

## Zur Rolle von Volatilitätsmustern an den Finanzmärkten

Bei der laufenden Beobachtung von Finanzmärkten wird auf ein breites Spektrum an Stressindikatoren zurückgegriffen. Dabei nehmen Volatilitätsentwicklungen in den Preisen und Renditen von Vermögensgütern auf Grund ihres dualen Charakters als Stressfaktor und -indikator eine besondere Rolle ein. Eine in Bezug auf die Finanzstabilität wichtige Unterscheidung besteht zwischen einem Volatilitätsniveau, welches funktionsgerechten Kursänderungen unter regulären Marktbedingungen entspricht, und schädlicher Überschussvolatilität. Dabei spielen für die dynamische Entwicklung der Streuung von Vermögenspreisänderungen besondere Verlaufsmuster eine Rolle, die am Beispiel von Aktienmarktvolatilitäten dargestellt werden. So zeigt sich, dass sich Phasen hoher mit solchen niedriger Volatilität abwechseln. Dies muss bei der Bildung von Erwartungen über die künftige Kursdispersion berücksichtigt werden. Die nachfolgende empirisch gestützte Analyse kommt zu dem Schluss, dass Volatilitätsmuster und andere Stressindikatoren Ende August 2005 auf keine unmittelbare Problemlage deuten. Dies darf jedoch nicht dazu führen, dass der Finanzmarktstabilität weniger Aufmerksamkeit gewidmet wird.

## Volatilität in den Finanzmärkten – Stressfaktor und Stressindikator

Der Begriff Volatilität beschreibt das Ausmaß, in dem Vermögenspreise innerhalb einer bestimmten Zeitspanne schwanken. Sie wird häufig in Form der Standardabweichung der Änderungen logarithmierter Vermögenspreise ausgedrückt. Allerdings zeigt sich, dass sich Volatilität über die Zeit in der Regel verändert. Alternativ wird daher die Volatilität häufig unter Verwendung eines exponentiellen Gewichtungsschemas ermittelt, wodurch aktuellere Beobachtungen ein höheres Gewicht bei der Berechnung bekommen als weiter zurückliegende.<sup>1)</sup>

*Volatilität als  
Maß für Risiko*

Aus Anlegerperspektive dient die Volatilität oftmals als eine Näherungsgröße für Unsicherheit. Technisch gesehen ist die Volatilität zwar ein symmetrisches Maß und steigt in Episoden ausgeprägter positiver Preisänderungen ebenso wie in Zeiten stark fallender Preise. Vor allem letztere werden aber von Anlegern als Stress<sup>2)</sup> generierend empfunden,<sup>3)</sup> wohingegen starke Preisschübe nach oben ceteris paribus weniger beunruhigen dürften.<sup>4)</sup> Da für einen risikoaversen Anleger das mit einem Anstieg der Volatilität verbundene Risiko nachgebender Bewertungen seiner Anlagepositionen schwerer wiegt als die Chance auf steigende Bewertungen, geht er es nur ein, wenn er dafür eine Entschädigung erhält. Dieser Gedanke stellt einen Grundbaustein der Portfoliotheorie dar. So können starke, marktweite<sup>5)</sup> Preisänderungen – besonders wenn sie unerwartet kommen und es an Absicherung fehlt – zu Liquiditäts- und Bonitätsproblemen führen, sei es unmittelbar oder

mittelbar über eine veränderte Wahrnehmung seitens der (potenziellen) Geschäftspartner. Sind gleich mehrere oder besonders systemrelevante Finanzmarktteilnehmer von starken, überraschenden Marktbewegungen negativ betroffen, so können auch die verschiedenen Funktionen des Finanzsystems (wie Abwicklung des Zahlungsverkehrs, Risikotransfer und -bewertung, Kredit- und Liquiditätsallokation) gestört werden. Dies kann auch auf Realwirtschaft und Preisentwicklung ausstrahlen: Kapitalgeber werden sich verstärkt möglicher Informationsdefizite bewusst. Ihr Risikobewusstsein kann ansteigen. Auch bei den Kapitalnachfragern mag sich

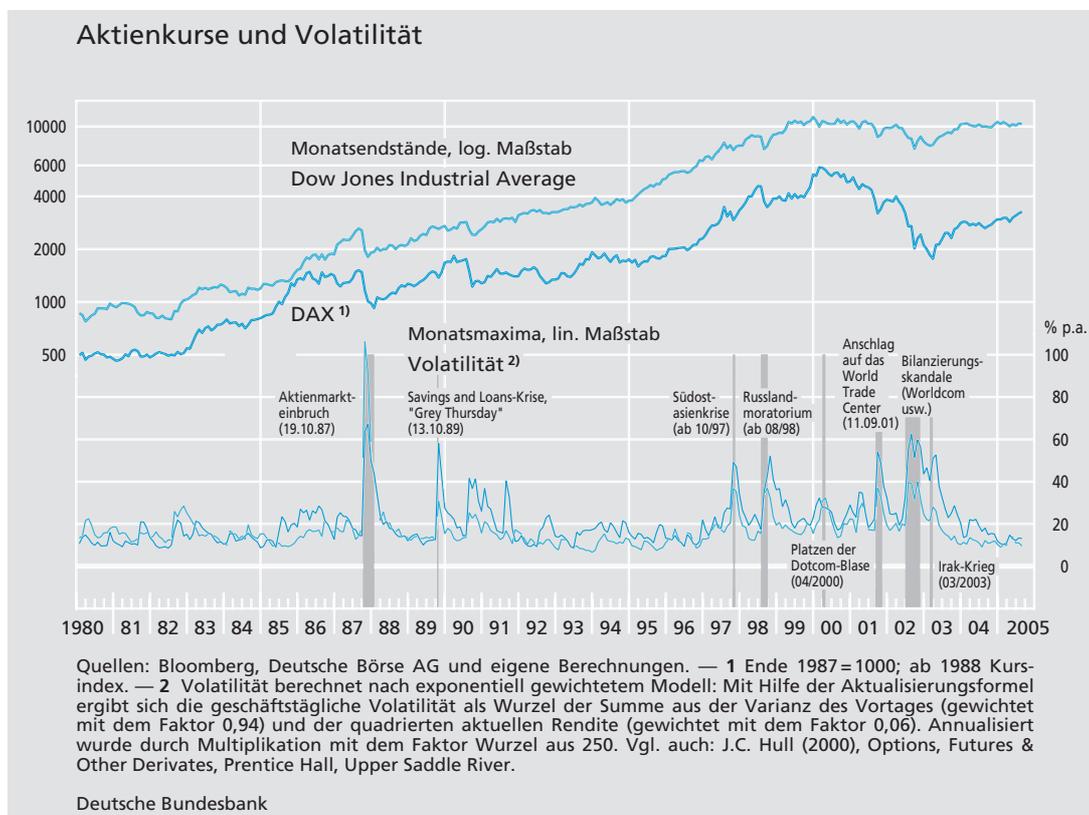
<sup>1</sup> Zu Details vgl. S. 68 ff. sowie die Erläuterungen auf S. 70 f.

<sup>2</sup> In Anlehnung an Illing und Liu (2003) lässt sich unter Finanzmarktstress der Druck verstehen, der durch Unsicherheit und sich verändernde Erwartungen über Verluste in den Finanzmärkten auf die Wirtschaftssubjekte ausgeübt wird. Das Niveau des Finanzmarktstresses hängt letztlich von dem Grad der Verwundbarkeit des Finanzsystems und dem Ausmaß des Schockereignisses ab. Dabei variiert der Stressgrad mit der Höhe des erwarteten Verlustes, dem Risiko, der Unsicherheit bezüglich zukünftiger Verluste sowie der Risikoeinstellung der Finanzmarktteilnehmer. Als Krise lässt sich dann eine Phase extremen Finanzmarktstresses bezeichnen. Siehe dazu auch: M. Illing und Y. Liu (2003), An Index of Financial Stress for Canada, Bank for Canada Working Paper 2003-14.

