MARTIN DRUMMEN UND HEINZ ZIMMERMANN*

Portfolioeffekte des Währungsrisikos

Gegenstand des vorliegenden Artikels ist die Analyse der Komponenten des Währungsrisikos international diversifizierter Portfolios und die damit verbundenen Diversifikationseffekte. Beides wird am Beispiel fünf ausgewählter internationaler Anlagewährungen empirisch veranschaulicht, und die Implikationen für das Hedging von Währungsrisiken werden diskutiert.

Der Artikel ist wiefolgt aufgebaut: Im ersten Abschnitt wird die Rolle des Währungsrisikos bei undiversifizierten Auslandsanlagen diskutiert und insbesondere der Begriff des Währungsrisikos gegenüber dem Begriff des Wechselkursrisikos abgegrenzt. Im zweiten Abschnitt werden sechs verschiedene Komponenten des Portfoliorisikos international diversifizierter Portfolios unterschieden. Deren relative Bedeutung wird im vierten Abschnitt für unterschiedlich über Währungen/Märkte gestreute Aktien-, Obligationen- und Geldmarktanlagen illustriert; eine Beschreibung der verwendeten Daten findet man im dritten Abschnitt. Während sich diese Untersuchungen auf nominelle Wechselkursrisiken und fünf Währungen beschränken, folgen im fünften Abschnitt einige Überlegungen zur Bedeutung realer Portfolio- und Währungsrisiken und im sechsten Abschnitt wird die Korrelationsstruktur nomineller Wechselkursveränderungen etwas eingehender analysiert. Implikationen für das Portfoliomanagement und das Hedging von Währungsrisiken findet man im siebten Abschnitt. In einem detaillierten technischen Anhang (Abschnitt 8) findet man eine analytische Darstellung der wichtigsten im Text behandelten Konzepte.

* Wir danken Susanne Brandenberger und Walter Wasserfallen für kritische Kommentare und Verbesserungsvorschläge. Die Entstehung des Beitrags wurde durch die Salomon Brothers Inc. finanziell unterstützt, ohne zu den darin enthaltenen Aussagen Stellung zu nehmen.

1. Einleitung

Die internationale Diversifikation von Wertschriftenanlagen stellt einen bedeutenden Aspekt bei der effizienten Gestaltung von Portfolios dar. Mit der internationalen Diversifikation sind zwingend Währungsrisiken verbunden. In verschiedenen wissenschaftlichen Beiträgen wird die Bedeutung des Währungsrisikos für ausländische Finanzanlagen, vor allem Aktien aufgezeigt; vergleiche SOLNIK (1991), sowie KNIGHT (1989), DUBACHER/HEPP (1989), ELTON/GRUBER (1991), ODIER/SOLNIK/MIVELAZ (1991) für eine Analyse aus der Sicht des Schweizerfrankens als Referenzwährung. Die Autoren beschränken sich dabei auf eine "bilaterale" Betrachtung: es wird das Währungsrisiko des amerikanischen, französischen, japanischen, etc. Aktien- oder Obligationenmarktes aus der Sicht spezifischer Referenzwährungen analysiert, jedoch nicht das Währungsrisiko (und seine

Komponenten) eines international diversifizierten Portfolios. Dieser Aspekt soll in diesem Papier ergänzt werden.

Unter Währungsrisiko versteht man die Volatilität (oder Varianz), welche durch die Umrechnung der lokalen Renditen einer Anlage (beispielsweise des US Aktienmarktes in US-$) in eine bestimmte Referenzwährung (beispielsweise Schweizerfranken) entsteht. Ein Beispiel mag dies verdeutlichen: Der US-Aktienmarkt weist über die Zeitperiode vom Januar 1980 bis Dezember 1989 eine Volatilität von $\sigma(USA|\$) = 16.5\%$ auf, gemessen mit den monatlichen logarithmierten Veränderungen ("Renditen") des FT-Index in US-$. Werden die Renditen in Schweizerfranken transformiert, dann ergibt sich eine Volatilität von $\sigma(USA|Sfr) = 22.3\%$. Die Differenz von $\sigma(USA|Sfr)-\sigma(USA|\$) = 5.8\%$ widerspiegelt das Währungsrisiko einer amerikanischen Aktienanlage für einen schweizerischen Investor: Es ist jene zusätzliche Volatilität, welche durch einen Investor mit einer ausländischen Referenzwährung getragen werden muss. Das auf diese Weise definierte Währungsrisiko ist erheblich kleiner als die Volatilität des Wechselkurses; diese beträgt im vorliegenden Fall $\sigma(Sfr/\$) = 13.5\%$.

Es ist demzufolge bei der Beurteilung des Risikos von Fremdwährungsanlagen äusserst wichtig, zwischen Währungsrisiko (= Zusatzvolatilität durch Umrechnung der lokalen Renditen in eine andere Referenzwährung) und Wechselkursvolatilität (= Standardabweichung der logarithmierten Wechselkursveränderungen) zu unterscheiden. Die Wechselkursvolatilität äussert sich nur teilweise im so definierten Währungsrisiko: der Grund liegt in der nicht vollständig parallelen Entwicklung (d.h. unvollständigen Korrelation) des amerikanischen Aktienmarktes und des Wechselkurses: die Kursbewegungen heben sich gegenseitig teilweise auf - es liegt ein Diversifikationseffekt vor. Im vorangehenden Beispiel beträgt die Korrelation beispielsweise 0.1. Es lässt sich sogar denken, dass der ausländische Aktienmarkt und der Wechselkurs sich so stark gegenläufig bewegen (d.h. negativ korreliert sind), dass die Volatilität in Schweizerfranken geringer ausfällt als die Volatilität in Lokalwährung (US-$). In diesem Falle würden die Wechselkursschwankungen demzufolge ein negatives Währungsrisiko darstellen.

Abbildung 1 illustriert diesen Punkt; sie zeigt die Höhe der inländischen Volatilität einer Anlage in fremder Währung in Abhängigkeit des Korrelationskoeffizienten zwischen der lokalen Rendite und den Wechselkursveränderungen. Die Volatilität der Fremdwährungsanlage wurde arbiträr mit 20%, die Volatilität des Wechselkurses mit 10% angenommen. Man erkennt, dass bei einem Korrelationskoeffizienten über -0.25 ein positives, bei einem Koeffizienten unter -0.25 ein negatives Währungsrisiko vorliegt. Eine analytische Diskussion dieses Sachverhalts findet man im Technischen Anhang (Abschnitt 8.1).

Die oben erwähnten Studien zeigen, dass insbesondere bei ausländischen Aktienanlagen die währungsinduzierte Zusatzvolatilität (Währungsrisiko) wesentlich tiefer ausfällt als die Volatilität des Wechselkurses. Der Grund liegt in der tiefen Korrelation zwischen Aktienmärkten und Wechselkursen. Demgegenüber fällt das Währungsrisiko bei zinsabhängigen Anlagen höher aus: insbesondere die Veränderungen kurzer Zinssätze sind hochkorreliert mit Wechselkursveränderungen, so dass hier das Währungsrisiko substantiell ist. Bei längerfristigen Zinspapieren ist der Einfluss deutlich geringer. Zur Rekapitulation ist dieser Sachverhalt in Abbildung 2 dargestellt. Datengrundlage bilden die monatlichen FT-Aktienindizes, Salomon Brothers Government Bond Indizes sowie Eurodepositensätze von fünf Währungen über die Zeitperiode vom Januar 1980 bis Dezember 1989; es wird durchwegs mit stetigen (logarithmierten) Renditen gearbeitet. Der erste Balken bezeichnet die jeweilige Volatilität des Wechselkurses, und daran anschliessend findet man das Währungsrisiko der drei betrachteten Anlagekategorien (Aktien, Staatsobligationen, Eurodepositen).

Abbildung 1: Währungsrisiko in Abhängigkeit der Korrelation zwischen Markt und Wechselkurs.

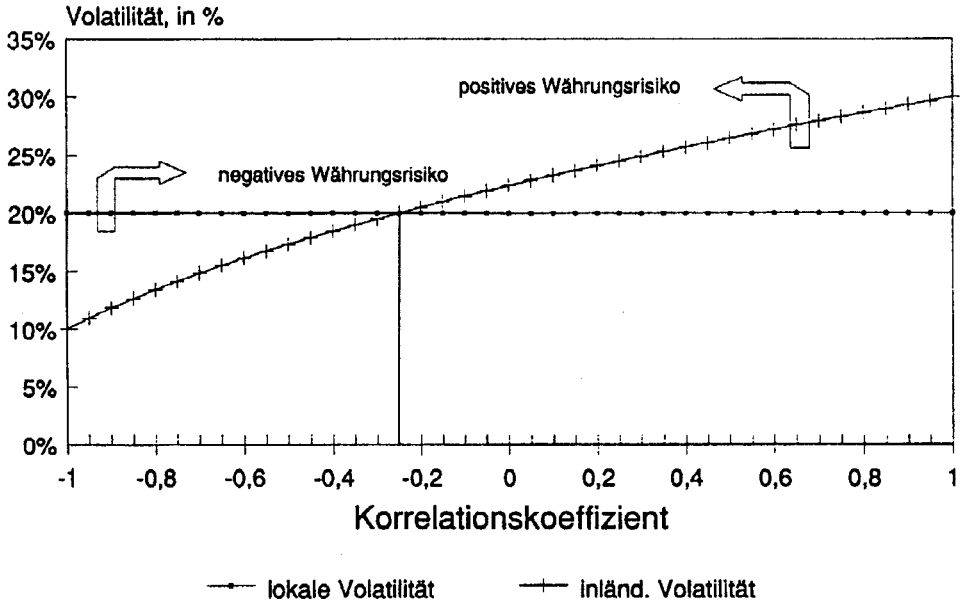
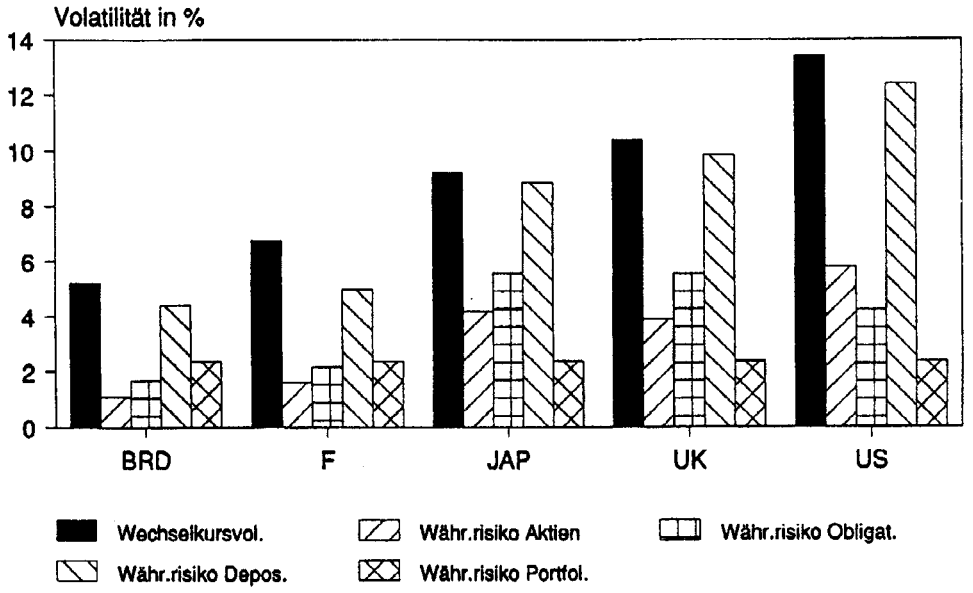


Abbildung 2: Wechselkursvolatilität vs. -risiko. Basis: Monatswerte 1:1980-12:1989.



