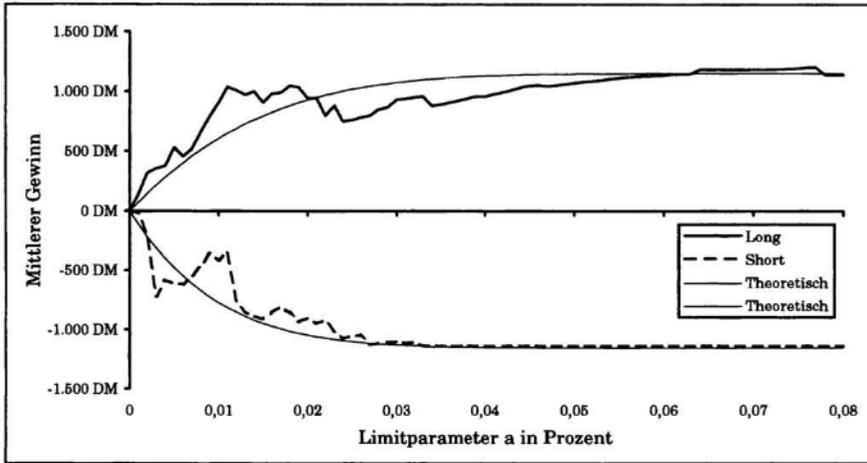


Abb. 7: Theoretischer und empirischer Gewinn der wöchentlichen Strategie 1993

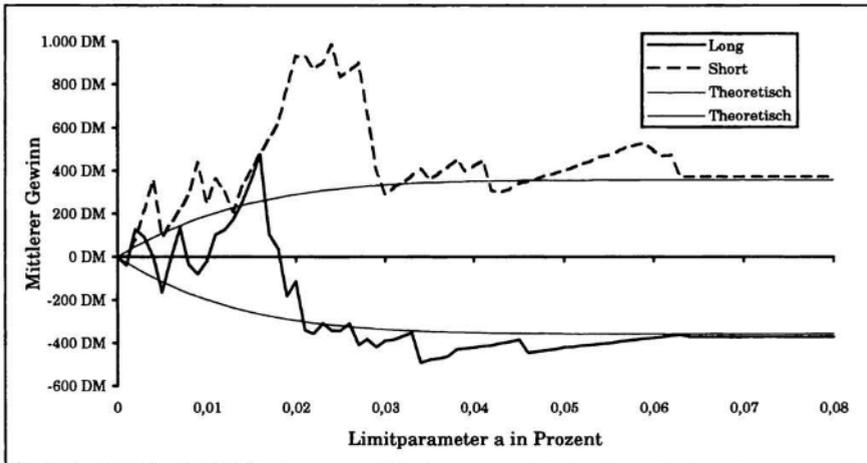


Abb. 8: Theoretischer und empirischer Gewinn der wöchentlichen Strategie 1994

unterstellt er, daß mit 50 % Wahrscheinlichkeit die Wahrscheinlichkeit für Kursgewinne im Binomialmodell größer ist als die Wahrscheinlichkeit für Kursverluste („bullish market“). Mit ebenfalls 50 % Wahrscheinlichkeit ist mit einem „bearish market“ zu rechnen. Nur durch diese Voreinschätzung erhält man einen gewinnmaximalen Limitparameter.

V. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit haben wir auf der Basis des Modells von *Bamberg/Dorfleitner* (1996) Erfolgswahrscheinlichkeiten und Erwartungswert des Gewinns einer täglichen bzw. wöchentlichen Limitstrategie ermittelt. Die theoretischen Ergebnisse wurden empirisch überprüft. Das Modell eignet sich zur Approximation. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, daß sich diese Arbeit auf eine Ex-post-Analyse beschränkt und nicht der Ex-ante-Erfolg der Strategien betrachtet wird. Zur Prognose der Erfolgswahrscheinlichkeiten ist hauptsächlich eine richtige Einschätzung der Volatilität nötig. Eine fehlerhafte Prognose der Drift wirkt sich wesentlich weniger aus. Im Gegensatz dazu hat die Einschätzung der Drift einen erheblichen Einfluß auf die Prognose des erwarteten Gewinns der Strategie.

Weitere wichtige Ergebnisse der Untersuchung sind:

- Der Gewinn der wöchentlichen Strategie hängt stark von der Drift μ ab.
- Die empirisch gemessenen und optisch auffälligen Maximalwerte bzw. Minimalwerte des Gewinns sind nicht statistisch signifikant und ein Produkt des Zufalls. Ein maximaler Gewinn kann somit langfristig nur durch eine unlimitierte Buy-and-sell-Strategie erzielt werden. Eine Limitstrategie (Stop-Loss oder Stop-Profit) bringt im allgemeinen keine besseren Resultate als eine unlimitierte Strategie.
- Die Wahrscheinlichkeit, ein gewisses vorgegebenes Niveau zu erreichen, ist jedoch gegenüber einer Buy-and-sell-Strategie wesentlich erhöht. Für einen Spekulanten, der ein Gewinnniveau mit möglichst hoher Wahrscheinlichkeit erreichen will, läßt sich somit trotzdem der Einsatz einer Limitstrategie rechtfertigen.
- Unter Berücksichtigung von Roundtrip-Kosten in Höhe von 120 DM würde sich im Mittel Intraday-Trading nicht lohnen.

Da die empirische Untersuchung keine signifikanten Abweichungen der tatsächlichen Gewinne von den theoretisch ermittelten Gewinnen bestätigen konnte, können durch eine Limitstrategie langfristig keine systematisch höheren Gewinne erwirtschaftet werden als mit einer Buy-and-sell-Strategie. Dies entspricht zumindest der von *Fama* (1970) formulierten Hypothese der schwachen Informationseffizienz.