<sup>3</sup> Mit Hilfe von Value-at-Risk-Modellierungen und Stress-tests versuchen Finanzinstitutionen eine Einschätzung über die Anfälligkeit ihres Portfolios auf bestimmte, im Vorfeld definierte Ereignisse zu erlangen. Solche Ereignisse können Preisbewegungen an den Aktienmärkten, Wechselkurs- und Zinsbewegungen oder Ähnliches sein. Vergleiche hierzu: Deutsche Bundesbank, Stresstests bei deutschen Banken – Methoden und Ergebnisse, Monatsbericht, Oktober 2004, S. 79–88 sowie: Deutsche Bundesbank, Das deutsche Bankensystem im Stresstest, Monatsbericht, Dezember 2003, S. 55–63.

<sup>4</sup> Aus Perspektive der Finanzmarktaufsicht sind solche Preisschübe nach oben dennoch interessant: Gehäufte, starke Preisschübe können Zeichen euphorischer Übertreibung sein, zu Blasenbildung führen und somit Stresssituationen, die aus einer anschließenden Preis Korrektur entstehen, vorauslaufen und diese verstärken.

<sup>5</sup> Gerade in Phasen sehr ausgeprägter Aktienkursänderungen ist der Gleichlauf zwischen den Titeln regelmäßig besonders hoch. Gegen solche marktweiten Entwicklungen kann das in der Aktienanlage gestreute Diversifizierungspotenzial nicht schützen.



eine zunehmende Zurückhaltung bei der Einschätzung von Investitionsoportunitäten einstellen. Nicht zuletzt kann bei erhöhter Unsicherheit und negativ veränderten Haushaltsvermögen das Konsumentenvertrauen leiden. Dabei ist das Ausmaß solcher Überschwappeffekte in hohem Maße abhängig von dem gegebenen Finanzmarktumfeld: Über Derivate und Kreditfinanzierung stark gehebelte Portfolios, die verbreitete Verfolgung von Stop-Loss- und Trend-Following-Strategien, Liquiditätsknappheit und Intransparenz verstärken die Volatilität und erhöhen die Gefahr systemischer Instabilität.<sup>6)</sup>

nen. Wie der Blick in die Vergangenheit zeigt, können hohe Volatilitätsausschläge als Begleiterscheinung besonderer Stresssituationen an den Finanzmärkten auftreten. Dies wird im Folgenden am Beispiel der Aktienmärkte Deutschlands und der USA dargestellt. So kamen extreme Volatilitätsausschläge des Deutschen Aktienindex (DAX) sowie des Dow Jones Industrial Average regelmäßig in Finanzmarktperioden vor, die als besonders stressbehaftet gelten<sup>7)</sup> und mit Ereignissen in Verbindung gebracht werden können, die für die Finanzmärkte eine besondere Belastung darstellten.

Volatilität  
und Stress-  
situationen

Ausschläge der Volatilität von Vermögensrenditen sind aber nicht nur Stressfaktor; dem Finanzmarktbeobachter können Volatilitätsmuster auch als Indikatoren von Stress die-

6 Vgl. auch: IWF (2003), Financial Asset Price Volatility: A Source of Instability?, in: Global Financial Stability Report, September, S. 62–88, hier S. 62.

7 In dem oben stehenden Schaubild wurden diejenigen Ausschläge jedes Index als extrem hervorgehoben, die oberhalb des jeweiligen 97,5 %-Quantils rangierten.

Bei einem Blick auf die historische Entwicklung der Kursvolatilität am Aktienmarkt (vgl. Schaubild auf S. 63) ist die Volatilitätsspitze im vierten Quartal 1987 besonders augenfällig. Am 19. Oktober büßte der Dow Jones über 20 % seines Wertes ein. Dieser größte Kursrückgang, der jemals an einem einzigen Tag am US-Markt verzeichnet worden war, hatte vielfältige Ursachen: nachlassendes Vertrauen in die Durchhaltbarkeit hoher US-Leistungsbilanzdefizite, Rezessionsängste, spekulativ überhöhte Kursstände und neue Handelstechniken (Portfolioabsicherung durch automatische Verkäufe), die den Rückgang der Aktienkurse verstärkten. Gleichzeitig hatte der US-Kongress – vor dem Hintergrund einer sehr kritischen Debatte über die Folgen der stark verschuldungsfinanzierten Firmenübernahmen – Gesetzesänderungen diskutiert, die auf eine deutliche Erschwerung von LBO-getragenen<sup>8)</sup> feindlichen Übernahmen hinausliefen. Damit war zusätzlich einiges an Kursphantasie verschwunden. In der Spitze erreichte damals die Volatilität des Dow Jones am 21. Oktober einen Wert von 106,6 % pro Jahr, verglichen mit einem Mittel seit 1980 von 14,9 % pro Jahr.

*Änderung von  
Vermögens-  
preisen und  
Marktprozess*

Nun ist aber die ständige Veränderung von Vermögenspreisen und Renditen ein natürliches Kennzeichen von Finanzmärkten, die sich laufend verändernde Angebots-/Nachfragekonstellationen verarbeiten: Ständig neu eintreffende Informationen führen zu Neueinschätzungen der künftigen Erträge von Vermögensgütern und zu einer kontinuierlichen Anpassung von Angebot und Nachfrage sowie von Preisen und Renditen dieser Güter. Die Veränderung exogener Daten

ebenso wie deren möglicherweise veränderte Verarbeitung haben zwangsläufig eine gewisse Streuung der Kurse zur Folge, die eine gleichgewichtige Anpassung an neue Datenlagen und Einschätzungen widerspiegelt. Insofern ist auch nicht jede Schwankung in der Kursänderungsrate im Hinblick auf die Finanzmarktstabilität problematisch.

Fundamental begründete Volatilität ist Ausdruck effizienter Finanzmärkte. Sie spiegelt lediglich die Veränderungsintensität in den zu Grunde liegenden fundamentalen Faktoren sowie die daraus erwachsende Einschätzungsunsicherheit über künftige Entwicklungen wider. Wenn aber ein großer negativer Schock im Aktienmarkt das Finanzsystem trifft, bewirken dieser und der damit verbundene (unmittelbare) Anstieg der Volatilität – obwohl letztlich fundamental begründet – Stress im Finanzsystem. Auch eine mögliche Destabilisierung des Finanzsystems ist in diesem Fall nicht ausgeschlossen. Gefährdend kommt hinzu, dass Volatilität nach einem deutlichen Anstieg häufig eine Beharrungstendenz zeigt oder sich sogar noch weiter aufbaut. Eine solche Klumpenbildung, wie sie mit abrupten, sich eventuell selbst noch verstärkenden Kursprozessen einhergeht, kann Ausdruck von Marktineffizienzen sein. Zwar mag darüber häufig erst ex post ein abschließendes Urteil möglich sein. Trotzdem ist es für Zentralbanken und Aufsichtsbehörden bei der Finanzmarktbeobachtung erforder-

---

<sup>8</sup> Von Leveraged Buyout (LBO) ist die Rede, wenn der Kauf eines Unternehmens zu großen Teilen mittels Fremdkapital finanziert wird. Das eingesetzte Eigenkapital wird auf diese Weise mit einem Hebel versehen, mithilfe dessen ggf. eine entsprechend hohe Eigenkapitalrentabilität erwirtschaftet werden kann.

lich, auch ex ante beziehungsweise kontemporär eine Einschätzung bezüglich möglicher Fehlentwicklungen<sup>9)</sup> vorzunehmen. Diese Diagnose erfordert entsprechende Indikatoren sowie Verfahren zu deren analytischer Würdigung. Bei Letzterem muss dabei in erheblichem Umfang auf Erfahrungswissen zurückgegriffen werden.

