

Anlage- und Portfolioeigenschaften von Commodities am Beispiel des GSCI

1. Commodities als Asset Class

Vermögensanlagen werden im institutionellen Anlagegeschäft vorwiegend in finanzielle Asset Classes und Hypothekaranlagen investiert. Der Vorteil von Finanzanlagen besteht in der meist hohen Liquidität, also der jederzeitigen Möglichkeit zur Veräusserung an einer Wertpapierbörse. Demgegenüber ist die Investition in Commodities wenig verbreitet. Darunter versteht man Anlageformen, deren Wertentwicklung von den Marktpreisschwankungen von Güterpreisen (fossile Brennstoffe, Edelmetalle, Getreide, etc.) abhängig sind. Selbstverständlich werden nicht Investitionen in die Güter selbst getätigt; es werden heute Anlageformen angeboten, bei denen eine Partizipation über Futures-Kontrakte und/oder Commodity-Indizes erreicht wird. Im vorliegenden Artikel werden die Investitionscharakteristika eines solchen Index, des Goldman-Sachs Commodity Index (GSCI), aus der Sicht eines Schweizerfranken-Investors analysiert [1].

*Wir danken der Firma Goldman, Sachs Finanz AG, Zürich, namentlich Herrn Eduard Kauffmann, für die finanzielle Unterstützung bei der Erstellung der vorliegenden Untersuchung, sowie Herrn Jim Crimmins, Goldman Sachs New York, für die Überlassung von Daten sowie für viele wertvolle Ratschläge. Der vorliegende Artikel entstand während eines Forschungssemesters an der University of California at Los Angeles.

Warum sollen Commodities als Anlagealternative überhaupt in Betracht gezogen werden? Im allgemeinen werden Commodities Anlagecharakteristika unterstellt, welche sich für den Anleger im Sinne der effizienten Diversifikation seines Portfolios [2] vorteilhaft auswirken. So unterstellt man beispielsweise einen relativ guten Schutz gegenüber unerwarteter Inflation [3]: In Zeiten, wo unerwarteterweise eine hohe Inflation auftritt, vermutet man Kursgewinne bei Commodities. Ausserdem werden die Kursschwankungen von Commodities und Finanzanlagen nicht vollkommen parallel verlaufen, ja teilweise wird sogar ein antizyklischer Zusammenhang erwartet. Aus der Portfoliotheorie ist bekannt, dass sich durch eine Streuung des Vermögens auf verschiedene Anlagekategorien der Trade-off zwischen Risiko und Rendite auf dem gesamten Portfolio verbessern lässt. Aus volkswirtschaftlicher Sicht liegt der Nutzen Commodity-abhängiger Instrumente darin, dass durch die Übertragung von Produktpreisrisiken auf Investoren, welche diese teilweise durch Wertpapierrisiken diversifizieren können, eine gesamtwirtschaftlich bessere und vermutlich letztlich kostengünstigere Risikoverteilung erreicht wird [4].

Im vorliegenden Artikel werden die Anlagecharakteristika des GSCI als Einzelanlage sowie als Bestandteil eines professionell verwalteten Portfolios untersucht. Im nächsten Abschnitt wird das der Untersuchung zugrundeliegende Zahlenmaterial charakterisiert. Im dritten Abschnitt werden die

Risiko- und Renditeeigenschaften des GSCI als Einzelanlage untersucht. Ein Anleger, dessen Referenzwährung der Schweizerfranken ist, trägt bei einer Investition in den GSCI nebst dem Anlagerisiko zusätzlich ein Währungsrisiko gegenüber dem US-Dollar. Deshalb wird im vierten Abschnitt der Einfluss von Währungsschwankungen auf die Anlageerträge des GSCI in Schweizerfranken analysiert. Daneben wird untersucht, inwieweit der GSCI einen Schutz gegen unerwartete Inflation bietet. Im fünften Abschnitt wird die Bedeutung des GSCI im Rahmen eines diversifizierten Portfolios betrachtet. Dazu werden die Korrelationseigenschaften des GSCI gegenüber unterschiedlichen Asset Classes sowie die sich daraus ergebenden effizienten Anlagemöglichkeiten untersucht. Im sechsten Abschnitt werden die wichtigsten Ergebnisse des Artikels zusammengefasst.

