

## Risikoprämien an verschiedenen Märkten: was Optionspreise aussagen<sup>1</sup>

*Aus dem Vergleich von Kassa- und Optionspreisen am US-Aktienmarkt und am Eurodollarmarkt lässt sich eine Messgrösse für die Risikoprämie ableiten. Die Risikoprämien an beiden Märkten bewegen sich gleichgerichtet mit dem Volatilitätsrisiko. Optionspreise scheinen jedoch gedämpft auf veränderte Prognosewerte für die Ertragsvolatilität zu reagieren.*

*JEL-Klassifizierung: G120, G130, G140.*

Finanzmarktkommentare stellen oft die Bestimmung und Analyse von Veränderungen der in den Preisen von Vermögenswerten enthaltenen Risikoprämien in den Vordergrund. Risikoprämien beziehen sich auf das Entgelt, das Anleger für die Übernahme von Risiken erwarten. Die Analyse wird jedoch durch den Umstand erschwert, dass weder die Prämien selbst noch ihre wichtigsten Bestimmungsfaktoren unmittelbar zu beobachten sind. Diesbezügliche Inferenzen beruhen üblicherweise auf dem Vergleich der Preise unterschiedlicher Finanzinstrumente mit nur geringfügig voneinander abweichenden Risikomerkmale.

Die Höhe des Entgelts für die Risikoübernahme hängt natürlich davon ab, wie Anleger die zugrundeliegenden Risiken wahrnehmen und welchen Preis sie pro Risikoeinheit verlangen, was wiederum in direktem Zusammenhang mit ihrer Risikoneigung steht. Eine genaue Unterscheidung dieser beiden Aspekte ist für korrekte Inferenzen aus Vermögenspreisen von erstrangiger Bedeutung. Der Preis eines Finanzinstruments wird sinken, wenn Anleger grössere Unsicherheit bezüglich des damit verbundenen Risikos verspüren – selbst wenn sie in diesem Kontext ihre Erwartungen zukünftiger Zahlungsströme nicht nach unten korrigieren. Niedrigere Preise können aber auch als Ausdruck stärkerer Bedenken der Anleger im Hinblick auf die Ungewissheit von Zahlungsströmen interpretiert werden. Im ersten Fall deutet der Preisrückgang auf veränderte Erwartungen bezüglich wirtschaftlicher Fundamentaldaten hin, die für eine bestimmte Anlagekategorie relevant sein könnten. Im zweiten Fall

---

<sup>1</sup> Das Feature gibt die Meinung der Autoren wieder, die sich nicht unbedingt mit dem Standpunkt der BIZ deckt. Hervorragende Unterstützung bei Daten, Tabelle und Grafiken leistete Dimitrios Karampatos.

könnte der Preisrückgang ganz allgemein auf einen Wandel der Präferenzen der Anleger hinweisen, der sich auf die Preisbewertung von Risiken in einem ganzen Spektrum von Anlagekategorien auswirken dürfte und dabei auch andere Merkmale funktionsfähiger Märkte – wie z.B. die Liquidität – tangieren könnte.

Im vorliegenden Beitrag erfolgt die Berechnung von Risikoprämien anhand von Informationen zur Risikoneigung von Anlegern, die aus Optionspreisen abgeleitet werden; dabei kommen Verfahren zur Anwendung, die in der wissenschaftlichen Literatur erst kürzlich entwickelt worden sind. Die hauptsächliche Neuerung der verwendeten Methodik besteht in der Verknüpfung von Informationen, die aus zwei unterschiedlichen Quellen stammen: dem Aktienmarkt und dem Geldmarkt. Dieser Ansatz eröffnet einen breiteren Betrachtungshorizont als Methoden, die zwar ebenfalls den Informationsgehalt von Optionspreisen verwerten, aber meist nur auf Basis einer einzigen Anlagekategorie. Somit wird die Sensitivität der Schätzungen gegenüber den technischen Merkmalen eines einzelnen Marktes reduziert; gleichzeitig sind divergierende Fundamentaldaten an den beiden Märkten leichter zu unterscheiden. Indem Messgrößen für marktspezifische Risikoprämien im Kontext einer einheitlichen Spezifizierung der Risikopräferenzen von Anlegern abgeleitet werden, steht die gewählte Methodik überdies im Einklang mit dem Konzept eines integrierten Finanzsystems.

Das vorliegende Feature gliedert sich in vier Abschnitte. Im ersten Abschnitt wird die Definition von Risikoprämien erörtert und die empirische Methodik in groben Zügen beschrieben. Der zweite Abschnitt befasst sich mit den Besonderheiten der beiden untersuchten Anlagekategorien. Er enthält eine Erörterung der Untersuchungsergebnisse und des Zusammenhangs zwischen der subjektiven Risikowahrnehmung der Anleger und den Risikoprämien. Der dritte Abschnitt charakterisiert die Beziehung zwischen den geschätzten Risikoprämien und dem Verhalten von Anlageerträgen und Volatilitätswerten. Der Schlussabschnitt beschäftigt sich mit den Implikationen, die sich aus den Annahmen zur Risikowahrnehmung für die Schätzungen der Risikoprämien und der Risikobereitschaft der Anleger ergeben.

## Methodik<sup>2</sup>

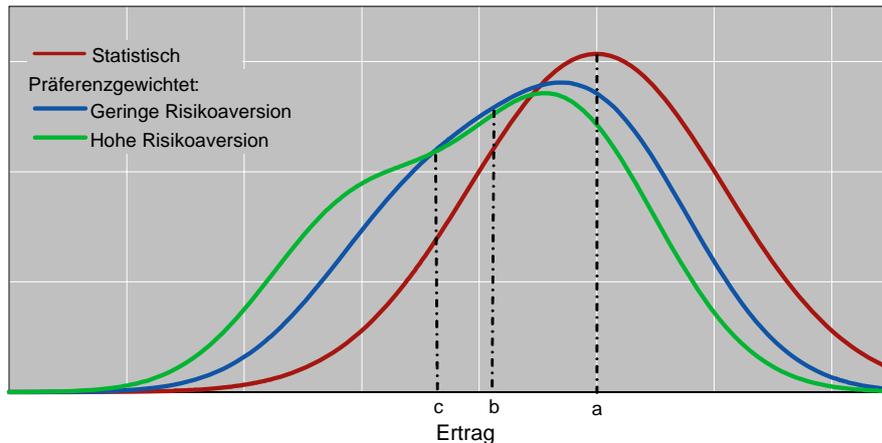
Die ökonomische Theorie führt den Wert eines Finanzinstruments auf den Barwert der mit ihm verbundenen Zahlungsströme zurück. Die Einschätzung der Anleger hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit dieser Mittelflüsse und ihre Haltung angesichts der Ungewissheit dieser Flüsse sind die Faktoren, die den Wert eines Finanzinstruments bestimmen. Es wird unterstellt, dass der Grenzwert zusätzlicher Erträge mit zunehmendem Vermögen sinkt. Dies impliziert, ceteris paribus, dass Finanzinstrumente mit vergleichsweise höheren