2. Komponenten des Währungsrisikos international diversifizierter Portfolios

In den vorangehenden Beispielen wurde jeweils das Währungsrisiko für eine einzige ausländische Anlage betrachtet. Dieses bestand aus zwei Komponenten: der Volatilität des Wechselkurses sowie der Kovarianz zwischen den Marktrenditen in Lokalwährung und den Wechselkursveränderungen gegenüber der Referenzwährung [1]. In diesem Abschnitt sollen die Varianzkomponenten eines über mehrere Währungen diversifizierten Portfolios analysiert werden. Es wird die "Varianz" betrachtet, weil sich die nachfolgend diskutierten Komponenten nur bezüglich der Varianzen (und Kovarianzen) addieren lassen. Damit die Diskussion nicht zu abstrakt wird, sind die Konzepte stets am Beispiel von Aktienmärkten illustriert. Ausgangspunkt soll einfachheitshalber ein Portfolio sein, das aus zwei Aktienmärkten besteht. Als Referenzwährung wird durchwegs der Schweizerfranken (Sfr) verwendet. Zudem wird im gesamten Artikel unterstellt, dass einer Investition von x% in den Markt X eine Investition desselben Ausmasses in der betreffenden Währung entsprechen muss; d.h. die "currency allocation" kann nicht von der "asset allocation" getrennt werden [2]. Die Varianz eines international diversifizierten Portfolios, gemessen in Sfr, lässt sich in sechs Komponenten zerlegen [3]:

(a) Lokale Markt-Varianzen:
die Varianzen der Aktienmärkte in Lokalwährung; Beispiel: Varianz des französischen Aktienmarktes in FF;

(b) Lokale Markt-Kovarianzen:
die Kovarianz zwischen den Aktienmärkten in Lokalwährung; Beispiel: Kovarianz zwischen dem deutschen Aktienmarkt in DM und dem französischen Aktienmarkt in FF;

(c) Wechselkursvarianzen:
die Varianzen der Wechselkurse ausgedrückt in der Referenzwährung; Beispiel: Varianz des FF/Sfr-Wechselkurses;

(d) Wechselkurs-Kovarianzen:
die Kovarianz zwischen den Wechselkursen ausgedrückt in der Referenzwährung; Beispiel: Kovarianz zwischen dem Sfr/FF- und Sfr/DM-Wechselkurs;

(e) Markt-Wechselkurs-Kovarianzen:
die Kovarianzen der Aktienmärkte (in Lokalwährung) gegenüber dem jeweiligen Wechselkurs; Beispiel: Kovarianz zwischen dem französischen Aktienmarkt in FF und dem Sfr/FF-Wechselkurs;

(f) Markt-Wechselkurs-Kreuzkovarianzen:
die Kovarianzen der Aktienmärkte (in Lokalwährung) gegenüber dem Wechselkurs der jeweils anderen Währung; Beispiel: Kovarianz zwischen dem französischen Aktienmarkt in FF und dem Sfr/DM-Wechselkurs.

Die Komponenten (c), (d), (e) und (f) entstehen durch die Schwankungen der Währungen, und ihre Summe bezeichnet deshalb die währungsbedingte Varianz des Portfolios, also das Währungsrisiko.

Im vorliegenden Artikel soll untersucht werden, welche dieser Varianzkomponenten in welchem Umfang durch Diversifikation über Märkte/Währungen reduziert werden können. Dabei muss klar hervorgehoben werden, dass im Vergleich zu den Diversifikationseffekten auf der Ebene einzelner Papiere die Diversifikationsmöglichkeiten zwischen Märkten und Währungen beschränkt ist. Es dürfte in der Praxis, sowohl bezüglich der Informations- wie auch der Transaktionskosten, kaum optimal sein, ein Anlagevermögen über allzu viele Märkte zu streuen. Selbst für hohe Vermögen dürfte die Zahl der in Frage kommenden Währungen/Märkte kaum über 15-20 liegen, in den meisten Fällen eher um 10. Damit sind die Diversifikationsmöglichkeiten zum vornherein beschränkt.
Um das Diversifikationspotential bei den verschiedenen Komponenten festzustellen, muss zunächst untersucht werden, in welchem Umfang sich die Zahl der Varianzkomponenten mit zunehmender Zahl der Märkte/Währungen erhöht. Eine genaue Herleitung findet man im Technischen Anhang (Abschnitt 8.2). Diese Charakterisierung erfordert eine etwas abstraktere Darstellung: Bei n Märkten/Währungen ergibt sich das folgende Bild:

(a) n lokale Markt-Varianzen;
(b) n(n-1) lokale Markt-Kovarianzen, davon paarweise 2 identisch;
(c) n Wechselkursvarianzen;
(d) n(n-1) Wechselkurs-Kovarianzen, davon paarweise 2 identisch;
(e) 2n Markt-Wechselkurs-Kovarianzen, davon paarweise 2 identisch;
(f) 2n(n-1) Markt-Wechselkurs-Kreuzkovarianzen, davon paarweise 2 identisch.

Bei den nachfolgenden Untersuchungen wird angenommen, dass in jeden Markt resp. in jede Währung genau derselbe Teil des Vermögens, d.h. der Anteil 1/n (bei n=10: 1/10 oder einen Zehntel), investiert wird. Wie im Technischen Anhang (Abschnitt 8.2; Gleichung [A11]) gezeigt wird, lassen sich unter dieser Annahme die folgenden Varianzkomponenten feststellen:

Portfoliovarianz =

	(1/n) *	Markt-Varianz
+	(n-1)/n *	Markt-Kovarianz
+	(1/n) *	Wechselkurs-Varianz
+	(n-1)/n *	Wechselkurs-Kovarianz
+ 2*	(1/n) *	Markt-Wechselkurs-Kovarianz
+ 2*	(n-1)/n *	Markt-Wechselkurs-Kreuzkovarianz (1)

Die Formel zeigt direkt die potentiell diversifizierbaren und nichtdiversifizierbaren Risiken: Bei einer steigenden Zahl von Märkten/Währungen (n) verschwinden die beiden Varianzterme schrittweise: Bei 10 Märkten ist der Einfluss der Währungs- und Markt-Varianzen bereits auf einen Zehntel gesunken, bei 20 Märkten auf einen Zwanzigstel. Die Varianzrisiken sind demzufolge potentiell diversifizierbar. Dasselbe gilt für die Kovarianzrisiken zwischen Märkten und Wechselkurs derselben Währung. Die verbleibenden drei Kovarianzterme verschwinden auch bei einer noch so weitgehenden Diversifikation nicht (sofern die Kovarianzen selbst nicht Null sind!): sie konvergieren mit fortschreitender Diversifikation gegen die durchschnittlichen Kovarianzwerte: diese drei Komponenten bilden demzufolge das nicht-diversifizierbare Risiko des Portfolios. Diese Varianz-Zerlegung bildet die Grundlage für die Untersuchung folgender Fragen: Wie hoch ist die quantitative Bedeutung der verschiedenen Komponenten in der Realität? Welcher Teil dieser Risikokomponenten lässt sich diversifizieren? Dies bildet den Untersuchungsgegenstand der folgenden Abschnitte.

3. Daten

Datengrundlage der empirischen Untersuchungen dieses Artikels bilden monatliche stetige Aktien-, Obligationen- und Geldmarktrenditen. Die Wechselkursumrechnung erfolgt durch die Addition der logarithmierten Wechselkursveränderungen. Stetige Renditen werden aufgrund ihrer Additivität gewählt, was insbesondere bei der Varianzdekomposition grosse Vorteile mit sich bringt (vgl. Technischer Anhang). Die Aktienrenditen (Abschnitt 4.1) beruhen auf den FT-Aktienindizes über die Zeitperiode Januar 1980 bis Dezember 1989. Die Obligationenrenditen (Abschnitt 4.2) werden aufgrund der Salomon-Brothers Government-Bond-Indizes berechnet, die Geldmarktrenditen aufgrund von 3-Monats-Eurodepositensätzen. Die statistischen Masszahlen (Standardabweichung= Volatilität, Varianz, etc.) sind durchwegs auf annualisierter Basis berechnet.

Zur Vereinfachung der Berechnungen werden fünf Märkte resp. Währungen ausgewählt, die aus der Sicht eines schweizerischen Investors hinsichtlich eines diversifizierten Portfolios als repräsentativ gelten könnten: Die BR Deutschland, Frankreich, Grossbritannien, Japan und USA. Die für diese Märkte/Währungen berechneten Korrelationen und Varianzen sind im Anhang 1 dargestellt. Mithilfe dieser Daten lassen sich sämtliche erforderliche Varianzkomponenten ausrechnen. So berechnet man beispielsweise die Kovarianz zwischen dem japanischen Aktienmarkt in Yen und dem Sfr/DM-Wechselkurs als

$$\sigma(r^*_{JAP},e_{DM}) = \rho(r^*_{JAP},e_{DM})\ \sigma(r^*_{JAP})\ \sigma(e_{DM})$$

$$= (-0.04)^*(0.16)^*(0.052)$$

$$= -0.0003328 \qquad (2)$$

$\rho(r^*_{JAP},e_{DM})$ bezeichnet den Korrelationskoeffizienten zwischen der Rendite des japanischen Aktienmarktes in Yen und dem Sfr/DM-Wechselkurs, und $\sigma(r^*_{JAP})$ sowie $\sigma(e_{DM})$ sind die entsprechenden Volatilitäten. Auf diese Weise lässt sich die gesamte für die Portfolioanalyse benötigte Varianz-Kovarianzmatrix der Märkte und Währungen konstruieren.
Zur nachfolgenden Analyse der Diversifikationseffekte über eine beliebig grosse Zahl von Märkten/Währungen (n=1,...,20) werden die durchschnittlichen Varianzen und Kovarianzen aufgrund der fünf gewählten Märkte/Währungen ermittelt und im Sinne einer Vereinfachung als repräsentativ für sämtliche Märkte/Währungen betrachtet. Präziser ausgedrückt: Die Durchschnittswerte der Varianzen und Kovarianzen, welche zur Berechnung der Portfoliovarianz und ihrer Komponenten in Abhängigkeit der Zahl der Märkte/Währungen (n) benötigt werden (vgl. Gleichung [1] resp. die Gleichungen [A10a-f] und [A11] im Techn. Anhang), werden nur aufgrund der fünf repräsentativen Märkte berechnet.

Tabelle 1: Durchschnittswerte der Varianz- und Kovarianzkomponenten für internationale Aktienportfolios.

	Aktien		
	undiv	5 Märkte	perfekt div
(a) M-V	0.0518	0.0104	
(b) M-K		0.0157	0.0196
(c) W-V	0.0090	0.0018	
(d) W-K		0.0027	0.0034
(e) 2 M-W-K	0.0051	0.0010	
(f) 2 M-W-KK		0.0028	0.0035
Total	0.0659	0.0343	0.0265
Markt	0.0518	0.0260	0.0196
Wärhung	0.0141	0.0083	0.0069

Legende:

undiv	Durchschnittswerte für ein undiversifiziertes Portfolio
5 Märkte	Durchschnittswerte für ein Portfolio aus 5 Märkten/Währungen
perfekt div	Durchschnittswerte für ein perfekt diversifiziertes Portfolio
M-V	Lokale Markt-Varianzen
M-K	Lokale Markt-Kovarianzen
W-V	Wechselkurs-Varianzen
W-K	Wechselkurs-Kovarianzen
M-W-K	Markt -Wechselkurs-Kovarianzen
M-W-KK	Markt-Wechselkurs-Kreuzkovarianzen

4. Diversifikationseffekte des Währungsrisikos

4.1 Aktienmärkte

In Tabelle 1 sind die durchschnittlichen Varianzkomponenten für ein undiversifiziertes Portfolio, ein Portfolio mit 5 Märkten/Währungen sowie (als hypothetischen Grenzfall) ein perfekt diversifiziertes Portfolio dargestellt. Man erkennt auf den letzten beiden Zeilen der Tabelle, dass sowohl beim Markt- als auch beim Währungsrisiko ein Diversifikationseffekt vorliegt: Das Marktrisiko sinkt von 0.0518 auf 0.0196 (also um rund 62%), das Währungs-risiko von 0.0141 auf 0.0069 (d.h. um rund 51%). Daraus kann geschlossen werden, dass die Aktienmärkte ein etwas höheres Diversifikationspotential eröffnen als die Währungen! Diese Erkenntnis mag überraschend sein. Der Grund dafür liegt in der relativ hohen Wechselkurskorrelation einiger Anlagewährungen, namentlich des europäischen Währungsblocks (dieser Punkt wird im 6. Abschnitt noch detailliert analysiert).
Eine graphische Darstellung der Diversifikationseffekte findet man in Abbildung 3a. Die Darstellung beschränkt sich auf 20 Märkte/Währungen (n=20). Man erkennt,

1. dass zwar auch beim Währungsrisiko (forex risk, heller Bereich) ein gewisses Diversifikationspotential vorliegt, jedoch nicht im gleichen Ausmass wie beim Aktienmarktrisiko (market risk, dunkler Bereich);

2. dass der Diversifikationseffekt bei fünf Märkten/Währungen nahezu, bei zehn Märkten/Währungen weitgehend abgeschlossen ist;
3. dass Wechselkursschwankungen durch Diversifikation nicht eliminiert werden können und in einem "gut" international diversifizierten Portfolio (n>5) rund einen Viertel des Portfoliorisikos darstellen. Vollständiges Währungs-Hedging vermag somit ungefähr einen Drittel der Portfoliovarianz zu reduzieren.