Literatur

- Bamberg, G.; Baur, F. (1996): Statistik, 9. Auflage, Oldenbourg, München. – Bamberg, G.; Dorfleitner, G. (1996): Ein Modell zur Analyse des frühzeitigen Glatstellens von DAX-Futures per Limitorder, Arbeitspapiere des Instituts für Statistik und Mathematische Wirtschaftstheorie, Heft 144, überarbeitete Version erscheint 1999 in: OR Spektrum. – Bamberg, G.; Röder, K. (1994): Arbitrage institutioneller Anleger am DAX-Futures Markt, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 64, 1533 - 1566. – Black, F.; Scholes, M. (1973): The Pricing of Options and Corporate Liabilities, Journal of Political Economy 81, 637 - 659. – Bühler, W.; Kempf, A. (1993): Der DAX-Future: Kursverhalten und Arbitragemöglichkeiten, Kredit und Kapital 26, 533 - 574. – Dybvig, P. H. (1988): Inefficient Dynamic Portfolio Strategies or How to Throw Away a Million of Dollars in the Stock Market, Review of Financial Studies 1, 67 - 88. – Fama, E. (1965): The Behavior of Stock Market Prices, Journal of Business 38, 34 - 105. – Fama, E. (1970): Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work, Journal of Finance 25, 383 - 417. – Garman, M. B.; Klass, M. J. (1980): On the Estimation of Security Price Volatilities from Historical Data, Journal of Business 53, 67 - 78. – Glosten, L. R. (1994): Is the Electronic Open Limit Order Book Inevitable?, Journal of Finance 49, 1127 - 1162. – Handa, P.; Schwartz, R. A. (1996): Limit Order Trading, Journal of Finance 51, 1835 - 1861. – Kempf, A.; Korn, O. (1996): Preisführerschaft und imperfekte Arbitrage, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 66, 837 - 859. – Krämer, W.; Runde, R. (1991): Testing for Autocorrelation among Common Stock Returns, Statistical papers 32, 311 - 320. – Mandelbrot, B. (1963): The Variations of Certain Speculative Prices, Journal of Business 36, 394 - 419. – Röder, K. (1996): Intraday-Volatilität und Expiration-Day-Effekte bei DAX, IBIS-DAX und DAX-Future, Finanzmarkt und Portfolio-Management 10, 463 - 477. – Röder, K.; Bamberg, G. (1996): Intraday-Volatilität und Expiration-Day-Effekte am deutschen Aktienmarkt, Kredit und Kapital 29, 244 - 276. – Shyy, G. (1989): Gambler's Ruin and Optimal Stop Loss Strategy, Journal of Futures Markets 9, 565 - 571. – Sofianos, G. (1993): Index Arbitrage Profitability, Journal of Derivatives 1, 6 - 20.

Zusammenfassung

Spekulation mit dem DAX-Future per Limitorder Eine theoretische und empirische Analyse

Diese empirische Arbeit untersucht auf der Basis eines theoretischen stetigen Modells Erfolgswahrscheinlichkeiten und Gewinnerwartungswerte einer täglichen und wöchentlichen limitbasierten Spekulationsstrategie. Der Spekulant handelt ausschließlich mit dem jeweiligen Nearby-Kontrakt des DAX-Futures. In der Ex-post-Analyse zeigt sich, daß der Gewinn der Strategie von der Driftrate der Futureskurse, die Erfolgswahrscheinlichkeit der Strategie jedoch hauptsächlich von der Volatilität der Futureskurse abhängt. Eine Limitstrategie bringt im allgemeinen keine besseren Resultate als eine unlimitierte Strategie. Generell ist die tägliche Strategie weniger profitabel als die wöchentliche. Ob sich eine solche Strategie überhaupt lohnt, hängt von den Transaktionskosten des Spekulanten ab. (JEL G 100)

Kredit und Kapital 4/1998

Summary

Speculation in the DAX Future by Way of Limit Orders A Theoretical and Empirical Analysis

On the basis of a theoretical continuous model, this empirical study analyses success probabilities and profit expectation values of a speculative strategy subject either to daily or to weekly limit orders. The speculator deals exclusively in the respective near-by contract of the DAX Future. An ex-post analysis shows that this strategy's successfulness depends on the drift rate of futures prices, but its success probability mainly on the volatility of the futures prices. Limit order-based strategies do, as a general rule, not generate results that are better than strategies not subject to limit orders. It would be fair to say that the daily strategy is less profitable than the weekly one. The answer to whether such a strategy is rewarding at all depends on the speculator's transaction costs.

Résumé

Spéculation avec les opérations à terme sur l'indice DAX par ordre limité Une Analyse théorique et empirique

En se basant sur un modèle théorique constant, ce travail empirique analyse les probabilités de réussite et les valeurs espérées de bénéfices d'une stratégie spéculative basée sur des limites quotidiennes et hebdomadaires. Le spéculateur agit exclusivement avec le contrat-nearby de chaque opération à terme sur l'indice DAX. L'analyse ex-post montre que le bénéfice de la stratégie dépend du taux de dérive des cours des opérations à terme, mais que la probabilité de réussite de la stratégie dépend principalement de la volatilité des cours de ces opérations. Une stratégie de limite n'apporte en général pas de meilleurs résultats qu'une stratégie sans limite. En règle générale, la stratégie quotidienne est moins profitable que l'hebdomadaire. Les coûts des transactions du spéculateur déterminent si la stratégie vaut la peine ou non.