### Volatilität und ihre Eigendynamik – Konzepte der Modellierung

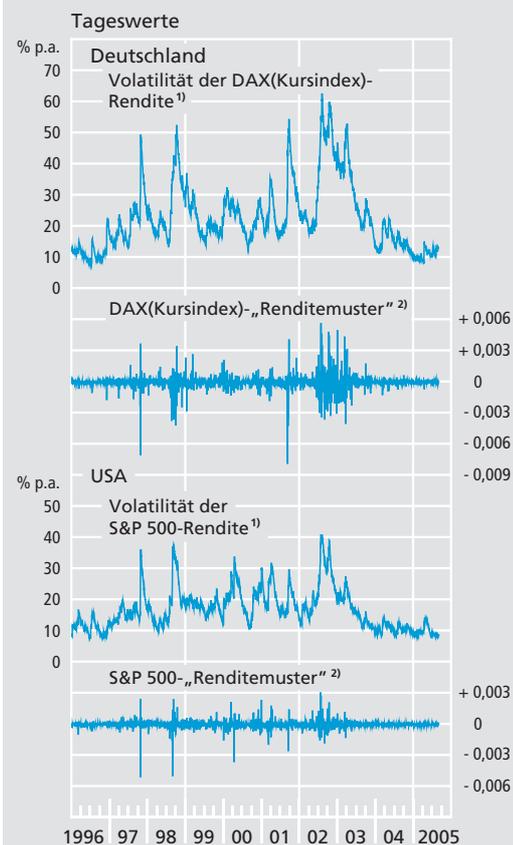
*Starke Kurs-  
ausschläge oft  
gehäuft ...*

In der Vergangenheit folgten extremen Kursrückgängen am Aktienmarkt regelmäßig – gleich Nachbeben – Phasen erhöhter Kursschwankungen (siehe nebenstehendes Schaubild). Auch über diese extremen Episoden hinaus scheinen starke Kursausschläge eine Tendenz zur Klumpenbildung aufzuweisen: Kräftigen Ausschlägen in den Kursbewegungen von DAX und S&P 500 folgten vielfach deutliche Gegenbewegungen und Phasen verstärkter Kursschwankungen. Auch so genannte negative Tail-Events – hier Tage mit Einbrüchen des Aktienindex von mehr als 3% – scheinen sich in bestimmten Perioden zu konzentrieren (vergleiche die Erläuterungen zum Thema „Volatilität und negative Extremereignisse am Beispiel des DAX und des Dow Jones Industrial Average“ auf S. 66).

*... und Aus-  
druck gestiege-  
ner Nervosität*

Eine Erklärung für solche Phänomene könnte sein, dass Phasen ausgeprägter Kursausschläge allein auf ein vergleichsweise hochfrequentes Eintreffen einschätzungsändernder Nachrichten zurückzuführen sind. Volatilität wäre dann das Ergebnis fundamental gerechtfertigter Kursschwankungen. Dies ist

### Volatilität und „Renditemuster“ an den Aktienmärkten Deutschlands und der USA



Quelle: Bloomberg und eigene Berechnungen. — 1 Volatilität berechnet nach exponentiell gewichtetem Modell. — 2 Quadrierte Renditen unter Beibehaltung des Vorzeichens der Rendite (berechnet als Differenzen der logarithmierten täglichen Aktienindex-Werte). Die Quadrierung der Rendite dient der Akzentuierung von Phasen starker Renditeausschläge.

Deutsche Bundesbank

allerdings wenig plausibel. Wahrscheinlicher dürfte sein, dass Volatilität hier vielfach auch Ausdruck eines in den Märkten vorhandenen

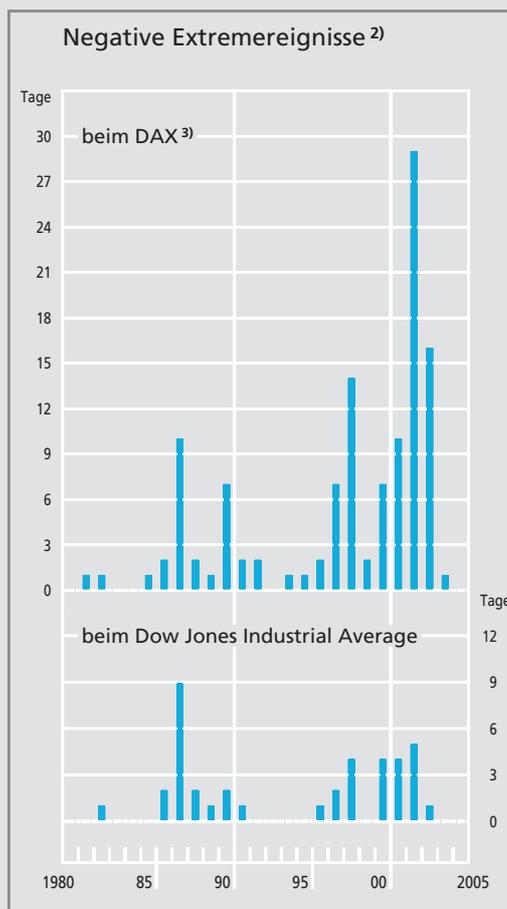
<sup>9</sup> Aus Finanzstabilitätsaspekten kann dabei auch eine (über eine längere Phase) sehr niedrige Volatilität ein Grund zur Sorge sein, wenn dies z.B. dazu führt, dass Anleger bei ihren Finanzanlageentscheidungen Risiken von möglichen Bewertungskorrekturen unterschätzen und Renditeaspekte gegenüber Risikoaspekten übergewichten. Siehe dazu auch: IWF (2005), Global Financial Market Developments, in: Global Financial Stability Report, April, S. 8–61, hier S. 8.

## Volatilität und negative Extremereignisse am Beispiel des DAX und des Dow Jones Industrial Average

Zeiten extremer Volatilität verbindet man mit sehr starken Veränderungen von Preisen beziehungsweise Renditen. Für Anleger sind dabei insbesondere starke Wertverluste der in ihrem Portfolio befindlichen Aktiva mit Stress verbunden. Definiert man zum Beispiel den Einbruch eines Aktienindex gegenüber dem Vortag um mehr als 3% in diesem Sinne als ein negatives Extremereignis,<sup>1)</sup> so zeigt sich, dass die Anzahl der entsprechenden Tage pro Jahr bei DAX und Dow Jones im Zeitablauf stark variiert. Im Vergleich zeigen sich aber deutliche Spitzen in der Zahl der negativen Extremereignisse für die Jahre 1987, 1998 und 2002. Diese Jahre werden verbunden mit Aktienmarktkrisen und besonders lang andauernden Phasen stark erhöhter Volatilität. Auslöser dieser Krisen waren der „Schwarze Montag“ im Oktober 1987, die Russlandkrise und die anschließende Krise des LTCM Fonds 1998 und die Bilanzierungsskandale des Jahres 2002 (z.B. Enron, Worldcom usw.).

Extremereignisse stellen somit häufig durch besondere Umstände ausgelöste „Sonderbewegungen“ dar. Daher konzentriert man sich in der Regel eher auf Volatilität im Sinne durchschnittlich beobachteter Schwankungen, wenn man Erwartungen hinsichtlich zukünftig zu erwartender Schwankungen ableiten will. Der

Aspekt extremer Ereignisse ist damit trotzdem untrennbar verbunden, da länger andauernde Phasen besonders hoher Volatilität häufig von negativen Extremereignissen eingeleitet wurden.



1 Vgl. dazu z.B. auch: IWF (2003), Financial Asset Price Volatility: A Source of Instability?, Global Financial Stability Report, September, S. 62-88. — 2 Negative Extremereignisse sind definiert als Einbrüche des Aktienindexwertes gegenüber

dem Vortag von mehr als 3%. Angegeben ist die Zahl der Tage pro Jahr, an denen ein negatives Extremereignis vorlag. Stand Ende August 2005. — 3 Ab 1988 Kursindex.

erhöhten Nervositätsgrades war. Nachrichten trafen also auf einen veränderten Resonanzboden.

So könnten Anspannungen verursachende Vermögenspreisänderungen Anpassungen in den Risikoeinschätzungen bewirken und auch den Grad an Risikoaversion erhöhen – beispielsweise wegen der nach dem anfänglichen Stressereignis enger werdenden Dispositionsspielräume. Weil Bewegungen des Gesamtmarkts eher Stresspotenzial bergen als Bewegungen einzelner Unternehmenstitel, könnten erstere in den Fokus des Anlegerinteresses rücken. Die Aussichten verschiedener Unternehmungen würden in der Wahrnehmung der Aktienanleger unter jeweils gleichem Vorzeichen, also im Lichte allgemeiner Marktentwicklungen, korrigiert werden. Für gleichgerichtete Anlagedispositionen ließen sich nur schwer Gegenparteien finden, große Kursauschläge über den Gesamtmarkt hinweg wären die natürliche Folge.