Risikoaversion von  
Anlegern ...

---

<sup>2</sup> Die Ausführungen und grafischen Darstellungen dieses Abschnitts stützen sich auf Tarashev et al. (2003).

## Wahrscheinlichkeitsdichte: statistisch und nach Risikopräferenz gewichtet



Grafik 1

Erträgen umso höher bewertet werden, je niedriger das Vermögensniveau ist. Impliziert wird auch, dass die Anleger risikoscheu sind. Der ökonomische Wert des ungewissen Ertrags eines Lotterieloses wäre somit geringer als dessen statistischer Erwartungswert, der anhand der Gewinnchancen ermittelt wird. Die Differenz zwischen der statistischen Erwartung und dem ökonomischen (oder präferenzgewichteten) Wert eines ungewissen Ertrags wird häufig als Risikoprämie bezeichnet.

Grafik 1 veranschaulicht diesen Sachverhalt. Die rote Kurve stellt die hypothetische statistische Wahrscheinlichkeit des künftigen Ertrags eines gegebenen Finanzinstruments dar. Für einen risikoneutralen Anleger, der sich dieser Prognose künftiger Erträge anschliesst, sollte der Wert des Finanzinstruments dem statistischen Durchschnitt der Erträge entsprechen, der als Punkt **a** dargestellt ist. Im Gegensatz dazu können die Präferenzen eines risikoscheuen Anlegers zur präferenzgewichteten Wahrscheinlichkeit (blaue Kurve) zusammengefasst werden, wobei niedrigere Erträge gegenüber höheren stärker gewichtet werden. Aus Sicht eines solchen Anlegers entspricht der ökonomische Wert des Finanzinstruments dem durchschnittlichen Ertrag, der sich unter Berücksichtigung der präferenzgewichteten Wahrscheinlichkeit errechnet; er ist als Punkt **b** gekennzeichnet.

Der Abstand zwischen **a** und **b** entspricht der Risikoprämie bzw. dem erwarteten Zusatzertrag über die statistische Erwartung der Erträge hinaus, den ein risikoscheuer Anleger als Entgelt für das eingegangene Risiko verlangt. Die Höhe der Prämie steht in einem engen Zusammenhang mit der Form der Verteilungskurve der statistischen Wahrscheinlichkeit (d.h. dem Ausmass der Unsicherheit in Bezug auf den Ertrag) und mit der Differenz zwischen dieser Verteilung und jener, die die Risikopräferenzen des Anlegers berücksichtigt. Tatsächlich entspricht die grüne Kurve in der Grafik der subjektiven Wahrscheinlichkeitseinschätzung eines Anlegers, der weniger risikobereit ist. Die Präferenzen eines solchen Anlegers implizieren eine grössere Lücke zwischen der statistischen Erwartung des Ertrags und dem

... führt zu  
Risikoprämien ...

durchschnittlichen Ertrag unter Berücksichtigung der präferenzgewichteten Wahrscheinlichkeit (Punkt c) und somit eine höhere Risikoprämie.

Die hier verwendete Methodik zur Ermittlung von Risikoprämien beruht auf ebendiesem Ansatz und folgt dabei in etwa Rosenberg und Engle (2002). Sie stützt sich i) auf die Schätzung der statistischen Wahrscheinlichkeit künftiger Erträge anhand historischer Muster in der Preisdynamik eines Finanzinstruments und ii) auf die Ableitung des Zusammenhangs zwischen dieser Wahrscheinlichkeit und der präferenzgewichteten Wahrscheinlichkeit auf der Grundlage von Querschnittsdaten historischer Preise von Optionen auf dasselbe Finanzinstrument. Obwohl die Abbildung dieses Zusammenhangs auf der Grundlage von Optionspreisen erfolgt, kann sie dazu benutzt werden, die Risikoprämie des Basiswerts zu ermitteln, denn es wird angenommen, dass Letzterer identischen Fundamentaldaten und Anlegerpräferenzen unterliegt. (Der Kasten auf Seite 109 enthält hierzu weitere Einzelheiten.)

In den letzten Jahren wird in der Literatur zunehmend die Herleitung von Messgrößen für die Risikoneigung von Anlegern und für Risikoprämien anhand von Informationen aus Vermögenspreisen erörtert. Die Arbeiten von Rosenberg und Engle (2002), Bliss und Panigirtzoglou (2004), Ait-Sahalia und Lo (2000), Tarashev et al. (2003), Misina (2005) sowie Gai und Vause (2005) stellen unterschiedliche Ansätze vor, die darauf abzielen, die Auswirkungen der Risikoaversion von Anlegern auf die Preisbildung von Finanzinstrumenten gesondert zu betrachten. Eine andere Strömung innerhalb dieser Literatur befasst sich mit dem Einfluss, den Risikopräferenzen auf die Risikoprämien an den verschiedenen Märkten ausüben. Um ein Mass für die Bewertung des Aktienmarktrisikos durch Anleger zu erhalten, vergleichen Bollerslev et al. (2005) die effektive Volatilität der S&P-500-Erträge mit der impliziten Volatilität der Preise von Optionen auf diesen Aktienindex. In Features, die im *BIZ-Quartalsbericht* erschienen sind, analysiert Fornari (2005) Risikoprämien an Märkten für festverzinsliche Instrumente anhand von Swaption-Preisen, während Amato (2005) die nach Präferenz gefilterte Ertragswahrscheinlichkeit von Unternehmensanleihen auf Basis von CDS-Preisen verwendet, um Messgrößen für zeitabhängige Risikoprämien am Markt für Unternehmensanleihen abzuleiten.