In Abbildung 3b sind Komponenten des Aktienmarkt- und Währungsrisikos weiter aufgeschlüsselt dargestellt. Dabei erkennt man insbesondere, dass die Varianz eines international diversifizierten Portfolios durch die Kovarianz der Aktienmärkte (in Lokalwährung) dominiert wird (dritter Abschnitt der Säulen). Beim Währungsrisiko steigt mit der Zahl der Märkte/Währungen die Bedeutung der Kreuzkovarianzen zwischen Wechselkurs und Aktienmarkt im Vergleich zu den (direkten) Kovarianzen: Tabelle 1 zeigt, dass die Kreuzkovarianzen (M-W-KK; 0.0035) grössenordnungsmässig ebenso bedeutungsvoll sind wie die Wechselkurs-kovarianzen (0.0034). Die Wechselkursvarianzen als solche haben kaum mehr Gewicht [4]. Man erkennt sehr deutlich, dass der massgebliche Diversifikationseffekt auf die Varianzen der lokalen Aktienmarktrenditen zurückzuführen ist. Die Abbildungen verdeutlichen jedoch den grundlegenden Tatbestand, dass die Varianzkomponenten eines international diversifizierten Portfolios sehr stark von jenen einer undiversifizierten ausländischen Aktienanlage abweichen. Dies hat entscheidende Implikationen für die Finanzanalyse und das Risikomanagement (vgl. Abschnitt 6).
Schliesslich sollte darauf hingewiesen werden, dass das hier dargestellte Diversifikationspotential kaum ausgeschöpft werden kann - ja wohl sogar etwas "theoretischer" Natur ist. Die Gründe dafür sind:

(a) Bei den dargestellten Werten handelt es sich um eine Extrapolation der fünf als repräsentativ betrachteten Märkte/Währungen. Zudem ist es eine Analyse mit Durchschnittswerten (durchschnittliche Varianzen und Kovarianzen). Im Einzelfall können die Diversifikationseffekte durchaus anders ausfallen; dies hängt insbesondere auch von den gewählten Märkten/Währungen ab.

Abbildung 3a: Währungsrisiko internationaler Portfolios. Perspektive Sfr: Aktien.

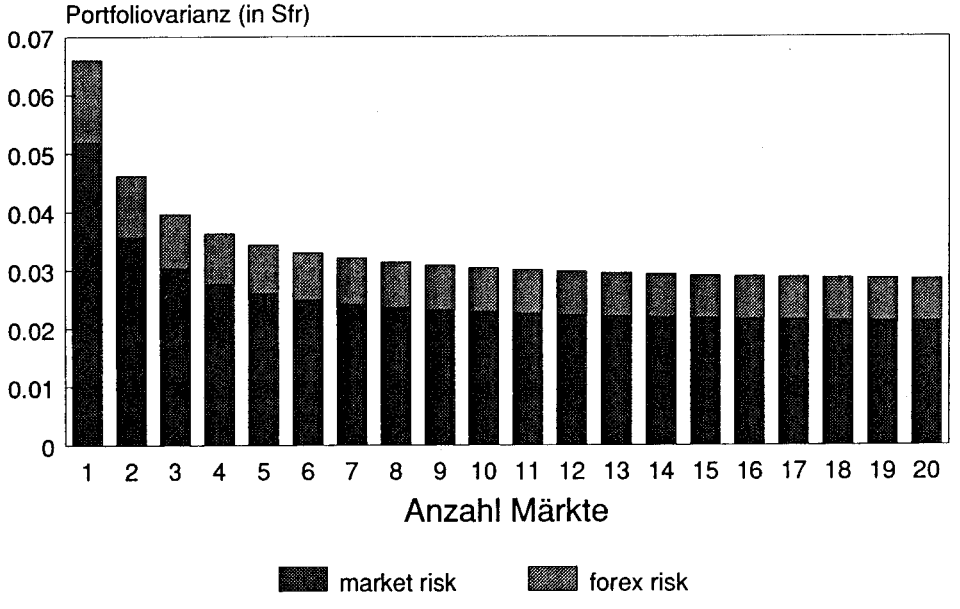
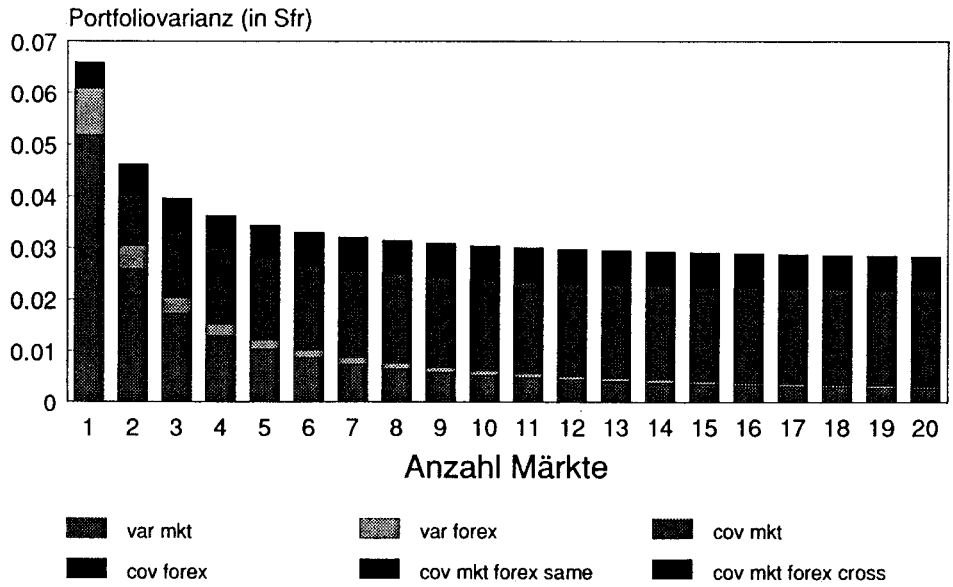


Abbildung 3b: Währungsrisiko internationaler Portfolios. Perspektive Sfr: Aktien.



(b) Je weitgehender diversifiziert wird, desto eher muss in "Nebenmärkte" und "Randwährungen" investiert werden, welche möglicherweise andere Korrelationseigenschaften aufweisen als die hier analysierten Kernmärkte.

(c) Insbesondere können die Diversifikationsvorteile durch die Nachteile geringerer Liquidität (grösserer Bid-Ask Spreads), höhere direkte Informationsbeschaffungs- und Transaktionskosten, steuerliche Nachteile oder Kapitaltransferrestriktionen kompensiert werden.

(d) Strategische Asset Allocation spielt auf der Ebene von Märkten und Währungen, und nicht auf der Ebene einzelner Titel. Dies bewirkt, dass man auf Titelebene durchaus breit diversifiziert, bei Währungen und Märkten hingegen strategische Unterdiversifikation in Kauf nimmt. Insbesondere werden unter strategischen Gesichtspunkten gleichgewichtete Portfolios, wie hier unterstellt wird, kaum typisch sein. Es ist unklar, wie sich die vorliegenden Resultate im Einzelfall verändern, wenn eine andere Gewichtung als die hier unterstellte angenommen wird.

Aus diesen Gründen ist es bei internationalen Anlagen sehr wichtig, die relative Bedeutung der unterschiedlichen Varianz-Kovarianzkomponenten auch für unvollständig diversifizierte Portfolios zu kennen.

4.2 Zinsanlagen: Obligationen- und Geldmarkt

In diesem Abschnitt werden die Diversifikationseffekte und Währungskomponenten für Staatsobligationen und 3-Monats-Eurodepositen analysiert. Diese sind in den Abbildungen 4a/b und 5a/b dargestellt. Zum besseren Vergleich, insbesondere mit den Ergebnissen für die Aktienmärkte im vorangehenden Abschnitt, findet man in Tabelle 2 die Varianzkomponenten für undiversifizierte Portfiolios, ein 5-Währungsportfolio sowie ein (hypothetisch) voll diversifiziertes Portfolio. Aus den Zahlen geht hervor, dass bei den Staatsobligationen die relative Bedeutung des Währungsrisikos wesentlich höher ausfällt als bei den Aktien. In perfekt diversifizierten Bond-Portfolios ist das Verhältnis der Währungs- zur Bondmarkt-Varianz ausgeglichen. Bei einer undiversifizierten Auslandanlage ist der Anteil des Währungsrisikos geringfügig höher. Gesamthaft

lässt sich die Portfoliovarianz von 0.0164 auf 0.0045 reduzieren, also um 0.0119 oder 72%. Dieser Wert liegt deutlich über jenem (60%) für die Aktienmärkte (vgl. vorangehender Abschnitt). Dabei verteilt sich diese Varianzreduktion im Umfang von 0.0057 auf das Bond-Marktrisiko, und zu 0.0062 auf das währungsinduzierte Risiko. Gemessen an einer völlig undiversifizierten Auslandanlage bedeuten diese Werte, dass sich 73% des Bondmarkt-Risikos und 72% des Währungsrisikos diversifizieren lassen. Daraus folgt,

1. dass das Diversifikationspotential bei den Obligationen höher ausfällt als bei den Aktien;
2. dass gegenüber den Aktien ein höherer Teil des Gesamtvarianz auf das Währungsrisiko entfällt;
3. dass unabhängig von der Portfoliogrösse ein (etwas) grösserer Teil der Gesamtvarianz auf das Währungsrisiko entfällt;
4. dass das Diversifikationspotential bei der Marktvarianz und der währungsinduzierten Varianz ungefähr gleich hoch ist.

Bezüglich der detaillierten Varianz-Kovarianzkomponenten fällt in Abbildung 4b auf, dass Kovarianzen und Kreuzkovarianzen zwischen Märkten und Wechselkursen im Durchschnitt einen negativen Effekt auf das Währungsrisiko ausüben! Intuitiv besagt dies, dass steigende ausländische Zinssätze resp. sinkende Bond-Renditen im Durchschnitt mit einer Aufwertung der (entsprechenden) Währung verbunden sind. Quantitativ ist der Effekt allerdings relativ gering. Es fällt auf, dass bei steigender internationaler Diversifikation die Kovarianzen zwischen den Wechselkursen zum Hauptbestandteil des Portfoliorisikos werden, und dass die Kovarianzen zwischen den Märkten (und damit den Zinssätzen) erst in zweiter Linie relevant sind. Dies mag den Erwartungen widersprechen. Jedoch ändert sich die relative Bedeutung der Komponenten stark mit der Zahl der Märkte: Noch bei vier Märkten liegt die Bedeutung der (diversifizierbaren) Markt- und Wechselkursvarianzen in derselben Grössenordnung wie die (nicht diversifizierbaren) Kovarianzterme.

Tabelle 2: Durchschnittswerte der Varianz- und Kovarianzkomponenten für drei internationale Anlagekategorien.

	Staatsobligationen			Eurodepositen		
	undiv	5 Märkte	perf div	undiv	5 Märkte	perf div
M-V	0.0078	0.0016		0.000076	0.000015	
M-K		0.0016	0.0021		0.000023	0.000029
W-V	0.0090	0.0018		0.009018	0.001803	
W-K		0.0027	0.0034		0.002748	0.003435
2M-W-K	-0.0004	-0.0000		-0.000114	-0.00002	
2M-W-KK		-0.0008	-0.0010		-0.00010	-0.00012
Total	0.0164	0.0069	0.0045	0.008981	0.004462	0.003344
Markt	0.0078	0.0032	0.0021	0.000076	0.000040	0.000029
Währung	0.0086	0.0037	0.0024	0.008905	0.004422	0.003315

Legende:
vgl. Tabelle 1

Abbildung 4a: Währungsrisiko internationaler Portfolios. Perspektive Sfr: Government Bonds.