Die starke Resonanz auf Nachrichten und die anschließende Korrektur wahrgenommener Übertreibungen kann zu weiteren Kursauschlägen führen. Volatilität entwickelt so zeitweise eine sich selbst verstärkende Eigendynamik, der bei Modellierung und Interpretation von Volatilitätsmustern zu begegnen ist.

*Ableitung der  
erwarteten  
Volatilität*

Die historische Volatilität einer Zeitreihe im Sinn durchschnittlich realisierter Schwankungen (pro definierter Zeiteinheit)<sup>10</sup> wird traditionell als empirische Standardabweichung<sup>11</sup> ermittelt. Eine einfache Möglichkeit der Erwartungsbildung bezüglich zukünftiger Volatilität wäre – gerade bei einem kurzen Erwartungshorizont – die Bildung stationärer Erwartungen. In diesem Fall würde man zum Zeitpunkt  $t-1$  für  $t$  eine Volatilität erwarten, die dem zum Zeitpunkt  $t-1$  gemessenen historischen Niveau entspricht.

Betrachtet man beispielsweise Aktienmarktrenditen über einen längeren Zeitraum, so lassen sich häufig Phasen unterschiedlicher Schwankungsintensitäten beobachten (siehe Schaubild auf S. 65). Diese Phänomene einer, erstens, nicht konstanten, also sich mit der Zeit verändernden Varianz (Heteroskedastizität) sowie, zweitens, deren Klumpenbildung (bedingte Heteroskedastizität) sind für die Finanzmarktstabilität relevant, denn sie bedeuten, dass starke Kurs- oder Preisausschläge in der Regel gehäuft auftreten. Daher zeigt sich, dass eine mit einem gleitenden Fenster gegebener Stichprobenlänge<sup>12</sup> berechnete historische Standardabweichung

---

10 Die Ermittlung der historischen Volatilität einer Zeitreihe hängt von der Datenfrequenz bzw. der gewählten Zeiteinheit ab. So lassen sich z. B. Fünf-Minuten-, Tages- oder Monatsvolatilitäten berechnen, wobei die Wahl der Datenfrequenz u. a. von der Marktliquidität abhängen sollte. Grundsätzlich führen Hochfrequenzdaten zwar zu präziseren Schätzungen, allerdings sollten bei wenig liquiden Märkten tendenziell längere Datenintervalle gewählt werden. Vgl.: S.-H. Poon und C.W.J. Granger (2005), Practical Issues in Forecasting Volatility, Financial Analysts Journal, Bd. 61(1), S. 45–56.

11 Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden Volatilitäten anschließend häufig annualisiert. Dabei wird die zu einer bestimmten Beobachtungsfrequenz berechnete Standardabweichung mit der Wurzel der Zahl der möglichen Beobachtungen pro Jahr multipliziert. Näherungsweise ergibt sich die annualisierte historische Volatilität aus einer Volatilität pro Geschäftstag durch Multiplikation mit dem Faktor  $\sqrt{250}$  (siehe auch: Europäische Zentralbank, Monatsbericht, Mai 2000, Kasten 2: Jüngste Tendenzen bei der Volatilität von Aktienkursindizes). Man unterstellt also 250 Geschäftstage pro Jahr. Da die einzelnen Beobachtungen allerdings keine unabhängigen Ziehungen von identisch verteilten Zufallsvariablen sein dürfen, ist diese Annualisierung freilich fehlerbehaftet.

12 Vgl. die Erläuterungen auf S. 70.

(Volatilität) der Aktienmarktrendite nicht konstant bleibt, sondern variiert. Wenn aber die Volatilität im Zeitablauf schwankt, liegt es nahe, Erwartungen hinsichtlich der zukünftigen Volatilität anhand eines dynamischen Ansatzes abzuleiten.

Die einfachste Möglichkeit besteht dabei zunächst in der Erweiterung des traditionellen Ansatzes durch Verwendung eines Gewichtungsschemas, das aktuellere Beobachtungen stärker bei der Berechnung der historisch realisierten Volatilität berücksichtigt. Eine Berechnung der einfachen Standardabweichung dagegen bedeutet, dass weiter zurückliegende Beobachtungen genauso hoch gewichtet werden wie näher an der Gegenwart liegende.<sup>13)</sup> Alternativ wird daher in der Finanzmarktpraxis häufig die so genannte exponentiell gewichtete historische Volatilität berechnet. Diese ergibt sich als Wurzel des Durchschnitts der vergangenen Schwankungen mit exponentiell abnehmenden Gewichten für weiter zurückliegende Beobachtungen. Mittels einer Aktualisierungsformel lässt sich die zum Zeitpunkt  $t$  zu ermittelnde Volatilität einfach aus dem für die Vorperiode (d.h. zum Zeitpunkt  $t-1$ ) ermittelten Wert und der in  $t$  realisierten Schwankung näherungsweise berechnen (siehe dazu die Übersicht in den Erläuterungen auf S. 70f.). Relativ zur jeweiligen Beobachtungsperiode lassen sich empirisch optimale Gewichte per Schätzung ermitteln; in den am weitesten verbreiteten Anwendungen wird darauf jedoch zumeist zu Gunsten von ad hoc spezifizierten Werten verzichtet.

Spezielle beobachtbare Entwicklungsmuster in der Volatilität gilt es aber grundsätzlich auch in Schätzansätzen zu berücksichtigen. Dabei erweist sich die Klasse der so genannten ARCH- und GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity)-Ansätze<sup>14)</sup> als eine Möglichkeit, eine dynamische Entwicklung sowohl der zu Grunde liegenden Zeitreihe als auch der Varianz des Störprozesses anhand vergangener Werte zu modellieren (siehe dazu die Erläuterungen auf S. 70f.). Aus dem Prozess, der die GARCH-Varianz beschreibt, lässt sich dann eine Zeitreihe der für die jeweils folgende Periode erwarteten Volatilität unter Berücksichtigung der bedingten Heteroskedastizität ermitteln.<sup>15)</sup> Der so genannte GARCH-M-Ansatz erlaubt es ferner, zum Beispiel bei der Modellierung eines Renditeprozesses durch eine Erweiterung der entsprechenden Gleichung eine mögliche systematische Rückwirkung von der erwarteten Volatilität – und damit dem er-

---

<sup>13</sup> Bei Verwendung eines gleitenden Fensters gilt dies, solange diese Beobachtungen noch innerhalb des Fensters liegen. Danach allerdings gehen sie nur noch mit einem Gewicht von null in die Berechnung ein.

<sup>14</sup> Es wurde eingangs bereits auf das aus Finanzstabilitätssicht zentrale Phänomen der Klumpenbildung beim Niveau der Volatilität hingewiesen. Mit anderen Worten, die Volatilität ist im Zeitablauf veränderlich: man spricht von Heteroskedastizität. Dieses wurde zunächst von Engle (1982) im „autoregressive conditional heteroskedastic model“ berücksichtigt und dann von T. Bollerslev (1986) im GARCH verallgemeinert – daher der Zusatz G (für „generalized“). Beim ARCH wird die Varianz allein aus ihrem Vergangenheitsverhalten erklärt. Beim GARCH kommen noch die für Vorperioden erstellten Schätzungen der Varianz hinzu. Vgl.: R. F. Engle (1982), Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation, in: *Econometrica*, Bd. 50, Nr. 4, S. 987–1007, und T. Bollerslev (1986), Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, in: *Journal of Econometrics*, April, Bd. 31, Nr. 3, S. 307–327.

<sup>15</sup> Dabei lässt sich zeigen, dass sich die Varianzberechnung unter exponentieller Gewichtung als Spezialfall eines einfachen GARCH-Modells ansehen lässt. Siehe: J. C. Hull (2000), *Options, Futures & Other Derivatives*, Prentice Hall, Upper Saddle River.

warteten Risiko einer Anlage – auf die erwartete Rendite zu berücksichtigen.