... an Aktien- und  
Geldmärkten

Eine wichtige Neuerung des vorliegenden Beitrags besteht darin, dass die Schätzung der Prämien und die Bildung eines Zusammenhangs zwischen statistischen und präferenzgefilterten Wahrscheinlichkeiten auf Informationen beruhen, die aus zwei unterschiedlichen Märkten stammen. Unter der Voraussetzung eines integrierten Finanzsystems bestehen a priori gute Gründe für die Annahme, dass sich die Präferenzen des repräsentativen Anlegers auf die Preisbildung unterschiedlicher Finanzinstrumente ähnlich auswirken. Der wichtigste Grund ist die Präsenz von Arbitrageuren, die Preisdiskrepanzen zwischen den Märkten über entsprechende Positionen ausnutzen würden.

Die zweite Neuerung im vorliegenden Feature besteht darin, dass der Preisbildungsfilter auf der Grundlage eines Gesamtportfolios spezifiziert wird, das neben Aktien auch festverzinsliche Titel sowohl staatlicher als auch

## Die Herleitung von Risikoprämien

Die Risikoprämie wird definiert als die Differenz zwischen tatsächlichen (oder statistischen) Erwartungen und präferenzgewichteten Erwartungen von Anlageerträgen. Ganz allgemein gesprochen werden zunächst zwei Arten der Unsicherheit quantifiziert: Die eine betrifft den Ertrag, den der repräsentative Anleger mit dem Portfolio seines Gesamtvermögens erzielt; die andere bezieht sich auf die Erträge aus einzelnen Engagements in Optionen. Durch eine Parametrisierung der Präferenzen des repräsentativen Anlegers ist es möglich, einen Zusammenhang zwischen den beiden Arten der Unsicherheit und den beobachteten Optionspreisen herzustellen. Die Werte der Präferenzparameter werden dabei so kalibriert, dass sie die grösstmögliche Übereinstimmung mit den beobachteten Optionspreisen erzielen. Nach erfolgter Quantifizierung der relevanten Arten von Unsicherheit und der Händlerpräferenzen können die statistischen und die präferenzgewichteten Erwartungen und somit die Risikoprämien berechnet werden.

Das Ableitungsverfahren geht von der Annahme aus, dass der Optionspreis die präferenzgewichtete Erwartung bezüglich der Erträge aus der Option verkörpert. Letztere werden als  $g(R)$  bezeichnet und werden erschöpfend spezifiziert durch ihre Abhängigkeit vom Ertrag des Basiswerts  $R_t$ . Bezeichnet man den Ertrag aus dem Gesamtportfolio des Anlegers als  $W_t$ , so lässt sich der Preis  $P_t$  einer europäischen Option mit dem Verfallsdatum  $t+T$  wie folgt darstellen:

$$P_t(\theta_t) = e^{-rt} \sum g(R_{t+T}) M(W_{t+T}; \theta_t) \Pr(R_{t+T}, W_{t+T})$$

wobei  $r$  der risikofreie Abzinsungssatz ist und  $\Pr(R, W)$  die statistische Wahrscheinlichkeit der gemeinsamen Realisierung von  $R$  und  $W$ , wie sie vom repräsentativen Anleger eingeschätzt werden; die Summierung erfolgt für alle möglichen Realisierungen des Paares  $(R_{t+T}, W_{t+T})$ . Die Funktion  $M$ , allgemein als „pricing kernel“ bekannt, verwandelt diese statistischen Wahrscheinlichkeiten in präferenzgewichtete Wahrscheinlichkeiten  $M(W, \theta) \Pr(W, R)$ , wobei die Präferenzen von den Parametern  $\theta$  und dem Gesamtinvestitionsertrag abhängen.

Zwecks Schätzung der Präferenzparameter ( $\theta$ ) ist es erforderlich, den impliziten Optionspreis  $P(\theta)$  für alle Werte dieser Parameter zu berechnen. Für den grössten Teil der Analyse wird eine drei Parameter umfassende Approximation durch orthogonale Polynome auf den Preisbildungskern angewandt (s. Rosenberg und Engle 2002). Diese Spezifikation ist anpassungsfähig genug, um auf Daten aus zwei unterschiedlichen Vermögensmärkten angewandt zu werden; zugleich ist sie verhältnismässig resistent gegenüber möglichen Verfälschungen aufgrund von Rauschen („noise“) innerhalb der Preisdaten. Im Schlussabschnitt des vorliegenden Features wird eine zwei Parameter umfassende Spezifikation des Kerns verwendet. Diese ist zwar als Indikator der Risikoaversion unmittelbar dienlich, erweist sich jedoch bei auftretendem Rauschen als weniger robust und macht deshalb ein weiteres Ausfiltern der Optionsdaten erforderlich.

Schliesslich gilt es, die statistischen Wahrscheinlichkeiten der Anlageerträge  $\Pr(R, W)$  zu schätzen, wie diese durch den repräsentativen Anleger subjektiv wahrgenommen werden. Es wird die Annahme getroffen, dass diese Wahrscheinlichkeiten auf statistischen Modellen beruhen, die die grösstmögliche Übereinstimmung mit den beobachteten Ertragsserien aufweisen. Zudem gilt die besondere Aufmerksamkeit zwei Aspekten der Verteilungen von  $W$  und  $R$ : Volatilität und Korrelation. Um die zeitvariable Volatilität von Vermögenswerten zu berücksichtigen, wird die Schätzung eines asymmetrischen GARCH-Modells (wie erstmals von Glosten et al. 1993 vorgeschlagen) separat für jede der beiden Ertragsströme vorgenommen. Das Modell beinhaltet zwei feststehende Eigenschaften von Anlageerträgen: die Persistenz der Volatilität und die Neigung der Volatilität, sich je nach dem Ertragsniveau zu verändern. Für jeden gewünschten Zeitpunkt  $t$  werden die geschätzten GARCH-Modelle mittels Simulationsrechnung  $T$  Tage (etwa ein Monat) in die Zukunft fortgeschrieben. Anhand dieser Modellsimulationen lassen sich korrelierte Schocks ableiten, deren Korrelationskoeffizient gleich dem der Stichprobenkorrelation von  $W$  und  $R$  in einem Zeitraum von zwei Jahren vor dem Zeitpunkt  $t$  ist. Für jeden Zeitpunkt  $t$  werden die Simulationen 5 000 Mal wiederholt, wodurch eine empirisch ermittelte, gemeinsame statistische Wahrscheinlichkeit der Form  $\Pr(W_{t+T}, R_{t+T})$  erzeugt wird.