2. Daten und Commodity-Yields

2.1 Datengrundlage

Den nachfolgenden Untersuchungen liegen monatliche Daten der Zeitperiode Januar 1970 bis Juni 1992 zugrunde. An verschiedenen Stellen musste allerdings der Untersuchungszeitraum verkürzt werden, weil bestimmte Zeitreihen in abweichenden Zeitperioden erhoben wurden. An den entsprechenden Stellen wird explizit auf die Verkürzung hingewiesen. Tabelle 1 enthält eine Übersicht über die in der Untersuchung verwendeten Datenreihen. Die Datenreihen werden in der Untersuchung mit den dort angegebenen Abkürzungen bezeichnet. Die gesamte Untersuchung beruht auf stetigen Renditewerten, d.h. Differenzen der logarithmierten Niveauwerte. Die Studie ist aus der Sicht eines schweizerischen Investors verfasst; aus diesem Grund sind alle relevanten Indexwerte von ihrer originären Währung in Schweizerfranken umgerechnet worden.

Tabelle 1: Verwendete Datenreihen und Zeitperioden

Datenreihe	Beschreibung	Währung	Periode
GSCI	Goldman Sachs Commodity Index, Total Return (TR)	\$	1970/01-1992/06
GSCI2	GSCI, Total Return simuliert mit Gewichten von 1992	\$	1970/01-1992/04
GSCISPOT	GSCI, Spot	\$	1970/01-1991/12
SFBOND	Schweizerische Bonds mit 10 Jahren Laufzeit, TR	SFr	1970/01-1991/12
USBOND	Amerikanische Bonds mit 10 Jahren Laufzeit, TR	\$	1970/01-1992/05
WRLDBOND	Weltweite Bonds mit 10 Jahren Laufzeit, TR	\$	1970/02-1992/04
SFSTOCK	FTA Aktienindex Schweiz, TR	SFr	1970/01-1991/04
USSTOCK	FTA Aktienindex USA, TR	\$	1970/01-1992/05
WRLDSTOCK	FTA Weltaktienindex, TR	\$	1970/02-1992/04
REUTERS	Reuters Commodity Index	£	1979/11-1992/05
CRBSPOT	CRB Spot Commodity Index	\$	1970/01-1992/06
CRBFUT	CRB Futures Commodity Index	\$	1970/01-1992/06
SFKPI	Schweizerischer Konsumentenpreisindex	SFr	1970/01-1992/06
SFGHPI	Schweizerischer Grosshandelspreisindex	SFr	1970/01-1992/06
CRUDE	US Rohölpreisindex	\$	1970/01-1992/02
SFIMMOB	Immobilienfondsindex Schweiz, TR	SFr	1973/01-1992/02
USLIBOR1	Euro US-Dollar, 1 Monat	\$	1973/05-1992/06
SFLIBOR1	Euro Schweizerfranken, 1 Monat	SFr	1973/05-1992/06
SFLIBOR3	Euro Schweizerfranken, 3 Monat	SFr	1973/07-1992/06
SFr/\$	Wechselkurs Schweizerfranken zu US-Dollar	-	1970/01-1992/06
SFr/£	Wechselkurs Schweizerfranken zu Brit. Pound	-	1970/01-1992/06

Abbildung 1 zeigt die Zusammensetzung des GSCI im Vergleich zu anderen Commodity-Indizes. Man erkennt den relativ hohen Anteil von Energieprodukten (Erdöl, Heizöl, Benzin) im GSCI. Beim REUTERS- und CRB-Index ist der Energieanteil

wesentlich geringer, der Anteil von Agrarprodukten aber deutlich höher als beim GSCI. Ausserdem muss betont werden, dass die Gewichtungen der einzelnen Commodities im GSCI ihren Mengenanteilen an der Weltproduktion entsprechen, was für