Weitere Verallgemeinerungen des GARCH-Ansatzes betreffen schließlich vor allem die Modellierung des bedingten Varianzprozesses.<sup>16)</sup> So berücksichtigt zum Beispiel das von Nelson eingeführte Exponential-GARCH-Modell (EGARCH) möglicherweise auftretende asymmetrische Auswirkungen von Residuen sowie Leverage-Effekte negativer Residuen auf den Prozess der logarithmierten bedingten Varianz.<sup>17)</sup>

Das Maß der so genannten impliziten Volatilität hingegen ist eine Größe, die den Modellen zur Bewertung von Optionen – beziehungsweise bedingten Ansprüchen – entstammt. Bei gegebener Volatilität lässt sich ein solches Bewertungsmodell (beispielsweise die Modelle von Black und Scholes<sup>18)</sup>) verwenden, um unter bestimmten Annahmen den fairen Preis einer Option auf einen Basiswert abzuleiten. Nimmt man dagegen die am Markt beobachtbaren Daten – Optionspreis zum Zeitpunkt  $t$ , Ausübungspreis der Option und Preis des Basiswertes in  $t$  – als Ausgangspunkt, dann lässt sich das Bewertungsmodell „invertieren“. Man erhält so jene Volatilität, bei der der realisierte Optionspreis gerade seinem „fairen“ – modellgerechten – Wert entspricht.<sup>19)</sup> Dieses Maß ergibt sich also implizit aus dem benutzten Verfahren zur Optionspreisbestimmung. Auf Grund der Orientierung an Marktpreisen lässt sich diese Volatilität zudem als die vom Markt erwartete durchschnittliche Streuung der Kurse ansehen.<sup>20)</sup> Es ist ferner üblich, auch auf aggregierter Ebene implizite Volatilitätsmaße für

marktweite Indizes abzuleiten. Seit einer Reihe von Jahren gibt es zu ausgewählten Finanzmarktindizes auch Volatilitätsindizes, die es ermöglichen sollen, zum Beispiel über Derivate, Volatilität direkt zu handeln. Zu diesen Indizes gehören der auf Basis von Optionen ermittelte VDAX beziehungsweise im amerikanischen Markt der VIX als Streuungsmaß für den S&P 500-Aktienindex.<sup>21)</sup> Für das obige Beispiel des DAX zeigt sich eine ausgeprägte Korrespondenz zwischen Entwicklungen in der realisierten Volatilität der täglichen Ände-

---

16 Vgl. zu den verschiedenen Modellen z. B.: J. Y. Campbell, A. W. Lo und A. C. MacKinlay (1997), *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton University Press, Princeton.

17 Vgl. dazu auch: D. B. Nelson (1991), *Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach*, in: *Econometrica*, Bd. 59, S. 347–370.

18 Vgl.: F. Black und M. Scholes (1973), *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*, in: *Journal of Political Economy*, Bd. 81, S. 637–659, sowie F. Black (1976), *The Pricing of Commodity Contracts*, in: *Journal of Financial Economics*, Bd. 3, März, S. 167–179.

19 Vgl. auch: Deutsche Bundesbank, *Zum Informationsgehalt von Derivaten für die Geld- und Währungspolitik*, Monatsbericht, November 1995, S. 17 ff. Zu dem theoretischen Widerspruch, dass die Ableitung eines solchen Modells selbst unter der Annahme einer in der Zeit konstanten Volatilität erfolgt, vgl. z. B.: J. Y. Campbell, A. W. Lo und A. C. MacKinlay (1997), S. 378.

20 Zu den Besonderheiten impliziter Volatilitäten wie z. B. den so genannten „volatility smiles“ bei einer Differenzierung nach den Ausübungspreisen siehe z. B.: Hull (2000), S. 435 ff. Um möglichen Asymmetrien Rechnung zu tragen, versucht das Konzept der impliziten risikoneutralen Dichtefunktion aus Optionen unter bestimmten vereinfachenden Annahmen eine gesamte „Verteilung“ von Markterwartungen und nicht nur ein Maß für die erwartete durchschnittliche Streuung zu gewinnen. Siehe dazu z. B.: Deutsche Bundesbank, *Instrumente zur Analyse von Markterwartungen: Risikoneutrale Dichtefunktionen*, Monatsbericht, Oktober 2001, S. 33–52, und A. M. Malz (1997), *Estimating the Probability Distribution of the Future Exchange Rate from Option Prices*, in: *The Journal of Derivatives*, Bd. 5(2), S. 18–36.

21 Zu Details, insbesondere bzgl. der Unterschiede zwischen den neuen und alten Volatilitätsindizes – VDAX bzw. VDAX-New zum DAX an der Deutschen Börse und VIX zum S&P 500 bzw. VIX-OLD zum S&P 100 an der Chicago Board Options Exchange – vgl. die Online-Dokumentationen der Deutschen Börse (siehe [vdx\\_guide.pdf](http://vdx_guide.pdf) unter <http://deutsche-boerse.com>) sowie der Chicago Board Options Exchange (<http://www.cboe.com/micro/vix/vixwhite.pdf>).

## Volatilitätsmaße im Vergleich am Beispiel der täglichen DAX-Rendite

Für das Beispiel sei die Rendite für den DAX definiert als Veränderung des natürlichen Logarithmus (log) des DAX-Wertes gegenüber dem Wert des Vortages, also  $r_t = \log(DAX_t) - \log(DAX_{t-1})$ .

Zum Zeitpunkt t-1 seien Beobachtungen (realisierte Werte) der Zeitreihe zurück bis zum Zeitpunkt t-M, also  $r_{t-1}, r_{t-2}, \dots, r_{t-M}$ , gegeben. Für diese Stichprobe der Länge M mit Endzeitpunkt t-1 sei die unverzerrte (Stichproben-) Varianz definiert als

$$\sigma_{t-1}^2 = \frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (r_{t-i} - \bar{r}_{t-1})^2, \text{ mit } \bar{r}_{t-1} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M r_{t-i}$$

als Mittelwert der Beobachtungen.

Die zugehörige „historische Volatilität“ zum Zeitpunkt t-1 als einfache (Stichproben-)Standardabweichung ergibt sich dann als Wurzel der Varianz. Bei einer Berechnung mit einem gleitenden Fenster von M Beobachtungen erfolgt die Berechnung für Teile einer Gesamtstichprobe zu lediglich entsprechend verschobenen End- beziehungsweise Anfangszeitpunkten, wobei in jedem Schritt End- und Anfangszeitpunkt um je eine Einheit an den aktuellen Rand verschoben werden.

Da der Mittelwert der Renditen über die Zeit hinweg nahe null liegt, lässt sich die Formel für die Stichprobenvarianz näherungsweise berechnen als gewichteter Durchschnitt der vergangenen quadrierten Renditewerte

$$\sigma_{t-1}^2 = \sum_{i=1}^M \alpha_i r_{t-i}^2 \text{ mit } \alpha_i = \frac{1}{M}, i = 1, \dots, M$$

als konstanten Gewichten.

1 Siehe dazu z. B.: J. C. Hull (2000), *Options, Futures & Other Derivatives*, Prentice Hall, Upper Saddle River, S. 370 ff. — 2 Für die hier verwandten täglichen Daten zur DAX-Rendite wurde dabei ein Wert von  $\lambda = 0,94$  gewählt, bei täglichen Daten ein in der Finanzmarktpraxis häufig verwandter Wert (siehe beispielsweise IWF (2003), *Financial Asset Price Volatility: A Source of Instability?*, in: *Global Financial Stability Report*, September, S. 62–88). — 3 Hull (2000) umgeht diese Differenzierung, indem er bei seiner Schreibweise direkt Erwartungen aus den vergangenen Werten ableitet. — 4 Hinzu kommt die übliche

Bei Verwendung exponentiell abnehmender Gewichte, das heißt bei  $\alpha_{i+1} = \lambda \alpha_i$ , mit  $0 < \lambda < 1$ , spricht man von einem exponentiell gewichteten (gleitenden) Durchschnittsmodell für die Volatilität.<sup>1)</sup> Gegeben der Wert der Varianz zum Zeitpunkt t-2 und die quadrierte Rendite zum Zeitpunkt t-1, lässt sich die fortlaufende Berechnung der Varianz dann weiter vereinfachen zu der reinen Aktualisierungsformel  $\sigma_{t-1}^2 = \lambda \sigma_{t-2}^2 + (1 - \lambda) r_{t-1}^2$ .<sup>2)</sup>

Für diese Ansätze der Modellierung der historischen Volatilität liegt es außerdem zum Zeitpunkt t-1 nahe, als einfachste Form der Erwartungsbildung zu unterstellen, dass dieser Volatilitätswert auch zum Zeitpunkt t gilt.<sup>3)</sup>