Das dargestellte Verfahren ergibt einen impliziten Optionspreis  $P_t(\theta_t)$ , der wiederum eine Funktion der Werte der Präferenzparameter ist. Für jeden Zeitpunkt  $t$  werden diese impliziten Preise den beobachteten Optionspreisen zugeordnet, um einen Querschnitt von Kontrakten zu bilden.

Die Parameter ( $\theta$ ) werden mit dem Ziel gewählt, den Wert des folgenden Ausdrucks zu minimieren:

$$\sum_k \left( \frac{P_t^k - P_t^k(\theta_t)}{P_t^k} \right)^2$$

wobei  $k$  ein Index der im Querschnitt vertretenen Optionskontrakte ist und  $P^k$  einen beobachteten Optionspreis bezeichnet.

Nach Schätzung der Präferenzparameter lässt sich eine Risikoprämie für jeden Vermögenswert errechnen. Die Risikoprämie ist definiert als die Differenz zwischen der statistischen Erwartung des Ertrags eines Vermögenswerts und der präferenzgewichteten Erwartung dieses Ertrags. Beispielsweise ergibt sich für den Basiswert einer Option folgende implizite Risikoprämie:

$$\sum r_{t+T} \Pr(R_{t+T}) - \sum r_{t+T} M(W_{t+T}; \theta_t) \Pr(W_{t+T}, R_{t+T})$$

privater Emittenten umfasst.<sup>3</sup> Die Zusammensetzung des Portfolios ähnelt in hohem Masse der eines aggregierten Finanzvermögens und eignet sich somit besser für die Kalibrierung der Präferenzen des repräsentativen Anlegers. Demgegenüber beschränken sich herkömmliche Ansätze auf einen einzelnen Markt (üblicherweise Aktien) und unterstellen, dass die Erträge dieser Anlagekategorie hinreichende Informationen liefern, um Änderungen des Gesamtvermögens von Anlegern wiederzugeben.

## Risikoprämien am Aktien- und am Geldmarkt

Ermittelt werden Zeitreihen für Risikoprämien auf Basis von Options- und Futures-Preisen sowie anhand der Barerträge beim S&P 500 und an den Eurodollarmärkten.<sup>4</sup> Die Daten erfassen den Zeitraum von Februar 1992 bis Februar 2004. Um technische Komplikationen aufgrund von Optionskontrakten mit zu langer oder zu kurzer Restlaufzeit zu vermeiden, werden die Preise von Kontrakten mit einem Monat Restlaufzeit berücksichtigt. Aufgrund einer Änderung des Verfallszyklus bei Eurodollaroptionen werden Schätzungen der Risikoprämien bis November 1995 für einen vierteljährlichen und danach für einen monatlichen Zeitraum erhoben.<sup>5</sup>

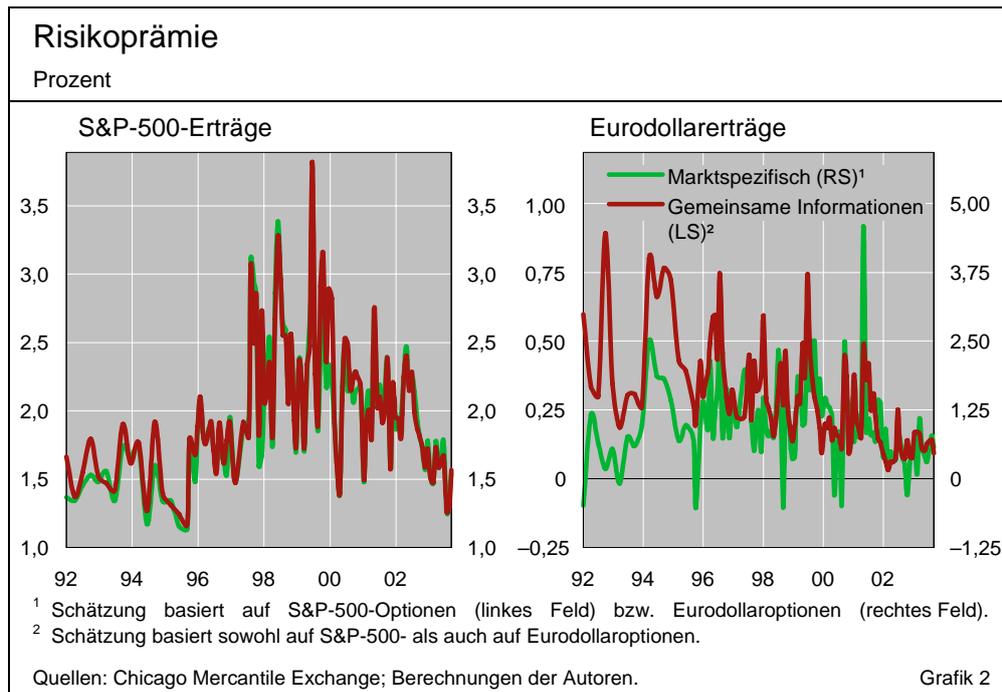
Bei der Durchführung der Schätzung wurde wie in der einschlägigen Literatur üblich vorgegangen, insbesondere in Bezug auf das Herausfiltern von Optionskontrakten, die aufgrund ihrer zweifelhaften Qualität die Schätzungsergebnisse verfälschen könnten (s. hierzu Rosenberg und Engle 2002). Nach

---

<sup>3</sup> Als Näherungsgrösse für das Gesamtportfolio wurden die im S&P 500 enthaltenen Aktien, die im Lehman Brothers US Treasury Index enthaltenen Staatsanleihen und die im Lehman Brothers US Corporate Investment Grade Index enthaltenen Unternehmensanleihen verwendet.