Abbildung 1: Zusammensetzung des GSCI im Vergleich zum CRBFUT und REUTERS

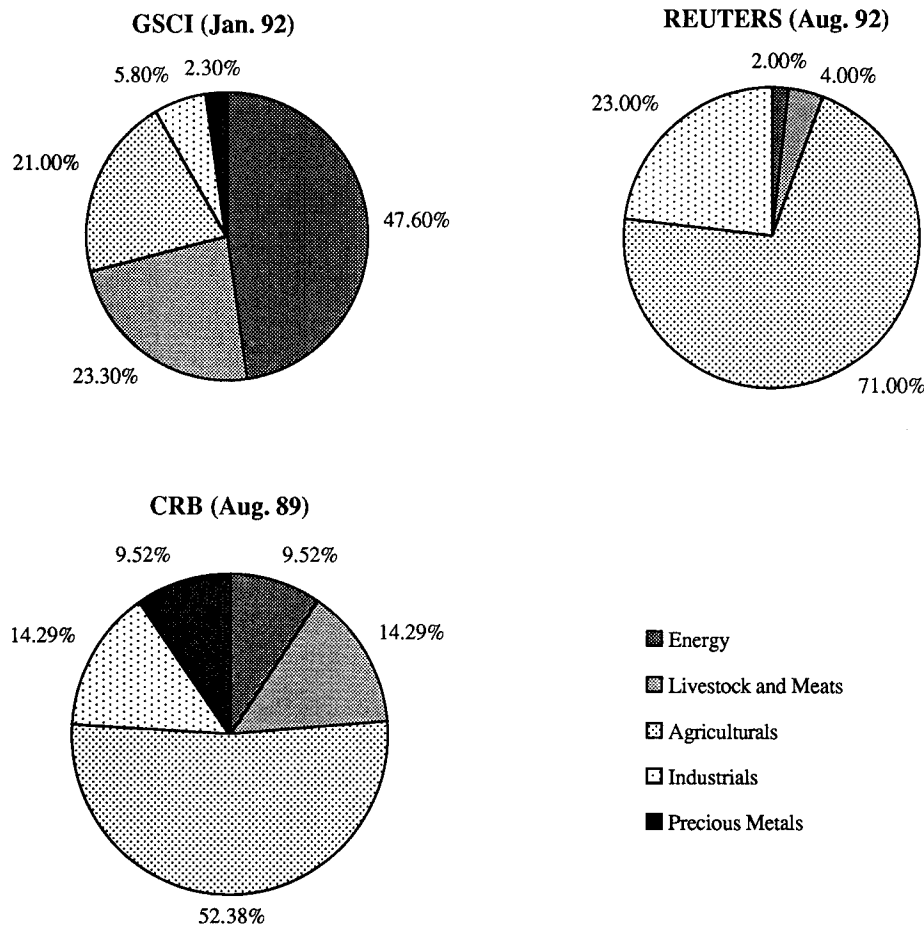


Tabelle 2: Vergleich verschiedener Commodity Indizes

Merkmal	GSCI	CRBSPOT	CRBFUT	REUTERS
Anzahl Commodities	18	23	21	17
Gewichtung	Produktion	gleichgewichtet	gleichgewichtet	Bedeutung im internat. Handel
Total Return	Ja	Nein	Nein	Nein
Yield eingeschlossen	Ja	Nein	Nein	Nein
Eingegangene Preise	Futures	Spot	Futures	Spot und Futures
Historische Daten	ab 1970	ab 1955	ab 1955	ab 1979

die anderen Commodity-Indizes nicht zutrifft (vgl. Tabelle 2). Dadurch soll eine grössere Empfindlichkeit des Index gegenüber globalen Veränderungen der weltwirtschaftlichen Rahmendaten Rechnung getragen werden [5]. Erfasst werden im GSCI zudem ausschliesslich Commodities, für die weltweit ein liquider Futures-Markt existiert.

Die unterschiedliche Zusammensetzung der Indizes widerspiegelt sich insbesondere in eher tiefen Korrelationskoeffizienten ihrer Renditen (vgl. Tabelle 3). Am stärksten korreliert ist der GSCI mit dem CRB Futures-Index. Die Korrelation mit dem REUTERS Commodity-Index ist mit 0.46 in der Periode vom Januar 1981 bis Dezember 1991 relativ schwach. In der weiteren Analyse wird sich bestätigen, dass die verschiedenen Indizes zum Teil stark unterschiedliche Anlagecharakteristika aufweisen.