Die auf diese Weise abgeleiteten „Erwartungen“ zeigen ein sehr ähnliches Entwicklungsmuster zu den Ein-Schritt-Volatilitätserwartungen, die sich bei einer zeitreihenanalytischen Modellierung der Rendite zusammen mit der dynamischen Entwicklung der Varianz der unsystematischen Komponente (dem Störprozess) der Renditegleichung ergeben. In einem GARCH(1,1)-Modell wird zum Beispiel unterstellt, dass die für t im Zeitpunkt t-1 erwartete Varianz des Störprozesses<sup>4)</sup> abhängt von einer Konstanten<sup>5)</sup>  $\omega$ , der für t-1 (in t-2) erwarteten Varianz ( $\sigma_{t-1}^2$ ) und dem quadrierten Wert des Störprozesses in t-1 ( $\varepsilon_{t-1}^2$ ):  $\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$ . Auch diese Formel spiegelt somit eine im Hinblick auf „neue“ Informationen

Annahme, dass der Störprozess  $\varepsilon$  einen Mittelwert von null aufweist. — 5 Diese erlaubt es, ein langfristiges Durchschnittsniveau in der Varianz zu berücksichtigen. — 6 Im vorliegenden Fall ergab sich bei der Schätzung eines GARCH(1,1)-Modells für die DAX(Kursindex)-Renditen über den Zeitraum 1990 bis Ende August 2005 der bedingte Varianzprozess als

$$\sigma_t^2 = \underset{(0,000004)}{0,000001} + \underset{(0,00861)}{0,07683} \varepsilon_{t-1}^2 + \underset{(0,00852)}{0,91873} \sigma_{t-1}^2$$

vorgenommene Aktualisierung der (erwarteten) Varianz wider.

Das EGARCH(1,1)-Modell demgegenüber unterstellt, dass sich die Entwicklung der logarithmierten bedingten Varianz beschreiben lässt als

$$\log(\sigma_t^2) = \omega + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \beta \log(\sigma_{t-1}^2).$$

Für  $\gamma \neq 0$  haben positive und negative skalierte Residuen der Vorperiode unterschiedliche Auswirkungen auf die logarithmierte bedingte Varianz (Asymmetrie), wobei für  $\gamma < 0$  der absolute Effekt negativer skalierten Residuen auf die bedingte Varianz größer ausfällt (Leverage).

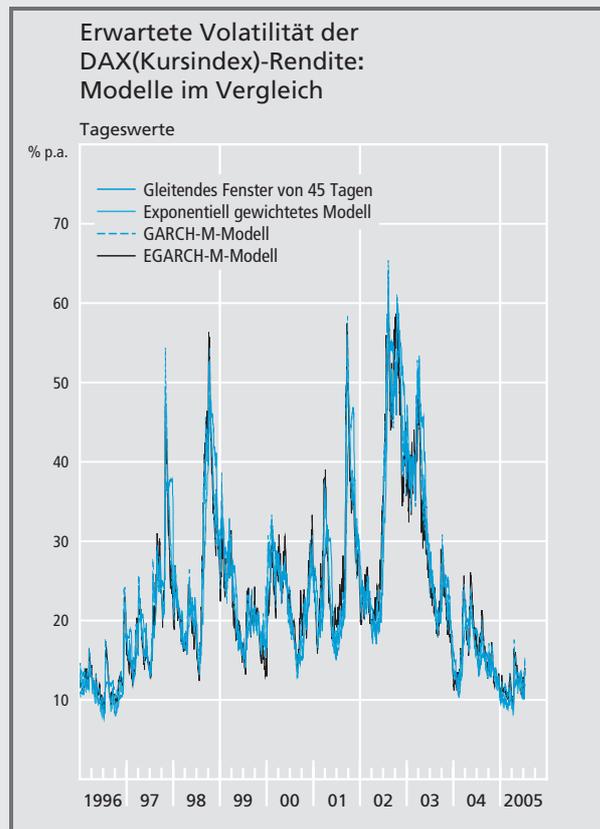
Das nebenstehende Schaubild zeigt die Graphen der Volatilitätserwartungen für die DAX-Rendite, die sich nach den verschiedenen dynamischen Ansätzen ableiten lassen.<sup>6)</sup> Die Modell-Volatilitätserwartungen wurden durch Multiplikation mit dem Faktor  $\sqrt{250} \cdot 100$  in entsprechende Werte pro Jahr und in Prozentnotierung umgerechnet. Es zeigt sich eine große Ähnlichkeit in den vier Verläufen. Diese erklärt sich daraus, dass die kurzfristigen Renditen weitgehend unsystematisch um null schwanken und somit in erster Linie von einem Störprozess dominiert sind. Außerdem zeigt sich, dass die Koeffizienten der Volatilitätsgleichung beim einfachen GARCH-Modell relativ nahe bei denjenigen Werten liegen, die implizit als Restriktionen bei der Aktualisierungsformel des exponentiell gewichteten Volatilitätsmodells Verwendung finden.<sup>7)</sup>

(mit Standardfehlern in Klammern). Für den EGARCH(1,1)-M-Ansatz lautete die entsprechende Schätzung

$$\log(\sigma_t^2) = -0,20106 + 0,13087 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| - 0,05301 \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + 0,98875 \log(\sigma_{t-1}^2).$$

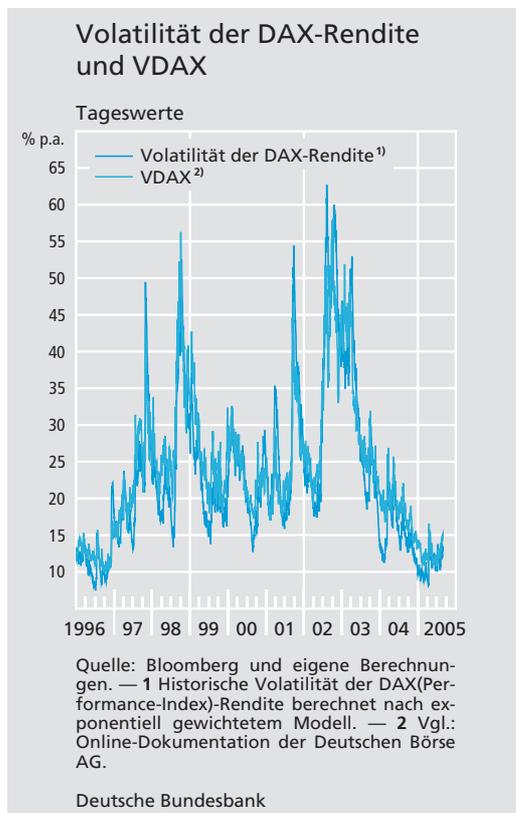
(0,02561)                      (0,01334)                      (0,00813)                      (0,00236)

Dies lässt auf einen gewissen Leverage-Effekt schließen. Beide Schätzungen erfolgten dabei in Eviews unter der Annahme einer t-Verteilung für den Störprozess. Gegenüber dem einfacheren GARCH-Fall



Die annähernde Übereinstimmung mit der Volatilitätsreihe bei einer traditionellen Berechnung unter Verwendung eines gleitenden Fensters schließlich folgt im vorliegenden Fall aus der Verwendung eines relativ kurzen Beobachtungsfensters. Die Verwendung eines längeren Fensters würde demgegenüber zu einer stärkeren Glättung in der Volatilitätsentwicklung und damit zu deutlicheren Abweichungen führen.

mit zwölf Iterationen benötigte die EGARCH-Schätzung mit 168 Iterationen allerdings deutlich länger, um zu einer Konvergenz zu führen. Der Koeffizient der bedingten Standardabweichung in der Renditegleichung (0,055 im GARCH-Fall bzw. 0,037 im EGARCH-Modell) ist in beiden Fällen signifikant. Datenquelle: Bloomberg. — 7 Die mit der einfachen Aktualisierungsformel gesetzten Restriktionen sind zwar zum Teil leicht verletzt, diese Verletzung fällt aber nicht stark ins Gewicht.



rungen des logarithmierten DAX-Wertes (also der DAX-Rendite) und dem Volatilitätsindex VDAX. Daraus wird erneut ersichtlich, dass bei einem kurzen Erwartungshorizont im Allgemeinen ein relativ hoher Grad von Kongruenz in den Veränderungen der aus den verschiedenen Ansätzen abgeleiteten Volatilitätserwartungen besteht.