<sup>4</sup> Die verfügbaren Daten beziehen sich auf amerikanische Optionen auf S&P-500- und Eurodollarfutures. Zur Anwendung der im Kasten dargelegten Methodik werden, Barone-Adesi und Whaley (1987) folgend, die Preise für europäische Optionen entsprechend abgeleitet. Die Autoren danken William Melick für die Daten zu Eurodollaroptionen.

<sup>5</sup> Aufgrund nur beschränkt verfügbarer Daten konnten zudem für folgende Monate keine Risikoprämien berechnet werden: Januar und Dezember 1996 sowie April, Juni, Juli und September 1997.



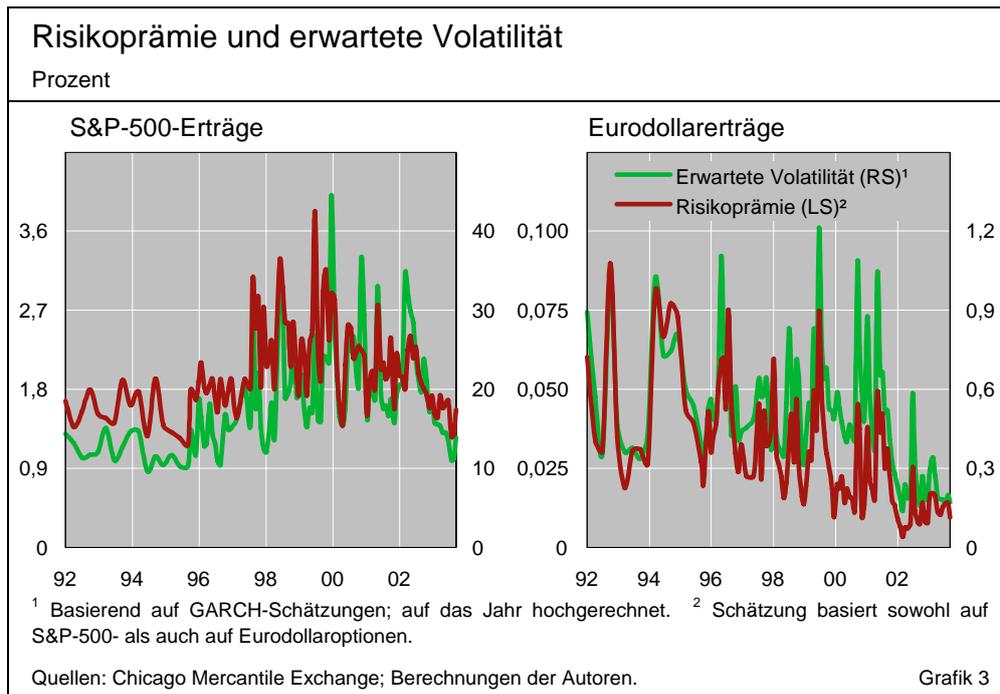
der Ausschaltung zweifelhafter Daten ergeben sich pro Monat durchschnittlich 34 Ausübungspreise bei Optionen auf den S&P 500 und 14 Ausübungspreise bei Eurodollaroptionen. In Übereinstimmung mit der Literatur wird zudem von einer Schätzung der zeitvariablen statistischen Erwartung für S&P-500-Erträge abgesehen und stattdessen der unbedingte Mittelwert dieser Erträge aus der Stichprobengesamtheit verwendet.<sup>6</sup>

Risikoprämien  
reagieren auf ...

Grafik 2 gibt die geschätzten Messgrößen für die Risikoprämien an beiden Märkten wieder. In jedem der beiden Felder wird die Schätzung, die sich anhand von Informationen aus dem jeweiligen Einzelmarkt ergibt, mit jener verglichen, die gleichzeitig auf Informationen aus beiden Märkten basiert. Eine Reihe von Beobachtungen verdienen Erwähnung. Erstens bilden sowohl marktspezifische als auch aufgrund gemeinsamer Informationen geschätzte Prämien auf beiden Märkten ähnliche Muster. Zweitens erweist sich bei genauerer Betrachtung der Prämien des Eurodollarmarktes, dass kurzfristige Bewegungen der marktspezifischen Indikatoren bei Schätzung aufgrund von Informationen aus beiden Märkten gedämpft werden.<sup>7</sup> Drittens schliesslich folgen die Prämien im Beobachtungszeitraum je nach Markt unterschiedlichen

<sup>6</sup> Auf eine Schätzung des zeitvariablen erwarteten Ertrags wird verzichtet, da die hohe Volatilität von Aktienerträgen auf kurze Sicht (im vorliegenden Fall ein Zeithorizont von einem Monat) erhebliche Unsicherheit hinsichtlich des Mittelwerts erzeugt. Berücksichtigte man die Zeitveränderlichkeit der monatlichen statistischen Erwartung der Erträge, würde dies tendenziell zu einer Vermengung der jeweiligen Schätzungen für Risiko und erwarteten Ertrag führen.

<sup>7</sup> Die Korrelation zwischen den aufgrund gemeinsamer Informationen geschätzten und den marktspezifischen Risikoprämien beträgt für den Aktienmarkt 91% und für den Eurodollarmarkt 45%. Überdies beträgt die Standardabweichung der marktspezifischen Risikoprämien des Eurodollarmarktes 75% des betreffenden Mittelwerts; für aufgrund gemeinsamer Informationen geschätzte Risikoprämien reduziert sich dieser Wert auf 63%.



Trends. Die Aktienmarktpremien verzeichneten von 1996 bis 2000 einen Aufwärtstrend, tendieren jedoch seither nach unten.<sup>8</sup> Im Gegensatz dazu folgten die Geldmarktpremien während fast des gesamten Betrachtungszeitraums einem allgemeinen Abwärtstrend, wenngleich sie bisweilen kurzlebige Ausschläge der Aktienmarktpremie nachvollzogen.