Tabelle 3: Korrelation des GSCI SPOT mit anderen Commodity Indizes in SFr, Quartalsdaten

Zeitperiode	CRBSPOT	CRBFUT	REUTERS
1970/01 - 1991/12	0.68	0.82	-
1970/01 - 1980/12	0.71	0.86	-
1981/01 - 1991/12	0.64	0.75	0.46

2.2 Die Yield-Komponenten des GSCI

Eine Besonderheit des GSCI gegenüber anderen Commodity-Indizes besteht in der Berechnung der Gesamtrendite, nachfolgend als "Yield" bezeichnet. Der Berechnung des GSCI liegt die Annahme einer konkreten Anlagestrategie zugrunde. Man geht davon aus, dass ein Investor Commodities nicht physisch hält, sondern dass er Futures auf die im GSCI enthaltenen Commodities erwirbt. Unterstellt man die Gültigkeit der Spot-Futures-Arbitragerelation, dann muss der im Zeitpunkt t gültige Futures-Preis einer Anlage resp. eines Commodity, $F(t, T)$, dem mit dem risikolosen Zinssatz aufgezinsten Kassakurs, $S(t)$, entsprechen:

$$F(t, T) = S(t) e^{r(T-t)} \quad (1)$$

T bezeichnet den Verfallzeitpunkt des Futures, $T-t$ demzufolge die Restlaufzeit und r den stetigen risikolosen Zinssatz. Die Begründung der Spot-Futures-Parität ergibt sich daraus, dass der für den späteren Erwerb der Anlage (auf Termin) erforderliche Geldbetrag, also der Futurespreis, bis zum betreffenden Datum (Verfalltermin) risikolos angelegt werden kann. Eine konsistente, d.h. arbitragefreie Bewertung des Kassa- gegenüber dem Futuresmarkt erfordert, dass eine Anlage über den Futuresmarkt nicht "billiger" erworben werden kann als über den Kassamarkt. Kassa- und Futureskurs dürfen deshalb nur in der Proportion des risikolosen Zinssatzes voneinander abweichen [6].

Von der Spot-Futures Parität, welche eine reine Arbitragerelation darstellt, klar zu unterscheiden ist die Terminparität. Diese besagt, dass der heute beobachtete Futureskurs, $F(t, T)$, eine unverzerrte Prognose des bei Verfall gültigen Kassakurses, $E_t[S(T)]$, darstellt. Meistens wird diese Parität mit "Markteffizienz" begründet: Wenn der zukünftige Kassakurs systematisch über (unter) dem heutigen Terminkurs liegen würde, könnte man durch fortgesetzte (ungesicherte) Terminkäufe resp. -verkäufe einen überdurchschnittlichen Ertrag erwirtschaften. Es wäre jedoch falsch, Markteffizienz dahingehend zu interpretieren, dass solche Erträge ausgeschlossen wären. Vielmehr dürfte es zutreffen, dass systematische Erträge auf ungesicherten Termintransaktionen zur Kompensation von Risiken dienen, welche mit diesen Transaktionen verbunden sind. Um die ökonomische Bedeutung solcher "Terminprämien" zu verstehen, muss man sich deshalb die Ursache dieser ungesicherten Termintransaktionen vergegenwärtigen. Im Falle von Commodities ist dies nicht allzu schwierig. Man stelle sich beispielsweise eine Erdölgesellschaft vor, welche sich gegenüber den Erdölpreisschwankungen durch den Terminverkauf ihrer geplanten Produktion absichert (d.h. durch den Verkauf von Erdölfutures). Wenn diesen absicherungsinduzierten Terminverkäufen keine umfangmässig identischen, ebenfalls absicherungsinduzierte Terminkäufe gegenüberstehen (was unwahrscheinlich wäre), beispielsweise seitens der erdölverarbeitenden