### Volatilität als Nervositätsmaß – Vergleich mit weiteren Indikatoren

*Volatilitätsspitzen und adverse Kursbewegungen*

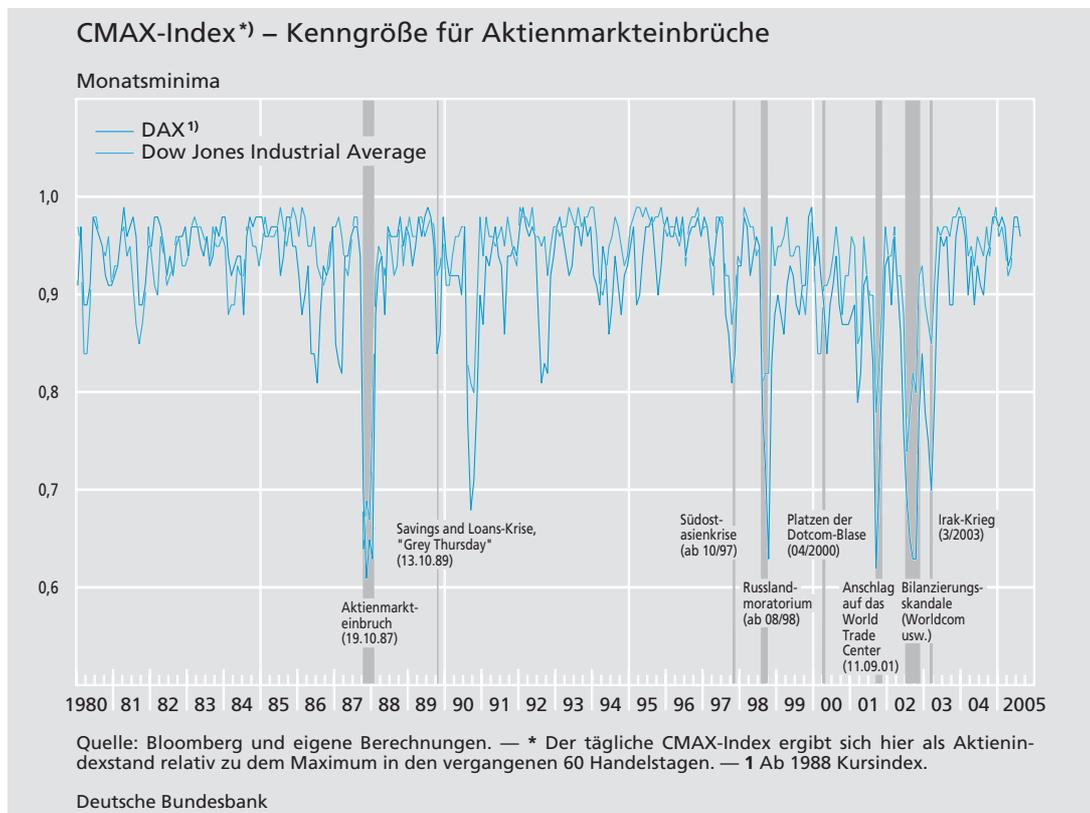
Ein in der Literatur stellenweise verwendeter Indikator adverser Kursbewegungen am Aktienmarkt drückt den Stand des Aktienindex in Prozent seines in einer vorangehenden Referenzperiode erreichten Maximums (CMAX) aus.<sup>22)</sup> Kursstürze sind folglich mit einem be-

sonders geringen Wert verbunden. Da die Referenzperiode den jeweils aktuellen Wert einschließt, kann der Indikator maximal einen Wert von eins erreichen. Das Schaubild auf Seite 73 zeigt die Entwicklung dieser Kennzahl für DAX und Dow Jones (mit einer Referenzperiode von 60 Handelstagen) seit Januar 1980. Im Gegensatz zu Kenngrößen wie dem CMAX ist die (historische) Volatilität technisch gesehen zwar ein symmetrisches Maß. In ihrer Eigenschaft als Stressindikator sollte sie aber insbesondere in Phasen fallender Vermögenspreise „anschlagen“.

In der Tat waren die im Schaubild durch graue Schattierung gekennzeichneten Phasen außergewöhnlich hoher Volatilität zumeist mit Situationen verbunden, in denen sowohl der Indexstand des DAX als auch des Dow Jones deutlich absanken.<sup>23)</sup> Nicht immer wurde eine solche Phase gesteigerter Volatilität mit Kursrückgängen in den beobachteten Märkten eingeleitet. Bei Platzen der Blase im Informations- und Kommunikationstechnologiesektor (IKT-Blase) im Frühjahr 2000 fanden zunächst Umschichtungen von Wachstumsin Substanz-Titel statt und sorgten so für ein Ansteigen von Dow Jones Industrial Average und DAX.

22 Vgl. z. B.: S. A. Patel und A. Sarkar (1998), Crises in Developed and Emerging Stock Markets, in: Financial Analysts Journal, November/Dezember, S. 50–61.

23 Erklärungen für ein solches gemeinsames Auftreten von Volatilität und Kursrückgängen sind die Leverage-Hypothese und die Volatility-feedback-Hypothese. Die Leverage-Hypothese stellt darauf ab, dass bei einem sinkenden Unternehmenswert der prozentuale Anteil des Eigenkapitals sinkt. Da das Eigenkapital das gesamte Unternehmensrisiko trägt, sollte infolgedessen die Volatilität des Eigenkapitals zunehmen. Im Gegensatz dazu führen nach der Volatility-feedback-Hypothese Volatilitätsschocks zu Kursverlusten. Vgl.: J. Y. Campbell, A. W. Lo und A. C. MacKinlay (1997).



*Hohes Maß  
an Gleichlauf  
mit weiteren  
Indikatoren*

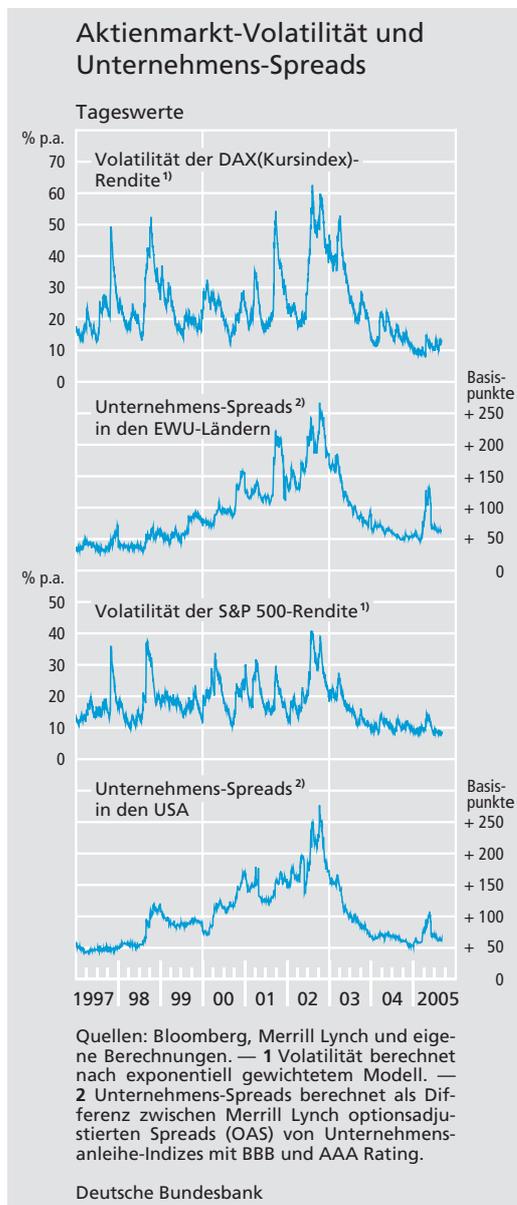
Dass erhöhte Volatilität eventuell als Zeichen unruhiger Finanzmärkte dienen kann, unterstreicht auch der Vergleich der Volatilitätsentwicklung mit weiteren, vielfach als Stressindikatoren verwendeten Kennzahlen.