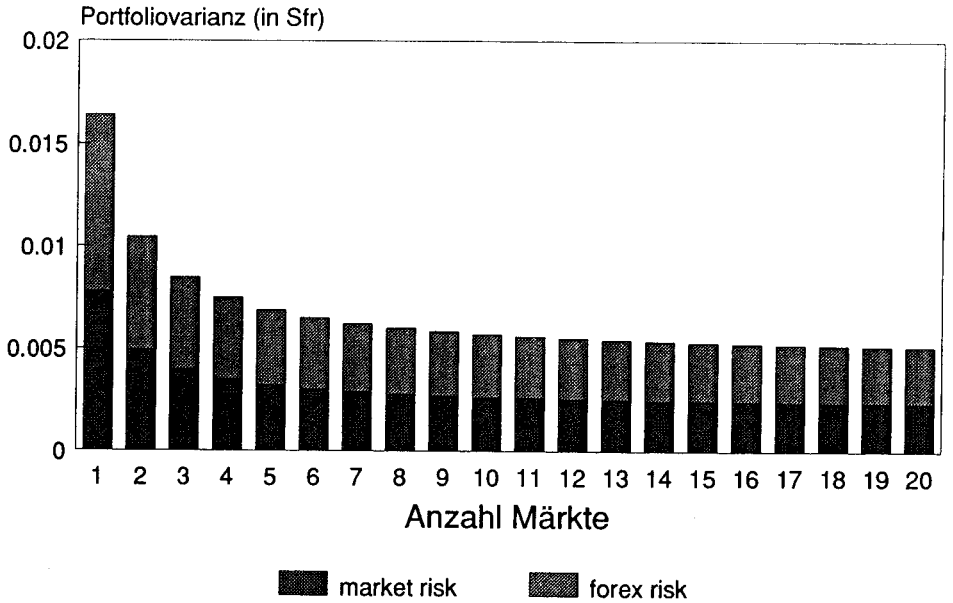
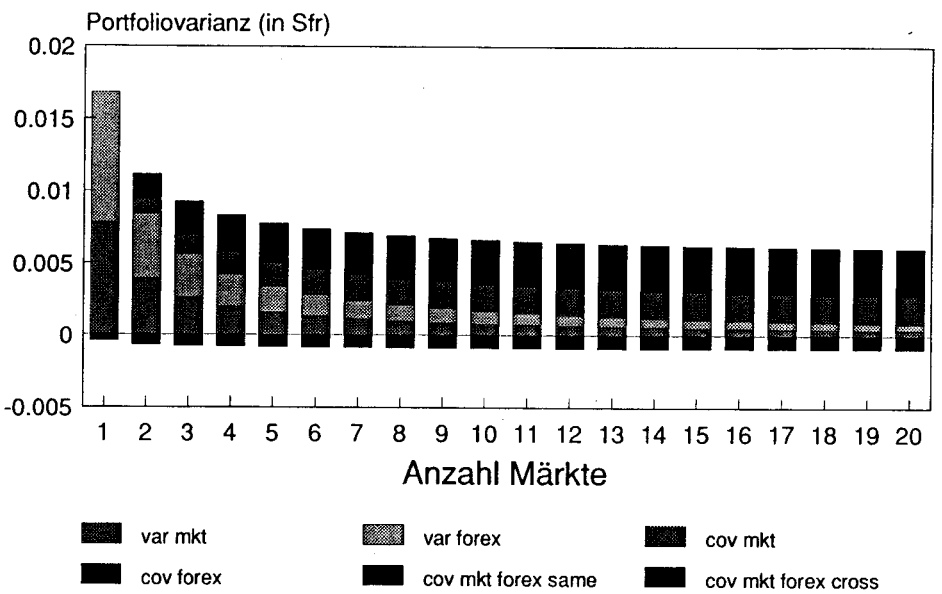


Abbildung 4b: Währungsrisiko internationaler Portfolios. Perspektive Sfr: Government Bonds.



Die Diversifikationseffekte bei internationalen Geldmarktanlagen sind in den Abbildungen 5a/b dargestellt. Die Portfoliovarianz besteht durchwegs praktisch nur aus dem Währungsrisiko - das Marktrisiko ist verschwindend und lässt sich in der Abbildung gar nicht mehr erkennen. Diversifikation reduziert die undiversifizierte Varianz von 0.0090 auf 0.0034, also um 0.0056 oder 62%. Damit liegt der Diversifikationseffekt geringfügig unter jenem der Obligationenmärkte. Abbildung 5b illustriert,

Abbildung 5a: Währungsrisiko internationaler Portfolios. Perspektive Sfr: Eurodepositen.

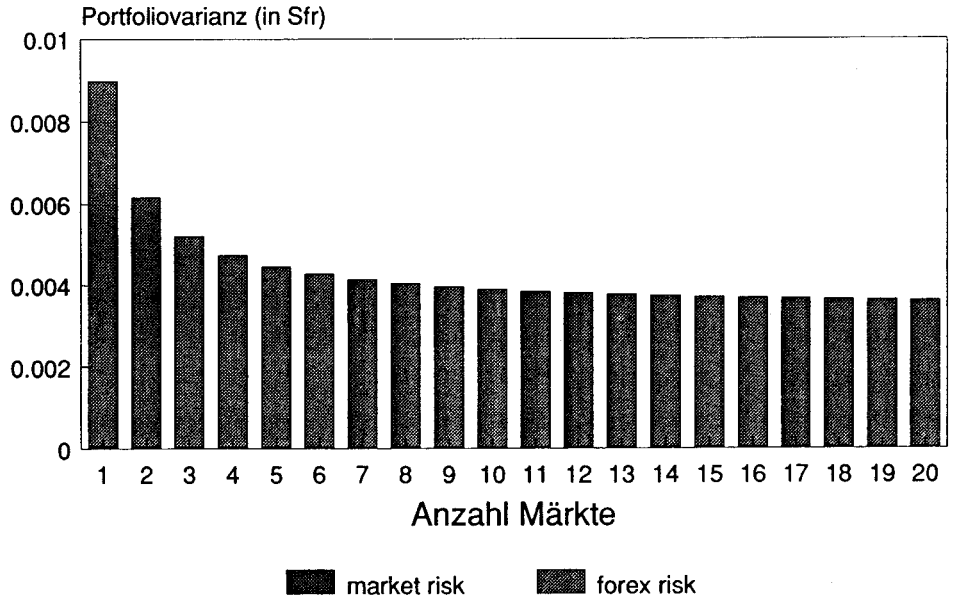
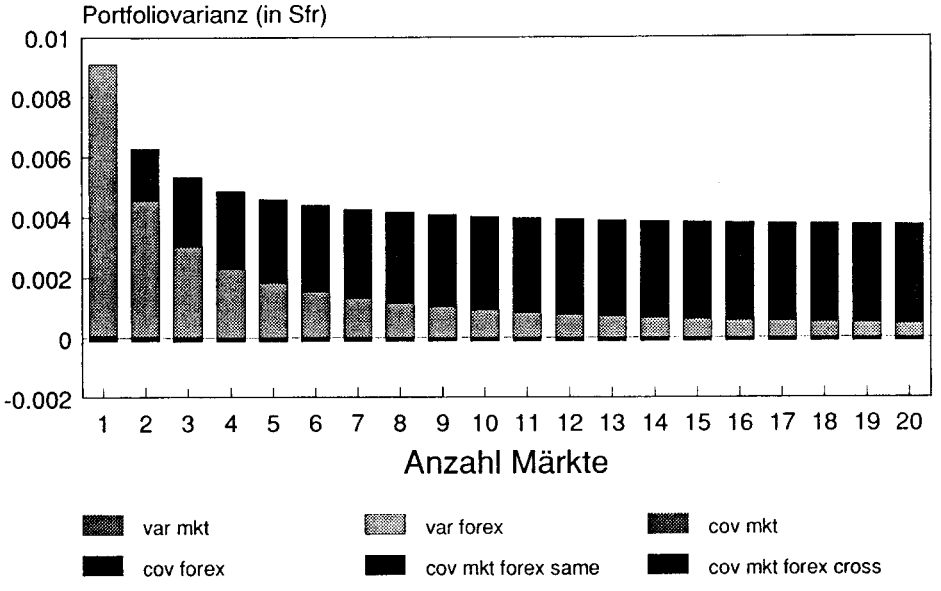


Abbildung 5b: Währungsrisiko internationaler Portfolios. Perspektive Sfr: Eurodepositen.



dass das nicht diversifizierbare Portfoliorisiko fast vollumfänglich aus den Kovarianzen zwischen den Wechselkursen besteht. Selbst bei fünf Märkten/ Währungen ist der Anteil dieses Währungs-Kovarianzrisikos höher als jener der Wechselkursvarianzen. Varianzen und Kovarianzen zwischen Eurodepositensätzen spielen überhaupt keine Rolle.

5. Reale Portfolio- und Währungsrisiken

In den vorangehenden Abschnitten wird ausschliesslich die Bedeutung der nominellen Portfolio- und Wechselkursrisiken analysiert. Implizit wird damit unterstellt, dass Anleger nicht an der realen Kaufkrafterhaltung der Investitionen interessiert sind. Dies dürfte nicht der Realität entsprechen. Es stellt sich somit die Frage, ob und in welchem Ausmass Wechselkursbewegungen die Varianz der realen Anlagerenditen beeinflussen. Es lässt sich ohne weiteres denken, dass eine hohe Volatilität nomineller Wechselkurse überhaupt kein reales Wechselkursrisiko verkörpert: im Extremfall wären die nominellen Wechselkursschwankungen geradezu erforderlich, um (nominelle) Kaufkraftunterschiede zwischen den betreffenden Währungen auszugleichen. Diese als "Kaufkraftparitätentheorie" bekannte Theorie impliziert, dass nominelle Wechselkursveränderungen im Ausmass der (erwarteten) Inflationsunterschiede zwischen In- und Ausland schwanken, also

$$e = \pi - \pi^*$$

e: stetige Wechselkursveränderung
π: inländische Inflationsrate
π^*: ausländische Inflationsrate (3a)

Dies heisst aber auch, dass reale Wechselkursveränderungen, definiert als

$$e_r = e - \pi + \pi^* \quad (3b)$$

im Zeitablauf ausgeschlossen sind - oder dass ihre Volatilität zumindest kleiner sein sollte als jene der nominellen Wechselkursveränderungen e [5]. Es stellen sich somit zwei Fragen:

(a) wie hoch die Volatilität der realen Wechselkursschwankungen (e_r) im Zeitablauf tatsächlich ausfällt; und
(b) welchen Effekt diese auf die Volatilität der in inländischen Geldeinheiten gemessenen realen Renditen von Fremdwährungsanlagen ausübt.

Der erste Punkt betrifft die reale Wechselkursvolatilität, der zweite Punkt betrifft das reale Währungsrisiko ausländischer Aktien, Obligationen, etc. Eine Bemerkung zum zweiten Punkt ist nützlich: Die Varianz der realen Renditen in Lokalwährung beträgt $Var(r^* - \pi^*)$; r^* bezeichnet die nominelle Rendite in Lokalwährung. Die Varianz der realen Renditen gemessen in inländischer Währung (und in inländischer Kaufkraft) beträgt anderseits $Var(r^*+e-\pi)$. Wenn die Wechselkursschwankungen e die unterschiedlichen Inflationsraten vollständig ausgleichen, dann entspricht $e-\pi$ genau $-\pi^*$. Damit wird der letzte Ausdruck zu $Var(r^*-\pi^*)$, was exakt der Varianz der realen Renditen in Lokalwährung entspricht. Somit gibt es bei Gültigkeit der Kaufkraftparitätentheorie kein reales Währungsrisiko im Sinne des Punktes (b).

Ob und im welchem Umfang reale Währungsrisiken vorliegen, soll nun empirisch analysiert werden. In Abbildung 6 ist, für die fünf vorher betrachteten Währungen, in den ersten beiden Säulen die (nominelle) Wechselkursvolatilität der Volatilität der realen Wechselkursveränderungen (gemessen durch die Abweichungen von der Kaufkraftparität) gegenübergestellt. Man erkennt, dass zwischen den beiden Volatilitäten praktisch kein Unterschied besteht: die nominellen Wechselkursveränderungen sind durchwegs auch als reale Wechselkursrisiken zu interpretieren. Die drei nächsten Säulen zeigen den Einfluss der Wechselkursveränderungen auf die Volatilität der realen, in Sfr gemessenen Renditen der drei Anlagekategorien: Auch hier unterscheidet sich das allgemeine Bild kaum von jenem in Abbildung 2. Bei den Aktien ist im allgemeinen ein eher geringer Volatilitätseffekt vorhan-

Abbildung 6: Reale Wechselkursvolatilität vs. -risiko. Basis: Monatswerte 1:1980-12:1989.