Industrie oder von Konsumenten, so muss das Preisrisiko durch risikowillige Investoren übernommen werden. Dies sind Marktteilnehmer, welche Risiken ungesichert übernehmen und dafür eine Prämie verlangen. Im erwähnten Beispiel, wo die Absicherung seitens der Produzenten einen Überhang an Terminverkäufen (short Futures) bewirkt, muss die Prämie einen optimalen Anreiz schaffen, Terminkäufe zu tätigen (long Futures). Dies wird erreicht, wenn der Terminkurs im Durchschnitt unter dem zukünftigen Kassakurs (zu dem die Investoren die zum Terminkurs gekaufte Ware abtreten) liegt. Tatsächlich beobachtet man für die meisten Commodity-Märkte eine negative Futures-Preisabweichung, $F(t,T) < E_t[S(T)]$. Dieses altbekannte Phänomen wurde von KEYNES (1930) in seiner Abhandlung "A Treatise on Money" als Backwardation bezeichnet [7]. Zusammenfassend ergibt sich daraus die Möglichkeit, durch systematische, ungesicherte Terminkäufe eine Risikoprämie zu verdienen.

Bei der Berechnung des GSCI geht man nun davon aus, dass Investoren die vorher beschriebene Backwardation ausnutzen, indem sie in die 5 Komponenten des GSCI (vgl. Abbildung 1) auf den entsprechenden Futuresmärkten investieren. Bei Fälligkeit der Futureskontrakte erwerben sie das entsprechende Commodity zum Futurespreis und verkaufen es sofort zum (im Durchschnitt) höheren, herrschenden Spotpreis (Kassakurs). In der Zwischenzeit, also während der Laufzeit des Futureskontraktes, legen sie ihr Geld in T-Bills risikolos an. Anschliessend kaufen sie sofort neue Futureskontrakte auf die fünf Komponenten des GSCI und legen den Erlös aus den Spotverkäufen zum T-Bill-Yield an. Nach Ablauf der Futureskontrakte wird das geschilderte Verfahren kontinuierlich wiederholt. Man spricht von einer überrollenden Strategie mit Futures. Der Berechnung der GSCI Total Returns liegen also drei wesentliche Yield-Komponenten zugrunde:

1. *T-Bill-Yield*: Er resultiert aus der Anlage des Ausgangsvermögens während der Laufzeit des Futuresvertrages zur T-Bill-Rate.

2. *Roll-Yield*: Er resultiert aus dem Überrollen der Futuresverträge und dem Ausnutzen der Backwardation, die für Commodities typisch ist.
3. *Spot-Yield*: Er resultiert daraus, dass Spotpreise für Commodities Preisveränderungen unterliegen. Es wird unten gezeigt, dass der Spot-Yield einen positiven Einfluss auf den Roll-Yield hat.

Empirisch erklärt der T-Bill-Yield 29.02% der Varianz des Total Return des GSCI, der Roll-Yield 24.83% und der Spot-Yield 95.11% [8].

Diese drei Yield-Komponenten werden als nächstes etwas genauer analysiert. Grundlage bildet eine Ein-Perioden-Betrachtung. Im Zeitpunkt 0 wird die Investition getätigt; im Zeitpunkt 1 wird der Futures-Kontrakt fällig. S_0 sei der Spotpreis eines Commodity im Investitionszeitpunkt 0, S_1 der zukünftige Spotpreis im Zeitpunkt 1 und $E_0(S_1)$ der im Zeitpunkt 0 erwartete Spotpreis für den Zeitpunkt 1. F_0 und F_1 seien die entsprechenden Futurespreise, R sei die (einfache) Rendite aus der T-Bill Anlage, R_r der Roll-Yield und R_s der Spot-Yield. Für die erwarteten Yields zum Zeitpunkt 0 folgt:

$$E_0(R_s) = \frac{E_0(S_1)}{S_0} - 1$$

$$E_0(R_r) = \frac{E_0(S_1)}{F_0} - 1 > 0 \quad (2)$$

Da im Falle von Backwardation $E_0(S_1)$ grösser als F_0 ausfällt, ist der erwartete Roll-Yield positiv. Der erwartete Total Return R_{tr} aus der Strategie ergibt sich aus der Addition des T-Bill-Yield R und des Roll-Yield R_r [9]:

$$E_0(R_{tr}) = R + E_0(R_r) \quad (3)$$

Da R_r von S_1 abhängig ist, wird auch der Spot-Yield einen Einfluss auf den Roll-Yield ausüben: Je grösser der Spot-Yield, desto grösser ist auch der Roll-Yield. Ein Zahlenbeispiel soll dies illustrieren:

	Periode 0	Periode 1
Spotkurs für 1 Barrel Oel	25 \$	26 \$
Futures-Kurs für 1 Barrel Oel	20 \$	22 \$

Ein Investor möchte im Zeitpunkt 0 einen Barrel Erdöl auf Termin erwerben. Dazu kauft er einen Futures-Kontrakt (Futures-Kurs: 20 \$) und investiert einen Betrag von 20 \$ zum risikolosen Zinssatz von 10% in T-Bills. Im Zeitpunkt 1 erhält er:

Rückzahlung aus den T-Bills	+ 22 \$
Kauf 1 Barrel Oel	- 20 \$
Verkauf 1 Barrel Oel	+ 26 \$

Insgesamt nimmt er 28 \$ ein, was einer Verzinsung von 40% seines Anfangsvermögens entspricht. Auf diese Weise geht es weiter: Anschliessend kauft der Investor wieder Oel auf Termin (Terminkurs: 22 \$) und legt die 28 \$ risikolos in T-Bills an. Er rollt den Vertrag also in die nächste Periode über. Der Roll-Yield zwischen Zeitpunkt 0 und Zeitpunkt 1 ergibt sich aus

$$R_r = \frac{S_1}{F_0} - 1 = \frac{26}{20} - 1 = 30\% \quad (4a)$$

Die risikolose Rendite auf T-Bills beträgt 10%. Insgesamt hat er also eine Rendite von

$$R_{rr} = R + R_r = 10\% + 30\% = 40\% \quad (4b)$$

realisiert. Der Spot-Yield eines Barrels Erdöl in diesem Beispiel beträgt dagegen lediglich

$$R_s = \frac{S_1}{S_0} - 1 = \frac{26}{25} - 1 = 5\% \quad (4c)$$

Durch das Ausnutzen von Backwardation hat der Investor unter Inkaufnahme eines höheren Anlage-risikos einen Zusatzrendite von 35% erzielen können.

3. Risiko- und Renditeeigenschaften des GSCI

3.1 Allgemeine Rendite- und Risikoeigenschaften

In diesem Abschnitt werden die zur Beurteilung des GSCI benötigten statistischen Rendite- und Risikomasse dargestellt und den entsprechenden Masszahlen alternativer, passiver Anlagemöglichkeiten gegenübergestellt. Auf diese Weise soll beurteilt werden, ob der GSCI als Einzelanlage eine attraktive Alternative zu Aktien-, Festgeld- oder Immobilienanlagen darstellt. Die nachfolgende Analyse wird im 5. Abschnitt durch eine Untersuchung der Portfolioeigenschaften des GSCI ergänzt, wo der Beitrag des GSCI zum Risiko-/Rendite-Tradeoff eines diversifizierten Portfolios betrachtet wird. Die nachfolgenden Untersuchungen beruhen auf den folgenden Masszahlen:

Durchschnittsrendite:

Die Durchschnittsrendite wird als arithmetisches Mittel der stetigen, monatlichen Renditen berechnet. Durch Multiplikation mit dem Faktor 12 gewinnt man annualisierte Werte.

Volatilität:

Das Gesamtrisiko einer Anlage wird mit der Volatilität gemessen. Die annualisierte Volatilität gewinnt man durch Multiplikation der Standardabweichung der stetigen, monatlichen Renditen mit der Quadratwurzel aus 12.

Sharpe-Ratio:

SHARPE (1966) schlägt die "Reward-to-Variability Ratio" (später als Sharpe-Ratio bezeichnet) zur Beurteilung der Performance von Portfolios vor. Darunter versteht man das Verhältnis zwischen der erzielten durchschnittlichen Überschussrendite einer Anlage (Durchschnittsrendite abzüglich des risikofreien Zinssatzes) und dem Gesamtrisiko (Volatilität) der Anlage:

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{E(R_p) - R}{\sigma_p} \quad (5)$$

$E(R_p)$ bezeichnet die erwartete (hier: die erzielte Durchschnitts-) Rendite der Anlage p , σ_p bezeichnet deren Volatilität, und R bezeichnet die Verzinsung einer risikolosen Anlage. Die Sharpe-Ratio zeigt den Umfang, in dem bei der betrachteten Anlage das eingegangene Gesamtrisiko entschädigt wird. Die Performance wird als umso besser bezeichnet, je höher der Quotient ausfällt.