Die Ertragsvolatilität ist wohl das am weitesten verbreitete Risikomass an Finanzmärkten. Grafik 3 vergleicht das Verhalten von Risikoprämien mit der Risikowahrnehmung, als deren Näherungsgrösse die erwartete kurzfristige Ertragsvolatilität des jeweiligen Marktes dient. Das Volatilitätsmass beruht auf dem Ertragsmodell, das dem hier verwendeten Schätzverfahren zugrunde liegt. Es ist eine recht ausgeprägte Gleichläufigkeit der beiden Reihen zu beobachten. Prämien scheinen bei Erwartung höherer Risiken zu steigen und bei ruhigeren Marktbedingungen zu sinken. Dieses Muster ist beiden Märkten gemeinsam und behauptet sich während des gesamten Beobachtungszeitraums. Dies deutet daraufhin, dass Vermögenspreise (in diesem Fall Optionspreise) auf Veränderungen des subjektiv wahrgenommenen Risikos wie erwartet reagieren.

... Risiko-  
wahrnehmung ...

### Stilisierte Muster bei Risiko, Ertrag und Risikoprämie

Dieser Abschnitt setzt die Untersuchung der geschätzten Risikoprämien fort, indem deren Dynamik in Bezug zur Dynamik der Anlageerträge gesetzt wird. Eine Serie von Verlusten dürfte Anleger dazu veranlassen, in der Folge ein

<sup>8</sup> Die Aufwärtsbewegung der Aktienmarktpremien überrascht ein wenig, denn sie fällt mit einer nachhaltigen Hausse zusammen. Der Befund steht jedoch im Einklang mit der im gleichen Zeitraum festzustellenden höheren Ertragsvolatilität (s. auch folgenden Abschnitt).

Risikoprämie und Anlageertrag			
Korrelationskoeffizienten <sup>1</sup>			
Risikoprämie bei:	Merkmale des jeweiligen Finanzinstruments		
	Erzielter Ertrag	Erwartete Volatilität	Effektive Volatilität
S&P 500 <sup>2</sup>	-0,32**	0,69**	0,39**
Eurodollar <sup>3</sup>	-0,20*	0,82**	0,33**
	Merkmale des Gesamtportfolios <sup>4</sup>		
	Erzielter Ertrag	Erwartete Volatilität	Effektive Volatilität
S&P 500	-0,30**	0,70**	0,39**
Eurodollar	0,12	-0,38**	-0,34**
* und ** zeigen statistische Signifikanz beim Niveau von 5% bzw. 1% an.			
<sup>1</sup> Zur Berechnung der Korrelationskoeffizienten wird die für Tag $t$ geschätzte Risikoprämie jeweils folgenden Faktoren zugeordnet: dem durchschnittlichen Ertrag während des Zeitraums $t-30$ bis $t$ (erzielter Ertrag), der erwarteten Standardabweichung des Ertrags bis zum Verfall der Option, impliziert durch GARCH-Schätzungen (erwartete Volatilität) und der Standardabweichung des Ertrags während des Zeitraums $t+15$ bis $t+45$ (effektive Volatilität). <sup>2</sup> Korrelation zwischen Risikoprämie und summarischen statistischen Angaben der Erträge auf den S&P 500. <sup>3</sup> Korrelation zwischen Risikoprämie und summarischen statistischen Angaben der Eurodollarerträge. <sup>4</sup> Näherungsgrösse für das Marktportfolio ist der S&P 500, der Lehman Brothers Government Bond Index und der Lehman Brothers Corporate Investment Grade Index.			
Quelle: Berechnungen der Autoren.			Tabelle 1

höheres Entgelt für die Übernahme des Risikos weiterer Verluste einzufordern. Ausserdem ist damit zu rechnen, dass risikoscheue Händler bei einem antizipierten Anstieg der Volatilität eines Vermögenswerts diesen nur zu einem geringeren Preis zu halten bereit sind. Unter dieser Prämisse wird die Beziehung zwischen Risikoprämie einerseits und Höhe und Volatilität der Anlageerträge andererseits bewertet; die Ergebnisse werden in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1 zeigt die Korrelationskoeffizienten der geschätzten Risikoprämien beim S&P 500 und am Eurodollarmarkt anhand dreier statistischer Merkmale der Anlageerträge. Als erstes Merkmal dienen die in der Vergangenheit erzielten Erträge, gemessen als Durchschnittsertrag des Monatszeitraums bis zu dem Tag, für den die Risikoprämie berechnet wird. Das zweite Merkmal ist die erwartete Volatilität der Erträge während der Restlaufzeit der Option. Es handelt sich hier um das Volatilitätsmass, das sich aus der statistischen Wahrscheinlichkeit ergibt, die den angestellten Berechnungen zugrunde liegt. Dieses Mass stellt ein mit dem gewählten statistischen Ertragsmodell übereinstimmendes *ex-ante*-Mass für das subjektiv wahrgenommene Risiko dar. Das dritte Merkmal ist die um den Verfallstag des betreffenden Optionskontrakts tatsächlich aufgetretene Volatilität („effektive Volatilität“) der Vermögenspreise. Im Gegensatz zum zweiten Merkmal handelt es sich um ein *ex-post*-Mass der Volatilität. Unter der Annahme, dass die Erwartungen der Anleger im Durchschnitt zutreffend sind, kann es jedoch als ein alternatives Mass für das erwartete Risiko angesehen werden. Berechnet werden die drei Merkmale für die Erträge beim S&P 500, am Eurodollarmarkt und beim Gesamtportfolio.

Die Reaktion der Risikoprämien auf erzielte Erträge scheint statistisch signifikant zu sein. Die erste Spalte in Tabelle 1 verrät, dass ungewöhnlich

... erzielte Erträge  
und ...

niedrige Erträge beim S&P 500 und beim Gesamtportfolio tendenziell ein Ansteigen der Risikoprämie für Aktien nach sich ziehen. Gleiches gilt für Erträge am Eurodollarmarkt und die entsprechende Prämie. Eine mögliche Erklärung hierfür besteht darin, dass eine Abfolge niedriger Erträge das Risikobudget der Händler belastet, wodurch das für die Übernahme künftigen Risikos benötigte Entgelt nach oben getrieben wird. Der Befund mag aber auch einfach die häufig beobachtete Tatsache widerspiegeln, dass die Preisvolatilität zunimmt, wenn die Preise sinken und die Rahmenbedingungen für eine Baisse hartnäckig fortbestehen. Eine Phase niedriger Erträge mag als Vorzeichen dafür gedeutet werden, dass in der unmittelbaren Zukunft hohes Risiko bevorsteht, was zu einem Anstieg der Risikoprämie führt.