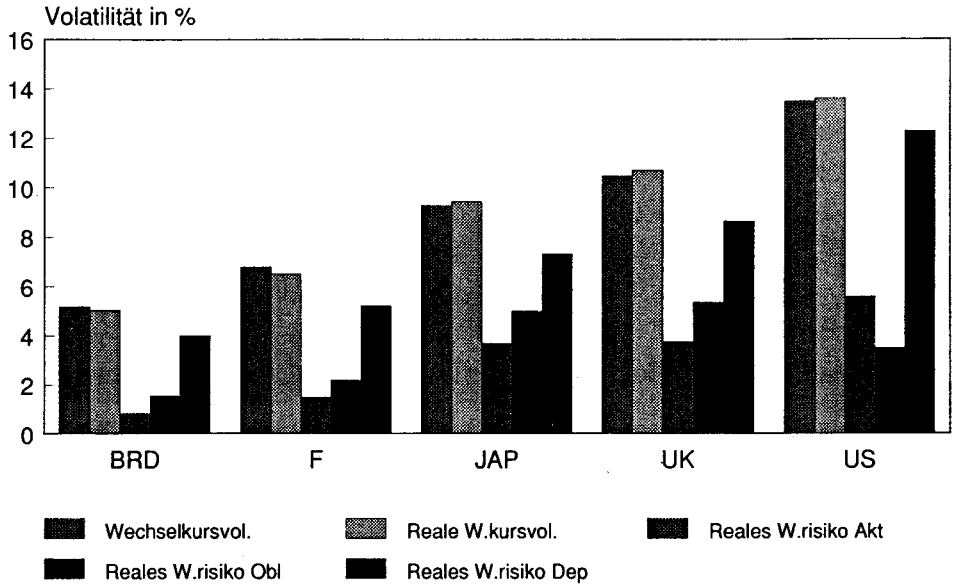


Tabelle 3: Nominelles versus reales Währungsrisiko: Volatilitätseffekte.

	Wechselkurs-volatilität		Währungsrisiko Aktien		Währungsrisiko Staatsobligat.		Währungsrisiko Eurodepositen	
	nom.	real	nom.	real	nom.	real	nom.	real
BRD	5.19	5.04	1.08	0.85	1.68	1.54	4.40	4.01
F	6.77	6.51	1.61	1.49	2.17	2.20	5.00	5.21
JAP	9.27	9.43	4.19	3.69	5.56	5.00	8.86	7.30
UK	10.45	10.69	3.90	3.76	5.55	5.35	9.86	8.64
US	13.49	13.61	5.80	5.58	4.23	3.50	12.39	12.29

Anmerkungen:
Die nominelle Wechselkursvolatilität entspricht $\sigma(e)$, die reale ist gegeben durch $\sigma(e-\pi+\pi^*)$. Das nominelle Währungsrisiko der Fremdwährungsanlagen ist mit $\sigma(r^*)-\sigma(r^*+e)$ berechnet, das reale Währungsrisiko mit $\sigma(r^*-\pi^*)-\sigma(r^*+e-\pi^*)$.

den, bei den Staatsobligationen ist der Effekt grösser, und bei den kurzfristigen Zinsanlagen ist das Währungsrisiko substantiell. Tabelle 3 ermöglicht einen direkten Vergleich der nominellen und realen Effekte der Wechselkursschwankungen. Man erkennt, dass das reale Währungsrisiko bei vier der fünf Währungen zwar durchwegs unter jenem des nominellen Währungsrisikos liegt, doch fällt der Unterschied gering aus. Bei den Aktien ist bei sämtlichen Währungen ein geringfügig tieferes reales Währungsrisiko festzustellen.

Die Schlussfolgerung ist naheliegend: Das Bild bezüglich der realen Wechselkursrisiken unterscheidet sich nur unwesentlich von jenem der im 4.

Abschnitt analysierten nominellen Risiken. Nominelle Wechselkursschwankungen scheinen unterschiedliche Inflationsraten nur wenig auszugleichen, so dass das reale Wechselkursrisiko substantiell bleibt. Da die Volatilitätseffekte des realen und nominellen Währungsrisikos sehr ähnlich sind, wird darauf verzichtet, die Portfoliodiversifikationseffekte (Abschnitt 4.1 und 4.2) in realen Einheiten zu replizieren.

6. Korrelationsstruktur der Wechselkursveränderungen

Die Untersuchungen der vorangehenden Abschnitte haben gezeigt, dass die Korrelationsstruktur der Wechselkursveränderungen eine wesentliche Komponente des nicht-diversifizierbaren Teils der Varianz eines internationalen Portfolios darstellt. Dies gilt insbesondere für diversifizierte Zinsanlagen. Dabei haben sich sämtliche Untersuchungen auf fünf Anlagewährungen beschränkt. Natürlich steht den Anlegern ein breiteres Spektrum von Währungen offen. In diesem Abschnitt soll analysiert werden, ob sich die getroffene Beschränkung unter dem Gesichtspunkt der Korrelationseigenschaften eines breiteren Währungsspektrums rechtfertigt. Dazu werden 22 Währungen aus der Perspektive des Schweizerfrankens analysiert, und zwar unter Verwendung "multivariater" Verfahren. Als Datenbasis werden die stetigen monatlichen Wechselkursveränderungen für den Zeitraum vom Januar 1980 bis Dezember 1989 verwendet.

Würde man die aufgeworfene Frage nicht auch aus einer einfachen optischen Beurteilung der Korrelationstabelle der Währungen gewinnen? Die nachfolgend verwendeten Verfahren haben den Vorteil, dass man die Ähnlichkeit von Wechselkursen innerhalb resp. gegenüber einer Gruppe von Wechselkursen beurteilen kann. Dies ist eine Information, welche ein einfacher Korrelationskoeffizient nicht zu liefern vermag. Selbstverständlich beruhen aber die Untersuchungen ausschliesslich auf den Korrelationseigenschaften der Wechselkurse.

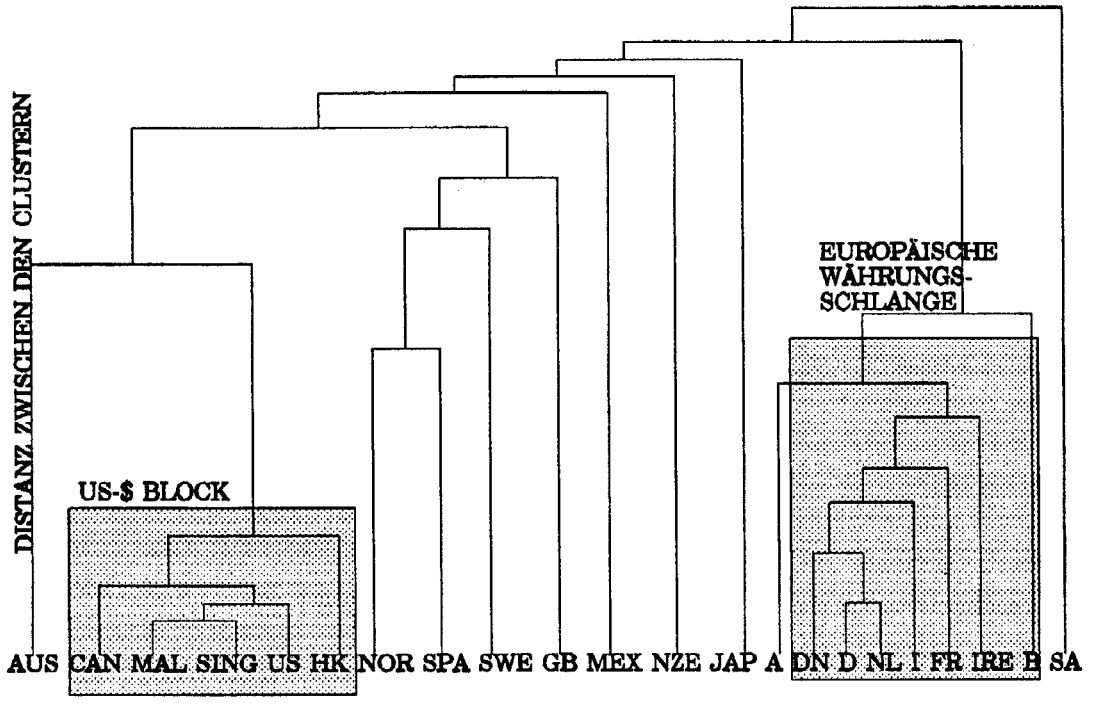
Aus der Statistik sind Verfahren bekannt, um die "Ähnlichkeit" von Beobachtungen (hier: Sfr-Wechselkursentwicklungen der 22 Währungen) unter dem Gesichtspunkt ihrer gegenseitigen Korrelation schrittweise zu bestimmen. Das Ergebnis einer derartigen "Cluster"-Analyse findet man in Abbildung 7. Die Interpretation dieses Baumes erfolgt so: Unter allen Wechselkursreihen weisen der Malaysia- und der Singapur-$ die höchste Korrelation auf, gefolgt von der DM gegenüber dem NL-Gulden. Beide Paare werden durch jene Währung ergänzt (US-$, DN-Kr), welche eine möglichst hohe Homogenität der betreffenden Gruppe bewirkt. Im Zuge dieses Vorgehens erfolgt die Bildung neuer "Blöcke", und bestehende Blöcke werden zu neuen Gruppen zusammengefasst. Abbildung 7 legt nahe, dass es zwei eindeutig und klar getrennte Währungsblöcke gibt: einen Block um die europäische Währungsunion [6] (ergänzt um den österreichischen Schilling), und einen US-$ Block mit dem kanadischen und den fernöstlichen $-Währungen. Die beiden Blöcke sind sich auch absolut "unähnlich", da sie erst im letzten Schritt (oberster Ast) zusammengeschlossen werden. Das Bild zeigt für andere Blöcke (beispielsweise Norwegen, Schweden, Spanien und UK) eine geringere

Tabelle 4: Faktoranalyse von 22 Währungen gegenüber Schweizerfranken.

Index 1 (54%)		Index 2(16%)		Index 3 (4.5%)	
BRD	0.94	US	0.85	JAP	0.72
NL	0.93	MAL	0.83	NZEA	0.71
DEN	0.92	SING	0.81	AUSTRAL	0.62
A	0.88	CAN	0.81	UK	0.62
B	0.84	HONG	0.77	...	...
F	0.82	...	...		
IRE	0.82				
I	0.81				
...	...				

Bemerkung:
Dargestellt sind die Korrelationskoeffizienten der Wechselkurse gegenüber den rotierten Indizes (Faktorladungen). Auf der ersten Zeile findet man in Klammern den varianzerklärenden Anteil des Index.

Abbildung 7: Clusteranalyse für die wichtigsten Währungen zum Schweizer Franken.



statistische Homogenität, und diese lassen sich auch ökonomisch weniger gut begründen [7].

Das Vorliegen relativ homogener Währungsblöcke lässt sich ferner durch eine Hauptkomponentenanalyse überprüfen. Dazu werden die Wechselkurse zu unterschiedlichen "Indizes" zusammengestellt (gewichtet), und zwar so, dass diese unter sich möglichst unähnlich (unkorreliert) sind. Die Indizes werden dabei schrittweise gebildet, so dass im ersten Index jene Wechselkurse enthalten und entsprechend gewichtet sind, welche einen möglichst grossen Teil der durchschnittlichen Wechselkursvolatilität zu erklären vermögen. Tabelle 4 zeigt, wie stark die betrachteten Währungen mit den verschiedenen Indizes verbunden sind; dabei sind nur die höchsten Korrelationswerte ausgewiesen. Ferner beschränkt sich die Analyse auf 3 Indizes, da zusätzliche kaum mehr einen nennenswerten Erklärungsgehalt bezüglich der Wechselkursvolatilitäten aufweisen.

Erneut erkennt man klar die beiden Währungsblökke um die europäische Währungsschlange und um den US-$. Ein schwächerer dritter Block um den Yen und (erstaunlicherweise) das britische Pfund lässt sich hier nun ebenfalls identifizieren.

Insgesamt bestätigen diese Untersuchungen die Existenz ausgeprägter Währungsblöcke. Das bedeutet, dass man sich bei der Analyse internationaler Diversifikationseffekte durchaus auf eine oder zwei repräsentative Währungen des jeweiligen Blocks beschränken kann. Die Resultate zeigen, welches die "wichtigen" Blöcke sind, und welches die "wichtigen" Währungen innerhalb der Blöcke darstellen. Es scheint, dass mit der Wahl der fünf Währungen (DM, FF, US-$, UK-£, Yen) in den vorangehenden Abschnitten die wichtigsten Währungsblöcke auf repräsentative Weise abgedeckt werden.