Schiefe:

Der Pearson'sche Schiefekoeffizient ist das standardisierte, dritte zentrale Moment einer Verteilung und dient als Mass für die Symmetrie einer Verteilung. Der Koeffizient beträgt Null bei einer vollständig symmetrischen Verteilung wie zum Beispiel der Normalverteilung; er ist negativ bei einer linksschiefen Verteilung der Renditen und positiv bei rechtsschiefer Verteilung. Grundsätzlich gilt, dass risikoaverse Investoren eine rechtsschiefe Verteilung einer linksschiefen vorziehen, d.h. dass sie einen stärker positiven Schiefekoeffizienten begrüssen. Eine positive Schiefe bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit (oder Häufigkeit) überdurchschnittlich hoher Renditen gegenüber einer Normalverteilung grösser ist. Es muss erwähnt werden, dass der Schiefekoeffizient gegenüber Ausreissern stark sensibel ist und die Aussagekraft dieser Masszahl deshalb mit Vorsicht zu geniessen ist.

In den Tabellen 4/5 sind die durchschnittlichen Renditen und Volatilitäten unterschiedlicher Anlagekategorien dargestellt. Sämtliche Grössen sind annualisiert. Ein Vergleich der Durchschnittsrenditen zeigt, dass der GSCI in der betrachteten Gesamtperiode vom Januar 1970 bis Mai 1992 eine höhere Rendite als alle anderen der untersuchten Anlagealternativen abgeworfen hat. Neben dem Hauptindex (GSCI) werden die Renditen eines modifizierten Index (GSCI2) analysiert: Bei dieser Zeitreihe werden die Gewichte der einzelnen Bestandteile des Index entsprechend deren Ausprägung im Jahre 1992 für die gesamte Stichprobenperiode konstant gehalten. Gegenüber dem Schweizer Aktienindex (SFSTOCK) liegt die Rendite des GSCI

rund 3.22% höher, gegenüber einer risikolosen Anlage (SFLIBOR) 4.03%. Die Rendite des GSCI liegt in den beiden analysierten Teilperioden (1970-1980, 1981-1992) zwischen 8% und 9% - dies im Gegensatz zu den übrigen Anlagen, die in den beiden Teilperioden zum Teil extreme Renditeunterschiede zeigen. In den Siebziger-Jahren findet man für den GSCI eine deutliche Höherverzinsung im Vergleich zu den übrigen Anlagen. In den Achtziger-Jahren wird der GSCI von den Schweizer Aktien (SFSTOCK) und vom weltweiten Aktienportfolio (WRLDSTOCK) übertroffen. Höhere durchschnittliche Renditen setzen auf Kapitalmärkten meistens ein höheres Anlagerisiko voraus; diese fundamentale Erkenntnis der Kapitalmarkttheorie wird dadurch bestätigt, dass die GSCI-Renditen ein deutlich höheres Anlagerisiko (Volatilität) aufweisen als die übrigen Anlagekategorien. Die Volatilität des GSCI fällt in der ersten Teilperiode deutlich höher aus als in der zweiten. Ein Vergleich der Performance aufgrund der Sharpe-Ratio zeigt, dass der GSCI über die Gesamtperiode einen besseren Risiko/Rendite-Tradeoff aufweist als die Aktien und Bonds. Einzig der schweizerische Immobilienfondsindex liegt mit einem Wert von 0.27 höher als der GSCI. In der ersten Teilperiode weisen die schweizerischen Bonds und die Immobilien eine bessere Performance auf als der GSCI. Trotz des Börsencrashes vom Oktober 1987 liegen in der zweiten Teilperiode sämtliche Aktienindizes und die Immobilien über der Performance des GSCI.