Beispielsweise gelten Ausweitungen der Renditeaufschläge risikobehafteter Anleihen und gegenläufige Entwicklungen in Aktien- und Anleihemärkten als möglicher Ausdruck von Verschiebungen der Anlegerportfolios in Richtung relativ sicherer Titel. Die Suche nach Sicherheit gilt als Zeichen eines gewachsenen Pessimismus und einer sinkenden Bereitschaft zur Übernahme von Risiko.<sup>24)</sup>

Das Schaubild auf Seite 74 zeigt eine deutliche Übereinstimmung zwischen der Volatilität von Vermögenspreisänderungen im Aktien-

markt einerseits und Differenzen zwischen den Risikoprämien von als riskanter und weniger riskant eingestuftes Unternehmensanleihen andererseits. Weiterhin war steigende Volatilität häufig verbunden mit einem zunehmenden Gegeneinanderlaufen der Kursveränderungen von Staatsanleihen- und Aktienindizes (siehe Schaubild auf S. 75). Dass die Indikatoren für die Suche nach Sicherheit in den Finanzmärkten jedoch nicht zur Gänze deckungsgleich sind mit dem Stressindikator „Volatilität“, zeigen unter anderem die Entwicklungen der letzten Monate.

<sup>24</sup> Tarashev et al. leiten aus Optionspreisentwicklungen und historischen Volatilitäten einen Index für die Risikoaversion von Anlegern ab. Auch sie finden, dass Zeiten hoher Risikoaversion tendenziell mit Phasen hoher Volatilität in den Aktienmärkten zusammenfallen. Vgl.: N. Tarashev, K. Tsatsaronis und D. Karampatos, Optionen und ihre Aussagekraft über die Risikoneigung der Anleger, in: BIZ Quartalsbericht, Juni 2003, S. 63–72.



So weiteten sich ab Mitte März dieses Jahres die Renditespreads im Anleihemarkt aus, wobei allerdings schon über die zweite Maihälfte wieder ein teilweises Zusammenlaufen zu sehen war.<sup>25)</sup> Gleichzeitig beobachtet man seit Mitte letzten Jahres wiederholt gegenläufige Entwicklungen von Staatsanleihe- und Aktienbewertungen. Die Volatilitätsmuster zeigten hingegen bis Ende August 2005 keine signifikanten Ausschläge: Trotz eines leichten

Anstiegs ist die Aktienmarkt-Volatilität in den USA und in Deutschland im historischen Vergleich auf einem immer noch sehr niedrigen Niveau. Am aktuellen Rand scheint das Stressniveau somit alles in allem relativ niedrig zu sein.

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass auch Spreadentwicklungen und Aktien-Staatsanleihe-Korrelationen nicht nur Indikatoren für die Suche nach Sicherheit sind. Portfolioumschichtungen zwischen Staatsanleihen und Aktientiteln sind ebenso die Folge einer Suche nach Rendite wie einer Suche nach Sicherheit; Spreadausweitungen können zum Beispiel zu einem erheblichen Teil auf fundamental begründeten Änderungen in der Einschätzung des Ausfallrisikos basieren.

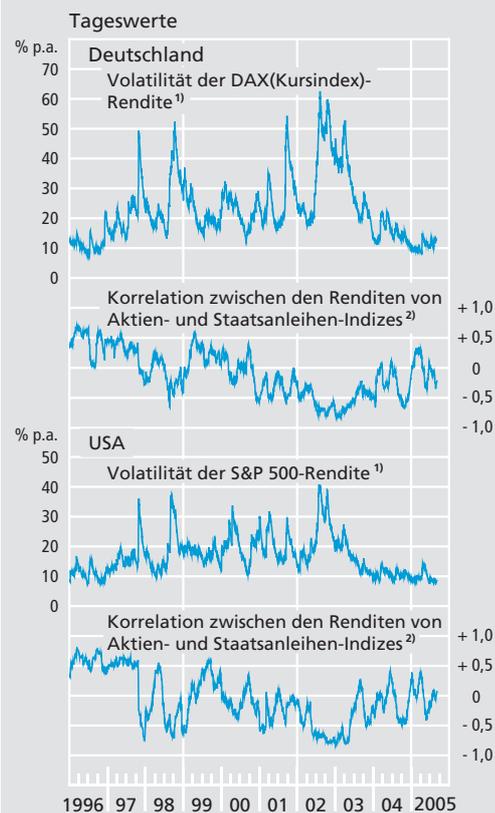
Auf Basis der verschiedenen Indikatoren käme man also nicht am aktuellen Rand, aber doch phasenweise zu leicht unterschiedlichen Einschätzungen hinsichtlich des auf den Finanzmärkten wahrgenommenen Stressniveaus. Für die Beurteilung von Finanzmarktstress sind Volatilitätsmuster somit Indikatoren, die man in einem Gesamtkontext, also unter Verwendung zusätzlicher Informationen beziehungsweise Instrumente, bewerten sollte. Unbestritten bleibt aber, dass Volatilitätsmuster dabei für die Einschätzung der Finanzmarktlage von zentraler Bedeutung sind. Dies ergibt sich schon allein aus ihrem

<sup>25</sup> Mitte Juli 2005 lagen daher die entsprechenden Merrill Lynch Unternehmens-Spreads für Unternehmensanleihen der Ratingkategorie BBB gegenüber der Ratingkategorie AAA im europäischen Währungsgebiet (in den USA) nur noch elf (vier) Basispunkte über dem Niveau vom 15. März 2005 (vor der GM-Gewinnwarnung am 16. März 2005), während sie am 17. Mai 2005 noch 78 (45) Basispunkte höher gelegen hatten.

dualen Charakter als Stressfaktor und zeitnah verfügbarer Indikator.

In seinem Global Financial Stability Report im April dieses Jahres gab der IWF zu bedenken, dass sich ein zu hohes Maß an Zuversicht in den Märkten spiegeln könnte.<sup>26)</sup> Diese Einschätzung scheint angesichts des bis Ende August 2005 relativ niedrigen Niveaus der Volatilität zum Beispiel für den Aktienmarkt in den USA und in Deutschland plausibel. Zudem lehrt ein Blick in die Vergangenheit, dass volatilitätsarme Finanzmarktphasen von kräftigen Kursbewegungen abgelöst werden können und dass Episoden extremer Volatilität in der Regel mit „Stress“ in den Finanzmärkten verbunden waren. Nicht endgültig zu bestimmen ist außerdem, zu welchem Teil die Marktdynamik in den letzten Jahren von Sonderfaktoren, wie zum Beispiel der zu beobachtenden Überschussliquidität in den Märkten oder der wachsenden Rolle von Hedge-Fonds, beeinflusst war. Dies kann die Indikatorqualität üblicher Stressindikatoren beeinträchtigen. Für die Einschätzung der Gefahr zukünftigen Finanzmarktstresses ist es deshalb wichtig, solche „Sondereffekte“ zu identifizieren und bei der Beurteilung der Entwicklung von Finanzmarktstressindikatoren einerseits und der Finanzmarktstabilitätslage andererseits angemessen zu berücksichtigen. Idealerweise soll eine solche Analyse letztlich dazu dienen, frühzeitig – möglichst schon im Vorfeld – auf eventuelle Krisenkonstellationen hinweisen zu können.

### Aktienmarkt-Volatilität und Korrelation zwischen Renditen von Aktien- und Staatsanleihen-Indizes



Quelle: Bloomberg und eigene Berechnungen. — 1 Volatilität berechnet nach exponentiell gewichtetem Modell. — 2 Renditen von Total-Return Bondindizes (Staatsanleihen, Laufzeitenbereich sieben bis zehn Jahre) berechnet als Differenzen der logarithmierten Indexwerte. Korrelation berechnet mit einem gleitenden Fenster von 45 Tagen.

Deutsche Bundesbank

<sup>26</sup> Korrespondierend weist der Risikoappetit-Index der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich am aktuellen Rand (Anfang zweites Quartal 2005) einen relativ hohen Grad an Risikoappetit in den Kreditmärkten aus. Vgl.: BIZ (2005), 75. Jahresbericht, Kapitel VI: Finanzmärkte.