7. Messung und Hedging von Währungsrisiken in internationalen Portfolios: Zusammenfassung

Die Analyse der Varianz-Kovarianzkomponenten internationaler Portfolios hat verschiedene Impli-

kationen für das Portfoliomanagement und die Finanzanalyse. Zunächst zeigt sie den relativen Beitrag unterschiedlicher Faktoren zur Performance eines Portfolios. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Bedeutung der Wechselkursschwankungen an und für sich drastisch überschätzt wird: Bei einem Aktienportfolio aus 5 Märkten/Währungen stellen die Wechselkursvarianzen ganze 5% des Portfoliorisikos dar; bei Staatsobligationen ist es knapp ein Viertel, und selbst bei Geldmarktanlagen ist es nur ein Drittel. Hingegen fliesst die Währungsvolatilität über die Kovarianzen zwischen Märkten und Währungen resp. zwischen Währungen in das Portfoliorisiko ein. Diese Komponenten sind bei den verschiedenen Anlagekategorien von sehr unterschiedlicher Bedeutung: Die Kovarianzen zwischen den Währungen stellen weniger als 10% der Varianz eines Fünfwährungs-Aktienportfolios dar, während der Anteil bei den Staatsobligationen rund 40% und bei den Geldmarktanlagen mehr als 60% der Portfoliovarianz beträgt. Ebenso unterschiedlich fällt die Bedeutung der Abhängigkeit zwischen Märkten und Währungen aus: Gemeinsam bei allen Anlagekategorien ist die Erkenntnis, dass bereits bei moderat diversifizierten Portfolios die Kreuz-Kovarianzen (also die Abhängigkeiten zwischen Markt und fremder Währung) stärker ins Gewicht fallen als die Kovarianzen zwischen demselben Markt und der Währung. Zwar würde man aufgrund ökonomischer Überlegungen letzteren ein grösseres Gewicht zuschreiben, doch ist das Ergebnis weniger von der Höhe als vielmehr der Zahl der relevanten Kovarianzwerte abhängig. Während im Fünfwährungs-Aktienportfolio die Markt-Währungs-(Kreuz-)-Kovarianzen immerhin mehr als 10% des Portfoliorisikos darstellen, liefen diese Komponenten bei den Staatsobligationen und Geldmarktanlagen sogar eine Reduktion des Risikos (bei den Bonds im Ausmass von mehr als 10% [8]).

Diese Ergebnisse zeigen, dass eine Finanz- und Portfolioanalyse, welche sich auf die isolierte Beurteilung und Prognose von Wechselkursveränderungen beschränkt, den eigentlichen Ursachen der Wertveränderungen international diversifizierter Portfolios keineswegs Rechnung trägt. Vielmehr muss die gegenseitige Abhängigkeit der Wechselkurse resp. die Wechselkurse im Zusammenhang mit den Märkten in die Portfolioentscheidungen einfliessen.

Weiter hat die Beobachtung, dass das Währungsrisiko bei den drei Anlagekategorien sehr unterschiedlich, aber durchwegs substantiell ausfällt und bei weitem nicht diversifizierbar ist, entscheidende Implikationen für das Hedging. Das Vorliegen nichtdiversifizierbarer (nomineller und realer) Währungsrisiken bedeutet, dass es Wirtschaftssubjekte geben muss, die dieses Risiko gegen Entgelt durch eine Prämie übernehmen - beispielsweise durch Terminspekulation, Devisenfutures und Devisenoptionen. Eine Konsequenz davon ist, dass die Absicherung von Währungsrisiken mit einer Ertragseinbusse (d.h. reduzierten Renditeerwartungen) verbunden ist, was direkt impliziert, dass es für die meisten Investoren kaum optimal ist, sämtliche Währungsrisiken abzusichern [9]. Ein wie hoher Teil der Währungsrisiken optimalerweise abgesichert werden soll, hängt deshalb neben der eigentlichen "Exposure" (Sensitivität der Portfoliorendite gegenüber Währungsschwankungen) ab von

1. der subjektiven Risikoneigung, d.h. der Bereitschaft, für eine bestimmte Risikoreduktion einen Ertragsausfall entgegenzunehmen;
2. den subjektiven Wechselkurserwartungen - genauer von den divergierenden Wechselkurserwartungen gegenüber dem Terminkurs der Währung. [10]

Moderne statistische Hilfsmittel der Asset Allocation erlauben die Berücksichtigung dieser Faktoren bei der Bestimmung optimal international diversifizierter und währungsgehedgter Portfolios.

Auf die Diskussion des optimalen Umfangs eines Währungs-Hedge wird in den nachfolgenden Ausführungen jedoch verzichtet. Stattdessen wird nur der Grenzfall eines perfekten (d.h. "varianzminimalen") Hedge betrachtet. Im Falle einer einzigen Anlagewährung (Abschnitt 1) ist zur Absicherung des Währungsrisikos die Kenntnis der Korrelation

zwischen der ausländischen Marktrendite und dem Wechselkurs erforderlich; im Technischen Anhang (Abschnitt 8.4, Gleichung [A20]) wird gezeigt, dass der (varianz-minimale) Hedge-Ratio durch den Ausdruck

$$h = -[1 + \sigma(r^*,e)/\sigma^2(e)] \qquad (4)$$

gegeben ist. Der Quotient entspricht dem "Währungsbeta" der Auslandanlage (in Lokalwährung), d.h. dem Regressionskoeffizienten der Wertveränderungen der Auslandsanlage bezüglich der Wechselkursveränderungen. Er zeigt, im welchem Umfang ein "1:1"-Hedge unangemessen ist: Es würde nur dann sinnvoll sein, jede im Ausland investierte Geldeinheit durch einen Währungsfuture abzusichern, wenn die Korrelation, und damit das "Beta" zwischen Auslandsanlage (in Auslandswährung) und Wechselkurs, Null ist. Ist das Beta 0.5, dann würde sich ein Hedge-Ratio von -(1+0.5)= -1.5 aufdrängen, bei einem Beta von -0.4 wäre der erforderliche Hedge-Ratio -(1-0.4) = -0.6.

Die Tatsache, dass das Währungsrisiko bei sämtlichen Anlagekategorien nicht vernachlässigbar ist, trifft insbesondere auch für diversifizierte Portfolios zu - erstaunlicherweise selbst für Aktien. Es ist also keineswegs so, dass sich das Währungsrisiko bei genügend breiter Streuung von selbst eliminert (diversifiziert). Das Hedging eines Mehrwährungsportfolios ist allerdings kompliziert. Insbesondere ist zu beachten, dass das im vorangehenden Fall diskutierte "Beta" nicht mehr relevant ist, da die Markt-Währungs-Kovarianzen in einem breit diversifizierten Portfolio ja unbedeutend (diversifizierbar) sind. Im Technischen Anhang (Abschnitt 8.5) wird gezeigt, dass bei mehreren Währungen nur im Spezialfall vollkommener Unabhängigkeit zwischen den Wechselkursveränderungen ein einfacher Hedge konstruiert werden kann (Gleichung [A25]). Der Hedge-Ratio gegenüber der Währung i beträgt in diesem Fall

$$h_i = - [1 + \sigma(e_i,r^*_m)/\sigma^2(e_i)] \qquad (5)$$

Der Quotient entspricht dem "Beta" des Portfolios (dessen Rendite in den einzelnen Lokalwährungen berechnet ist) gegenüber dem betrachteten Wechselkurs. Je höher (oder tiefer) die Währungen miteinander korreliert sind, umso mehr lassen sich die verschiedenen Devisenkontrakte als "Cross-Hedges" [11] verwenden. Daraus ergibt sich ein "optimales" Hedge-Portfolio mit einer unterschiedlichen Gewichtung der verschiedenen Währungen. Die Struktur dieses Währungs-Hedge-Portfolios wird durch die Gleichung [A24] im Technischen Anhang (Abschnitt 8.5) charakterisiert. Eine einfachere Charakterisierung ist nicht möglich.

Das Hedging des Währungsrisikos eines Mehrwährungsportfolios liesse sich natürlich vereinfachen, wenn statt Devisenkontrakten auf einzelne Währungen entsprechende Kontrakte auf Währungsportfolios gehandelt würden. Voraussetzung wäre, dass Währungskörbe gebildet werden könnten, welche gleichermassen relevant, repräsentativ und damit attraktiv für ein breites Segment internationaler Investoren, vorzugsweise sogar mit unterschiedlichen Referenzwährungen, wären. Es gibt tatsächlich starke theoretische Argumente für solche "universelle" Hedge-Portfolios [12]. Mit der Einführung entsprechender standardisierter Produkte, beispielsweise von Futures auf den europäischen Währungskorb ECU, kann das optimale Hedging internationaler Mehrwährungsportfolios wesentlich vereinfacht werden.

Eingeschränkt wird die Bedeutung derartiger Hedge-Produkte durch zwei Argumente: Zunächst zeigt die Cluster- und Hauptkomponentenanalyse der Wechselkurse im 6. Abschnitt, dass sich die untersuchten Anlagewährungen zu zwei bis drei relativ homogenen Währungsblöcken zusammenfassen lassen. Die Absicherung muss dann nicht gegenüber sämtlichen Währungen des Blocks erfolgen, sondern gegenüber der jeweiligen "Leitwährung", d.h. jener Währung, welche bezüglich Korrelation und/oder Liquidität im Vordergrund steht. Da die auf diese Weise identifizierten Währungsblöcke gegenseitig (konstruktionsgemäss) wenig korreliert sind, wäre die vorangehende vereinfachte Hedge-Formel problemlos anwendbar. Der zweite Punkt

knüpft an den ersten an: Eine altbekannte Hedge-Regel besagt, dass ein liquider Cross-Hedge oftmals einem illiquiden direkten Hedge vorgezogen wird [13]. Auch bei Währungsrisiken gilt es demzufolge genau abzuklären, wie hoch die Hedge-Qualität und die Kosten aufgrund der verfügbaren Cross-Hedging Alternativen mit standardisierten Absicherungsinstrumenten ausfallen, bevor neue und möglicherweise wenig liquide Währungsabsicherungsprodukte der beschriebenen Art eingesetzt werden. Es ist letztlich eine empirische Frage, wie gut sich durch die Beschränkung auf einige wenige Währungen (beispielsweise auf den US-$, den Yen und die DM) das Risiko eines Mehrwährungsportfolios absichern lässt. Immerhin lässt die multivariate Struktur der Wechselkurse, wie sie im 6. Abschnitt analysiert wird, ein solches Vorgehen nicht als hoffnungslos erscheinen. Der Punkt bedarf jedoch einer eingehenden empirischen Abklärung.

8. Technischer Anhang

8.1 Varianzkomponenten einer einzelnen Fremdwährungsanlage

Die stetige Rendite einer ausländischen Anlage in Lokalwährung wird mit r^* bezeichnet, und die logarithmierte Veränderung des Wechselkurses mit e. Die Rendite der ausländischen Anlage in inländischer Währung ist demzufolge

$$r = r^* + e \qquad \text{(A1)}$$

Die Varianz von r beträgt

$$\sigma^2(r) = \sigma^2(r^*) + \sigma^2(e) + 2\,\rho(r^*,e)\,\sigma(r^*)\,\sigma(e) \qquad \text{(A2)}$$

Es stellt sich die Frage, ob das Währungsrisiko als Varianz- oder Volatilitätsdifferenz definiert werden soll. Statistisch naheliegend wäre es, die Varianzdefinition vorzuziehen, da wohl die Varianz-, nicht aber die Volatilitätskomponenten, additiv sind:

$$\sigma^2 = \sigma^2(r) - \sigma^2(r^*)$$

$$= \sigma^2(e) + 2\,\rho(r^*,e)\,\sigma(r^*)\,\sigma(e) \qquad \text{(A3a)}$$

In der Praxis hat sich jedoch stets der Vergleich von Volatilitäten eingebürgert, also

$$\sigma = \sigma(r) - \sigma(r^*) \qquad \text{(A3b)}$$

was in statistischer Sicht etwas problematisch ist [14]. Man beachte, dass σ in Gleichung [A3b] natürlich nicht die Quadratwurzel von σ^2 in Gleichung [A3a] darstellt! Im Abschnitt 4 des Texts wird jeweils Ausdruck [A3b] gewählt.