Die zweite und dritte Spalte der Tabelle liefern Belege dafür, dass die Risikoprämie Anleger tatsächlich für erwartetes und eingetretenes Risiko entschädigt. Die zweite Spalte lässt im oberen Bereich die zuvor in Grafik 3 veranschaulichte, positive Beziehung zwischen Risikoprämie und subjektiv wahrgenommener Volatilität der Anlageerträge erkennen. Die dritte Spalte liefert im oberen Bereich Hinweise darauf, dass höhere Entgelte für die Risikoübernahme mit höheren eingetretenen Risiken einhergehen. Damit ergibt sich auch eine indirekte und teilweise Bestätigung des statistischen Ertragsmodells, das der gewählten Schätzmethode zugrunde liegt. Die im unteren Bereich der Tabelle dargestellten Befunde zeigen eine positive Korrelation zwischen der Risikoprämie für den S&P 500 einerseits und der subjektiv wahrgenommenen und der effektiven Ertragsvolatilität des Gesamtportfolios andererseits. Schliesslich zeigt sich eine negative Beziehung zwischen den Risikoprämien im Eurodollarbereich und dem Risiko des Gesamtportfolios. Dies ist hauptsächlich auf die geringe Korrelation zwischen der Volatilität der Eurodollarerträge und der Volatilität der Erträge des Gesamtportfolios zurückzuführen.

... effektive  
Ertragsvolatilität

## Risikowahrnehmung und Messgrössen für Risikoaversion

Die hier vorgenommene Ableitung von Risikoprämien basiert auf einer Parametrisierung des Risikopräferenzfilters des repräsentativen Anlegers. Als unmittelbares Nebenprodukt der gewählten Methodik ergibt sich ein Indikator für die Risikoneigung von Anlegern in Gestalt einer Zeitreihe für einen Schlüsselparameter des geschätzten Filters (s. Kasten auf Seite 109 für weitere Einzelheiten). Dieser Abschnitt untersucht das Verhalten dieses Indikators, der – in deutlichem Gegensatz zu den geschätzten Risikoprämien – offenbar recht stark davon abhängt, welches Modell für die Abbildung der Risikowahrnehmung verwendet wird. Hierzu wird ausschliesslich der Aktienmarkt betrachtet.

Grafik 4 veranschaulicht Masse für die Risikoaversion von Anlegern auf der Basis zweier alternativer Annahmen über deren Risikowahrnehmung.<sup>9</sup> Im

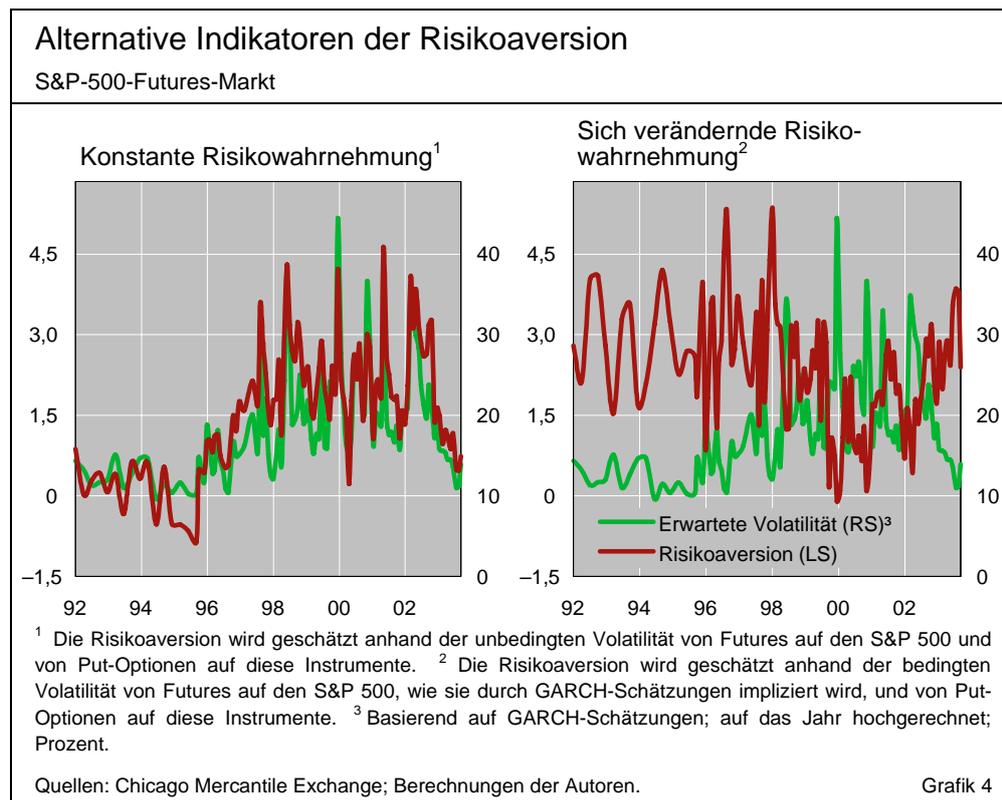
---

<sup>9</sup> Der in der Grafik dargestellte Indikator für die Risikoaversion basiert auf einer einfacheren Modellvariante, die es zulässt, Risikoaversion als einen einzelnen Parameter des Preisbildungskerns zusammenzufassen (Einzelheiten s. Kasten), die Schätzung aber dahingehend

linken Feld wird die von den Anlegern erwartete Volatilität mit der durchschnittlichen Volatilitätsschätzung der gesamten Stichprobe gleichgesetzt. Im rechten Feld wird davon ausgegangen, dass Anleger ihre Erwartungen hinsichtlich des Ertragsrisikos entsprechend dem geschätzten Zeitreihenmodell revidieren. Dieses zeitvariable Mass der erwarteten Volatilität ist in beiden Feldern ebenfalls dargestellt. Die beiden Annahmen hinsichtlich der Risikowahrnehmung von Anlegern lassen sich als Versuch deuten, eine Reihe plausibler Alternativen zu skizzieren. Der Umstand, dass die – jeweils nach Massgabe einer der beiden alternativen Annahmen vorgenommenen – Schätzungen der Risikoprämien nahezu identisch sind, lässt auf eine gewisse Robustheit der im vorstehenden Abschnitt gezogenen Schlussfolgerungen schliessen.<sup>10</sup>