Wenn die Fremdwährungsanlage perfekt mit dem Wechselkurs korreliert ist, so folgt für die Varianz in inländischer Währung

$$\sigma^2(r) = \sigma^2(r^*) + \sigma^2(e) + 2\,\sigma(r^*)\,\sigma(e)$$

$$= [\sigma(r^*) + \sigma(e)]^2 \qquad \text{(A4a)}$$

und demzufolge verhält sich die Volatilität additiv:

$$\sigma(r) = \sigma(r^*) + \sigma(e) \qquad \text{(A4b)}$$

Die Volatilität des Wechselkurses wäre hier identisch mit dem Währungsrisiko. Bei vollständiger Unabhängigkeit der Fremdwährungsanlage vom Wechselkurs wäre die Varianz additiv, und die Volatilität in inländischer Währung beträgt

$$\sigma(r) = \sqrt{[\sigma^2(r^*) + \sigma^2(e)]} \qquad \text{(A5)}$$

Überhaupt kein Währungsrisiko liegt vor, wenn $\sigma^2(r) = \sigma^2(r^*)$, d.h. $\sigma^2(e) = -2\,\rho(r^*,e)\,\sigma(r^*)\,\sigma(e)$ gilt, also bei einem Korrelationskoeffizienten von

$$\rho(r^*,e) = -0.5\,\sigma(e)/\sigma(r^*) \qquad \text{(A6)}$$

Das bedeutet, dass bei einem tieferen Korrelationskoeffizienten als [A6] Wechselkursschwankungen die Varianz einer Fremdwährungsanlage in inländischer Währung sogar unter das Niveau in Lokalwährung reduzieren.

8.2 Varianzkomponenten internationaler Portfolios

Betrachtet man ein gleichgewichtetes Portfolio mit Auslandanlagen, so lässt sich die Rendite des Portfolios in inländischer Währung schreiben als

$$r = \Sigma_i (1/n)(r^*_i + e_i) \qquad \text{(A7)}$$

worin r^*_i die Rendite der Fremdwährungsanlage i in Lokalwährung und e_i die logarithmierte Veränderung der Fremdwährung i gegenüber der inländischen Währung bezeichnen. Die Varianz von r ist

$$\sigma^2(r) = \sigma^2[(1/n)\, \Sigma_i (r^*_i + e_i)] \qquad \text{(A8)}$$

und lässt sich in die im Text beschriebenen 6 Komponenten zerlegen:

$$\begin{aligned}\sigma^2(r) &= (1/n)^2\, \Sigma_i\, \sigma^2(r^*_i) + (1/n)^2\, \Sigma_i\Sigma_{j,i\neq j}\, \sigma(r^*_i,r^*_j) \\ &+ (1/n)^2\, \Sigma_i\, \sigma^2(e_i) + (1/n)^2\, \Sigma_i\Sigma_{j,i\neq j}\, \sigma(e_i,e_j) \\ &+ 2(1/n)^2\, \Sigma_i\, \sigma(r^*_i,e_i) + (2/n)^2\, \Sigma_i\Sigma_{j,i\neq j}\, \sigma(r^*_i,e_j)\end{aligned} \qquad \text{(A9)}$$

Dabei ist zu beachten, dass die Summen $\Sigma_i\, \sigma^2(r_i^*)$, $\Sigma_i\, \sigma^2(e_i)$ und $\Sigma_i\, \sigma(r^*_i,e_i)$ je n Terme umfassen. Da es sich um ein gleichgewichtetes Portfolio handelt, definieren wir die Durchschnittswerte

$$\varnothing[\sigma^2(r^*)] \equiv (1/n)\Sigma_i\sigma^2(r^*_i) \qquad \text{(A10a)}$$

$$\varnothing[\sigma^2(e)] \equiv (1/n)\Sigma_i\sigma^2(e_i) \qquad \text{(A10b)}$$

$$\varnothing[\sigma(r^*,e)] \equiv (1/n)\Sigma_i\sigma(r^*_i,e_i) \qquad \text{(A10c)}$$

und bezeichnen sie als durchschnittliche Markt-Varianz, die durchschnittliche Wechselkursvarianz sowie die durchschnittliche Markt-Wechselkurskovarianz. Für die Aktienmärkte (Abschnitt 4.1) betragen diese Werte 0.0518, 0.0090 und 0.0026.

Weiter ist zu beachten, dass die Summen $\Sigma_i\Sigma_{j,i\neq j}\, \sigma(r^*_i,r^*_j)$, $\Sigma_i\Sigma_{j,i\neq j}\, \sigma(e_i,e_j)$ und $\Sigma_i\Sigma_{j,i\neq j}\, \sigma(r^*_i,e_j)$ je n^2-n = n(n-1) Terme umfassen. Die entsprechenden Durchschnittswerte für ein gleichgewichtetes Portfolio lassen sich deshalb definieren als

$$\varnothing[\sigma(r^*_i,r^*_j)] \equiv (1/[n(n-1)])\Sigma_i\Sigma_{j,i\neq j}\, \sigma(r^*_i,r^*_j) \qquad \text{(A10d)}$$

$$\varnothing[\sigma(e_i,e_j)] \equiv (1/[n(n-1)])\Sigma_i\Sigma_{j,i\neq j}\, \sigma(e_i,e_j) \qquad \text{(A10e)}$$

$$\varnothing[\sigma(r^*_i,e_j)] \equiv (1/[n(n-1)])\Sigma_i\Sigma_{j,i\neq j}\, \sigma(r^*_i,e_j) \qquad \text{(A10f)}$$

Für die Aktienmärkte (Abschnitt 4.1) betragen diese Werte 0.0196, 0.0034 und 0.0035. Ersetzt man diese Durchschnittswerte im Portfolio-Varianzausdruck $\sigma^2(r)$, dann resultiert

$$\begin{aligned}\sigma^2(r) &= (1/n)\, \varnothing[\sigma^2(r^*)] + (n-1)/n\, \varnothing[\sigma(r^*_i,r^*_j)] \\ &+ (1/n)\varnothing[\sigma^2(e)] + (n-1)/n\varnothing[\sigma(e_i,e_j)] \\ &+ (2/n)\varnothing[\sigma(r^*,e)] + 2(n-1)/n\varnothing[\sigma(r^*_i,e_j)]\end{aligned} \qquad \text{(A11)}$$

Man erkennt, dass bei einer wachsenden Anzahl Märkte/Währungen) **(n→∞)** die Portfoliovarianz nach

$$\lim_{n\to\infty} \quad \sigma^2(r) = \varnothing[\sigma(r^*_i,r^*_j)] + \varnothing[\sigma(e_i,e_j)] + 2\, \varnothing[\sigma(r^*_i,e_j)] \qquad \text{(A12a)}$$

strebt, d.h. ein perfekt diversifiziertes Portfolio aus drei systematischen Risikokomponenten in Form durchschnittlicher Kovarianzen besteht. Dieser Ausdruck lässt sich einfacher schreiben als

$$= \varnothing[\sigma(r^*_i+e_i,r^*_j+e_j)] \qquad \text{(A12b)}$$

was offensichtlich der durchschnittlichen Kovarianz der in inländischer Währung berechneten Renditen der Fremdwährungsanlagen darstellt, d.h. $\varnothing[\sigma(r_i,r_j)]$. Dieses Ergebnis ist aus der allgemeinen Portfoliotheorie bekannt.

8.3 Markt- und Währungs-Betas

Die soweit getroffene, mit einem Marktgleichgewicht nicht vereinbare Annahme eines gleichgewichteten Portfolios wird zugunsten eines kapitalisierungsgewichteten Marktportfolios aufgegeben; der Anteil des Marktes i resp. der Währung i in diesem Portfolio sei w_i, wobei $\Sigma_i w_i=1$. "Marktportfolio" steht für einen repräsentativen internationalen Faktor, welcher das systematische Risiko internationaler Wertschriftenanlagen widerspiegelt. Hier kann er beispielsweise als wertgewichteter Index aus Aktien und Obligationen verstanden werden. Die Varianz des perfekt diversifizierten Marktportfolios beträgt

$$\sigma^2(r) = \Sigma_i\Sigma_j\, w_i w_j\, [\sigma(r^*_i+e_i, r^*_j+e_j)] \qquad \text{(A13)}$$

Der Einfluss einer geringfügigen (marginalen) Erhöhung des Anteils von Markt/Währung i auf die Varianz des Marktportfolios beträgt

$$\begin{aligned}\delta\sigma^2(r) / \delta w_i &= 2\, \Sigma_j\, w_j[\sigma(r^*_i+e_i, r^*_j+e_j)]\\ &= 2\, \Sigma_j\, \sigma(r^*_i+e_i, w_j[r^*_j+e_j])\\ &= 2\, \sigma(r^*_i+e_i, \Sigma_j\, w_j[r^*_j+e_j]); \quad \forall\, i=1,\dots,n\end{aligned} \qquad \text{(A14)}$$

Dabei ist zu beachten, dass $\Sigma_j\, w_j[r^*_i+e_i]$ die Rendite auf dem internationalen Marktportfolio, gemessen in inländischer Währung, entspricht; sie wird mit r_m notiert. Daraus folgt

$$\delta\sigma^2(r) / \delta w_i = 2\, \sigma(r_i, r_m) \qquad \text{(A15)}$$

Typischerweise wird diese Sensitivität jedoch als prozentuale Veränderung der nicht-diversifizierbaren Portfolio-Volatilität ausgedrückt; diese wird zu

$$[\delta\sigma(r) / \sigma(r)] / \delta w_i = \sigma(r_i, r_m) / \sigma^2(r_m) \qquad \text{(A16)}$$

und entspricht dem "Beta", β_{im}, des betrachteten ausländischen Marktes, d.h. dem Koeffizienten einer linearen Regression der ausländischen Anlagerendite in inländischer Währung, r_i, auf die Rendite des internationalen Marktportfolios in inländischer Währung, r_m. Es handelt sich um den Beitrag des i-ten Marktes zum systematischen Risiko des international diversifizierten Portfolios, oder kurz um das systematische Risiko des i-ten Marktes. Das Beta kann in zwei Komponenten zerlegt werden, nämlich

$$\sigma(r^*_i, r_m)/\sigma^2(r_m) + \sigma(e_i, r_m)/\sigma^2(r_m) = \beta_{i^*m} + \beta_{em} \qquad \text{(A17)}$$

Die erste Komponente widerspiegelt den Einfluss der ausländischen Anlage i^* auf das systematische Portfoliorisiko in inländischer Währung, und die zweite Komponente widerspiegelt den entsprechenden Einfluss der Wechselkursvolatilität. Die erste Komponente kann als "Markt-Beta", die zweite als "Währungs-Beta" verstanden werden.

8.4 Einfaches Hedging

Eine Position in einem einzigen ausländischen Markt soll mit einem Devisenfuture gegen Währungsschwankungen abgesichert werden. Dabei wird vereinfachend angenommen, dass die Wertveränderung der Futures-Position exakt mit der Wertveränderung des zugrundeliegenden Wechselkurses übereinstimmt; damit wird also ein Basisrisiko ausgeschlossen. Die Rendite [15] der abgesicherten Position beträgt damit

$$r_h = r^* + e + h\, e \qquad \text{(A18)}$$

worin h die Zahl der erworbenen Kontrakte bezeichnet (Hedge Ratio); ein positives h bezeichnet eine long Position, ein negatives h eine short-Position. Der varianzminimale Hedge ist definiert als

$$\min_h \sigma^2(r_h) = \sigma^2(r^*+e+he) \qquad \text{(A19)}$$

Der erforderliche Hedge-Ratio ergibt sich aus der ersten Ableitung von [A19] nach h, welche gleich Null gesetzt wird; man berechnet einen Wert von

$$^{*} = -(1+[\sigma(r^{*},e)/\sigma^{2}(e)])$$
$$= -\sigma(r,e)/\sigma^{2}(e) \qquad \text{(A20)}$$

Dabei handelt sich um das Beta, resp. den Regressionskoeffizienten, des ausländischen Marktes (in inländischer Währung) gegenüber dem Wechselkurs. In einem international diversifizierten Portfolio sind diese Kovarianzen diversifizierbar (vgl. Gleichungen [A11] und [A12a] oben).

.5 Mehrwährungs-Hedging

Es wird nun unterstellt, dass ein Portfolio n Märkte/ Währungen mit den Gewichten w_i, i=1,...,n umfasst, und dass dieses Portfolio mit n Futureskontrakten auf diese Währungen abgesichert wird. Die Rendite der gehedgten Position beträgt

$$_{h} = \Sigma_i\, w_i(r^{*}_i+e_i) + \Sigma_i\, h_i e_i \qquad \text{(A21)}$$

worin h_i den Hedge-Ratio für den Devisenfuture auf die i-te Währung bezeichnet. Die Varianz dieser Position beträgt

$$Var(r_h) = \Sigma_i\Sigma_j\, w_i w_j\, \sigma(r^{*}_i+e_i, r^{*}_j+e_j) + \Sigma_i\Sigma_j\, h_i h_j\, \sigma(e_i,e_j) + 2\,\Sigma_i\Sigma_j\, h_i w_j\, \sigma(e_i, r^{*}_j+e_j) \qquad \text{(A22)}$$

Der varianzminimale Hedge gegenüber dem Wechselkurs i ergibt sich aus der ersten Ableitung von [A22] nach h_i, welche gleich Null gesetzt wird, d.h.

$$0 = \delta Var(r_h) / \delta h_i$$

$$= 2\,\Sigma_j\, h_j\, \sigma(e_i,e_j) + 2\,\Sigma_j\, w_j\, \sigma(e_i, r^{*}_j+e_j); \quad \forall i=1,...,n \qquad \text{(A23)}$$

Respektive

$$\Sigma_j\, h_j\, \sigma(e_i,e_j) = -\,\Sigma_j\, w_j\, \sigma(e_i, r^{*}_j+e_j)$$

$$= -\,\sigma[e_i, \Sigma_j\, w_j(r^{*}_j+e_j)]$$

Ersetzt man $\Sigma_j\, w_j(r^{*}_j+e_j)$ durch r_m, die Rendite des Portfolios in inländischer Währung, dann folgt

$$h_i = -\,\Sigma_j\, \sigma(e_i,r_m)\, \sigma^{-1}(e_i,e_j); \quad \forall i=1,...,n \qquad \text{(A24)}$$

worin $\sigma^{-1}(e_i,e_j)$ das (i,j)-Element der inversen Varianz-Kovarianzmatrix der Wechselkursveränderungen darstellt. Statistisch handelt es sich bei Gleichung [A24] um den multiplen Regressionskoeffizienten der Portfoliorendite (in inländischer Währung) gegenüber dem Wechselkurs i. Man erkennt dies am deutlichsten, wenn vereinfachend unterstellt wird, dass die Wechselkursveränderungen gegenseitig völlig unkorreliert sind, d.h. $\sigma(e_i,e_j) = 0$ für $i \neq j$. Für diesen Spezialfall enthält die Summe in Gleichung [A24] einen einzigen Term, nämlich $\sigma(e_i,r_m)\, \sigma^{-1}(e_i,e_i)$; der inverse Term entspricht in diesem Fall jedoch einfach dem Kehrwert der Wechselkursvarianz. Daraus resultiert

$$h_i = -\,\sigma(e_i,r_m)/\sigma^{2}(e_i); \quad i=1,...,n \qquad \text{(A25)}$$

oder wenn r_m durch $r_m^{*}+e_i$ ersetzt wird

$$= -\,[1 + \sigma(e_i, r^{*}_m)/\sigma^{2}(e_i)]; \quad \forall i=1,...,n$$

was offensichtlich exakt mit der einfachen Hedge-Ratio der Gleichung [A20] übereinstimmt. Der komplexere "Nenner" in Gleichung [A24] trägt einfach der Korrelationsstruktur zwischen den Wechselkursen Rechnung. Wären beispielsweise sämtliche Wechselkurse perfekt korreliert, dann sind die Hedge-Gewichte nicht bestimmbar: Es wäre in dieser Situation völlig irrelevant, mit welchem Devisenfuture abgesichert würde - jeder käme gleichermassen in Frage.

Fussnoten

[1] Nachfolgend wird ausgiebig der Term "Kovarianz" verwendet. Darunter versteht man den Korrelationskoeffizienten multipliziert mit den beiden Volatilitäten.

[2] Bei der Existenz entsprechender Risikoabsicherungsinstrumente ist es natürlich so, dass ein Engagement von 20% in den deutschen Aktienmarkt nicht zwingend ein Engagement von 20% in DM erfordert. Tatsächlich zeigen etwa LEE (1987) und KNIGHT (1991), dass eine getrennte Optimierung des Markt- und Währungsengagements die Performance von Portfolios erheblich zu steigern vermag.

[3] Vgl. Abschnitt 8.2 oder EUN/RESNICK (1988, Abschnitt 1) für eine analytische Darstellung.

[4] Natürlich determinieren sie die Höhe der Kovarianzen und damit ebenfalls die Portfoliovarianzen.

[5] Der Punkt, dass bei Gültigkeit der relativen Kaufkraftparität reale Wechselkursschwankungen ausgeschlossen sind, wird bei NIEHANS (1984, Kapitel 2.3) eingehend diskutiert und widerlegt.

[6] Man beachte, dass das UK-£ in der Stichprobenperiode nicht in der europäischen Währungsschlange enthalten war.

[7] Als Cluster-Technik wird das "Average-Linkage" Verfahren gewählt; andere Verfahren liefern im vorliegenden Fall sehr ähnliche Resultate. Insbesondere resultieren bei alternativen Verfahren genau dieselben Währungsblöcke. Als Distanzmass zwischen den Währungen wird (1-R) gewählt, wobei R den Korrelationskoeffizienten bezeichnet.

[8] Als 100% werden hier die vier verbleibenden Varianz-Kovarianz-Komponenten gesetzt.

[9] Dies widerspricht beispielsweise dem "free lunch for currency hedging"-Argument von PEROLD/SCHLUMAN (1988).

[10] Vergleiche etwa ADLER/DUMAS (1983, Kapitel 8), STULZ (1984) für eine theoretische Fundierung optimaler Absicherungsstrategien; EUN/RESNICK (1988), JORION (1989), KNIGHT (1991) zeigen die Auswirkungen der Währungsabsicherung auf das Risiko und die Rendite internationaler Portfolios.

[11] Unter "Cross-Hedge" versteht man einen Hedge, bei dem eine Kassaposition X mit einem Kontrakt abgesichert wird, dem Y zugrundeliegt. Mittels eines Cross-Hedges lässt sich das Risiko immer teilweise absichern, sofern die Kursveränderungen von X und Y nicht völlig unkorreliert sind; sind sie perfekt positiv oder negativ korreliert, dass ist natürlich ein vollständiges Hedging möglich - von einem Cross-Hedging kann hier allerdings kaum mehr gesprochen werden.

[12] Vgl. BLACK (1990), ADLER/PRASAD (1990), u.a..

[13] WORKING (1953).

[14] Eine Definition, die beiden Ansprüchen genügt, wäre die Quadratwurzel der Varianzdifferenz (3a).

[15] Als "Rendite" muss hier die absolute Wertveränderung der Anlagen verstanden werden. Man beachte überdies, dass angenommen wird, dass die Wertveränderung der Futures-Position exakt mit der Wertveränderung des zugrundeliegenden Wechselkurses übereinstimmt.

Literatur

ADLER, M. und B. DUMAS (1983): "International portfolio choice and corporation finance: A synthesis", Journal of Finance 38, pp. 925-984.

ADLER, M. und B. PRASAD (1990): "On universal currency hedges", Working Paper, Columbia University.

BLACK, F. (1990): "Equilibrium exchange rate hedging", Journal of Finance 45, pp. 899-907.

DUBACHER, R. und S. HEPP (1989): "Internationale Anlagestrategien für institutionelle Investoren", Finanzmarkt und Portfolio Management 3, pp. 151-160.

ELTON, E. und M. GRUBER (1991): "International diversification: A Swiss perspective", Finanzmarkt und Portfolio Management 5, pp. 120-129.

EUN, C. und B. RESNICK (1988): "Exchange rate uncertainty, forward contracts, and international portfolio selection", Journal of Finance 43, pp. 197-215.

JORION, P. (1989). "Asset allocation with hedged and unhedged foreign stocks and bonds", Journal of Portfolio Management, Summer, pp. 49-54.

KNIGHT, R. (1989): "International asset allocation: A Swiss perspective", Finanzmarkt und Portfolio Management 3, pp. 41-53.

KNIGHT, R. (1991): "Optimal currency hedging and international asset allocation: An integration", Finanzmarkt und Portfolio Management 5, pp. 130-163.

LEE, A. (1987): "International asset and currency allocation", Journal of Portfolio Management, Fall, pp. 68-73.

NIEHANS, J. (1984): "International monetary economics", Johns Hopkins Press.

ODIER, P., SOLNIK, B. und J.M. MIVELAZ (1991):"International diversification for Swiss pension funds", Finanzmarkt und Portfolio Management 5, pp. 20-38.

PEROLD, A. und R. SCHULMAN (1988):"The free lunch in currency hedging: Implications for investment policy and performance standards", Financial Analysts Journal 44, May/June, pp. 45-50.

SOLNIK, B. (1991): "International investments", Addison Wesely, 2. Auflage.

STULZ, R. (1984): "Optimal hedging policies", Journal of Financial and Quantitative Analysis 19, pp. 127-140.

WORKING, H. (1953): "Futures trading and hedging", American Economic Review 43, pp. 314-343.

Anhang: Korrelationen und Volatilitäten der verwendeten Märkte und Währungen.

	FXBRD	FXF	FXJAP	FXUK	FXUS	GOVBRD	GOVF	GOVJAP	GOVUK	GOVUS	MMBRD	MMF	MMJAP	MMUK	MMUS	FTBRD	FTF	FTJAP	FTUK	FTUS
	5.2%	6.7%	9.3%	10.5%	13.5%	5.8%	6.9%	5.8%	10.3%	13%	0.7%	1.3%	0.4%	0.6%	1.1%	19.5%	36.2%	16.0%	19.4%	16.4%
FXBRD	1																			
FXF	0.81	1																		
FXJAP	0.29	0.33	1																	
FXUK	0.40	0.42	0.36	1																
FXUS	0.39	0.40	0.43	0.47	1															
GOVBRD	-0.08	-0.14	-0.03	-0.06	-0.24	1														
GOVF	-0.03	-0.11	0.19	0.08	-0.90	0.55	1													
GOVJAP	-0.15	-0.13	0.09	-0.09	-0.32	0.37	0.26	1												
GOVUK	-0.06	-0.15	-0.02	0.17	-0.09	0.38	0.35	0.26	1											
GOVUS	-0.03	-0.02	-0.11	0.01	-0.15	0.29	0.13	0.41	0.25	1										
MMBRD	-0.16	-0.24	-0.14	-0.15	0.07	0.14	0.04	0.10	0.05	0.04	1									
MMF	-0.17	-0.35	-0.03	-0.13	0.01	0.32	0.26	0.13	0.18	0.08	0.68	1								
MMJAP	-0.14	-0.19	0.02	-0.12	0.01	0.18	0.17	0.29	0.08	0.12	0.69	0.67	1							
MMUK	-0.08	-0.19	-0.21	-0.03	-0.05	0.09	0.02	0.07	0.19	0.11	0.70	0.34	0.42	1						
MMUS	-0.17	-0.21	-0.06	-0.09	0.06	0.08	0	0.19	0.07	0.27	0.76	0.58	0.64	0.5	1					
FTBRD	0.08	0.07	0.10	0.03	0.14	0.17	0.21	-0.04	0.07	0.13	-0.01	0.03	0.11	0.07	-0.04	1				
FTF	0.07	0.15	0.20	0.07	0.04	0.12	0.32	0.03	-0.04	0.08	-0.19	-0.19	-0.06	-0.13	-0.22	0.50	1			
FTJAP	-0.04	-0.03	0.22	0.06	0.04	0.12	0.23	0.25	0.21	0.03	-0.09	-0.09	0	-0.08	-0.15	0.28	0.33	1		
FTUK	0.07	0.15	0.19	0.14	0.16	0.14	0.22	0.02	0.26	0.18	0.02	0.01	0.05	0.07	-0.03	0.50	0.46	0.42	1	
FTUS	0.04	0.11	0.07	0.05	0.10	0.13	0.18	0.03	0.16	0.35	-0.07	0.01	0.03	-0.01	-0.04	0.45	0.36	0.40	0.70	1

Notes: *FX...* *Foreign Exchange (Wechselkursveränderungen)*
GOV... *Renditen auf Staatsobligationen*
MM... *Renditen auf Eurodepositen*
FT... *Aktienrenditen aufgrund der Financial Times Indizes*

Die Prozentzahlen auf der zweiten Zeile bezeichnen die annualisierten Volatilitäten der Renditen.