Gedämpfte  
Reaktion der  
Optionspreise auf  
Risikoprognosen

Im Gegensatz dazu reagiert der geschätzte Indikator für die Risikoaversion äusserst sensibel auf alternative Annahmen hinsichtlich der Risikowahrnehmung von Anlegern. Unter der Annahme einer konstanten Risikowahrnehmung erweist sich die Gleichläufigkeit zwischen dem durch das geschätzte Modell implizierten Indikator der Risikoaversion und den erzielten



beschränkt, dass nur Preise von Put-Optionen berücksichtigt werden. Diese Vereinfachungen haben keine wesentlichen Auswirkungen auf die allgemeinen Schlussfolgerungen der Untersuchung.

<sup>10</sup> Die Korrelation zwischen den beiden alternativen Prämien im Betrachtungszeitraum der Stichprobe beträgt 94%. Da die in Optionspreisen enthaltene Risikoprämie parallel zur Risikowahrnehmung und Risikoaversion der Anleger steigt, bedeutet bei einer gegebenen Reihe beobachteter Optionspreise eine Veränderung der geschätzten Risikoaversion automatisch, dass sich die geschätzte Risikowahrnehmung entgegengesetzt verändert hat.

Risikoschätzungen als sehr ausgeprägt. Die Risikoaversion nimmt offenbar zu, wenn das Risikoniveau steigt, und erreicht Spitzenwerte in Zeiten, in denen die Risikobereitschaft der Anleger von Marktkommentatoren als besonders niedrig eingeschätzt wird. Werden jedoch zeitvariable Risikowahrnehmungen berücksichtigt, so zeigt der abgeleitete Indikator ein anderes Verhalten, als intuitiv zu erwarten wäre. Er korreliert negativ mit dem erwarteten Risiko und scheint in Zeiten, in denen a priori Spitzenwerte zu erwarten wären, abzunehmen.

Letzterer Befund gibt Rätsel auf, doch ist er nicht auf die hier gewählte Methodik beschränkt. Bliss und Panigirtzoglou (2004) stossen unter Berücksichtigung zeitvariabler Risikowahrnehmung auf ähnliche Risikoaversionsmuster. Eine mit dem zugrundeliegenden Modell zu vereinbarende Erklärung besteht darin, dass Optionspreise zwar auf Veränderungen der Prognosen für künftige Ertragsvolatilität reagieren, diese Reaktion aber gedämpft ausfällt und von der historischen Durchschnittsvolatilität der Erträge massiv beeinflusst wird. Dieser Punkt bedarf weiterer Untersuchungen, die den Rahmen dieses Features sprengen würden.

## Zusammenfassung

Das vorliegende Feature führt Informationen aus den Preisen von Optionen auf Aktien und Geldmarktinstrumente zusammen, um Messgrößen für die an diesen Märkten geforderten Risikoprämien abzuleiten, die einem einzigen, marktübergreifenden Preis für das Risiko entsprechen, wie ihn der repräsentative Anleger verlangt. Das Verfahren liefert ein robustes Mass für Prämien, die sich parallel zu den Risikomessgrößen auf Basis der erwarteten wie auch der effektiven Ertragsvolatilität bewegen. Zudem korrelieren die Prämien negativ mit historischen Markterträgen. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass das Anlegerverhalten eine Rückkopplung von vergangenen auf künftige Vermögenspreise herbeiführt. Die Befunde legen den Schluss nahe, dass einheitliche Schätzungen der Risikoprämien verschiedener Anlagekategorien bei der Interpretation von Finanzmarktbedingungen wie auch bei der Beurteilung der kurzfristigen Aussichten an den Wertpapiermärkten nützlich sein können.

## Bibliografie

Aït-Sahalia, Y. und A.W. Lo (2000): „Nonparametric risk management and implied risk aversion“, *Journal of Econometrics*, Vol. 94, S. 9–51.

Amato, J.D. (2005): „Risikoaversion und Risikoprämien am CDS-Markt“, *BIZ-Quartalsbericht*, Dezember, S. 63–78.

Barone-Adesi, G. und R.E. Whaley (1987): „Efficient analytic approximation of American option values“, *Journal of Finance*, Vol. 42, Nr. 2, S. 301–320.

Bliss, R.R. und N. Panigirtzoglou (2004): „Option-implied risk aversion estimates“, *Journal of Finance*, Vol. 59, S. 407–446.

Bollerslev, T., M. Gibson und H. Zhou (2005): *Dynamic estimation of volatility risk premia and investor risk aversion from option-implied and realized volatilities*, Working Paper.

Fornari, F. (2005): „Anstieg und Rückgang der Volatilität der US-Dollar-Zinssätze: was Swaptions aussagen“, *BIZ-Quartalsbericht*, September, S. 101–113.

Gai, P. und N. Vause (2005): „Measuring investors' risk appetite“, *Bank of England Working Paper Series*, Nr. 283.

Glosten, L.R., R. Jagannathan und D.E. Runkle (1993): „On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks“, *Journal of Finance*, Vol. 48, Nr. 5, S. 1779–1801.

Misina, M. (2005): „Risk perceptions and attitudes“, *Bank of Canada Working Papers*, Nr. 2005–2017.

Rosenberg, J.V. und R.F. Engle (2002): „Empirical pricing kernels“, *Journal of Financial Economics*, Vol. 64, S. 341–372.

Tarashev, N., K. Tsatsaronis und D. Karampatos (2003): „Optionen und ihre Aussagekraft über die Risikoneigung der Anleger“, *BIZ-Quartalsbericht*, Juni, S. 63–72.