3.2 Verhalten des GSCI bei extremen Zins- und Aktienmarktveränderungen

In diesem Abschnitt wird untersucht, wie sich der GSCI bei extremen Bewegungen des schweizerischen Aktien- und Bondmarktes verhalten hat. Dazu werden jene Monate betrachtet, in denen der schweizerische Aktienmarkt mindestens um 10% gestiegen oder um 10% gefallen ist. Insgesamt ist dieser Fall in der Periode von Januar 1970 bis April 1992 neun mal eingetroffen. Abbildung 2 zeigt, dass sich der GSCI(\$) in sechs der neun Fälle entgegenge-

Tabelle 4: Risiko- und Rendite-Charakteristika des GSCI im Vergleich zu anderen Anlagen

Periode	GSCI (SFr)	GSCI2 (SFr)*	SFBOND (SFr)*	SFSTOCK (SFr)*	SFLIBOR(SFr)*
Durchschnittsrendite					
70/01-92/05	8.70%	9.78%	5.09%	5.48%	4.73%
70/01-80/12	8.83%	10.23%	5.39%	2.52%	3.47%
81/01-92/05	8.57%	9.34%	4.80%	8.63%	5.57%
Volatilität					
70/01-92/05	21.38%	19.90%	4.01%	16.13%	0.81%
70/01-80/12	23.85%	20.09%	4.50%	15.56%	0.87%
81/01-92/05	18.78%	19.79%	3.46%	16.73%	0.67%
Sharpe Ratio					
70/01-92/05	0.19	0.25	0.09	0.05	0.00
70/01-80/12	0.22	0.34	0.42	-0.06	0.00
81/01-92/05	0.16	0.19	-0.22	0.18	0.00
Schiefe					
70/01-92/05	0.017	-0.045	-0.586	-0.934	0.360
70/01-80/12	-0.005	0.560	-0.794	-0.040	1.039
81/01-92/05	0.056	-0.656	-0.139	-1.725	0.361

* Bei diesen Zeitreihen wurde die Untersuchungsperiode entsprechend den zur Verfügung stehenden Daten (vgl. Tabelle) verkürzt.

setzt zum Aktienmarkt verhalten hat. In den sechs Fällen, in denen der Aktienmarkt um mehr als 10% gefallen ist, beobachtet man nur einmal eine gleichgerichtete Bewegung des GSCI. Die Rendite des GSCI ist jedoch in wesentlich geringerem Ausmass gefallen als jene der Aktien. In den übrigen vier Fällen hat sich der GSCI antizyklisch verhalten, d.h. ist angestiegen. Ein gutes Beispiel liefert der Oktober 1987 (Crash-Monat), wo der schweizerische Aktienmarkt um 28.01% gefallen ist, während der GSCI geringfügig um 1.05% gestiegen ist. Betrachtet man die drei "positiven Monate" des schweizerischen Aktienmarktes (Januar 1975, Oktober 1985, Mai 1990), so erkennt man allerdings kein eindeutiges Verhaltensmuster des GSCI. In zwei der drei Fälle verzeichnet der GSCI einen Renditerückgang. Insgesamt lässt sich kein eindeutig zyklisches oder antizyklisches Verhaltensmu-

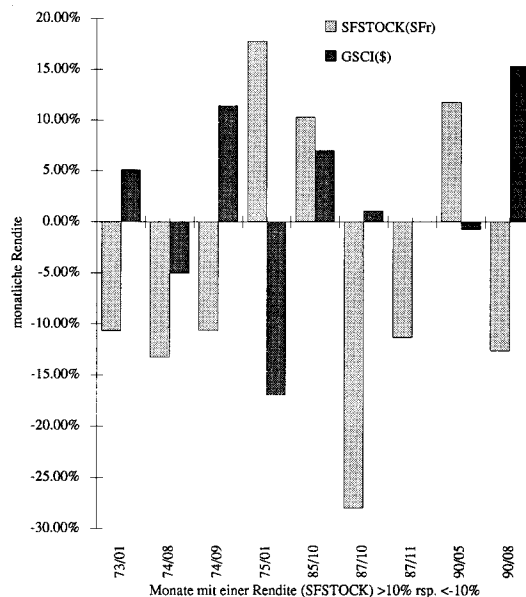
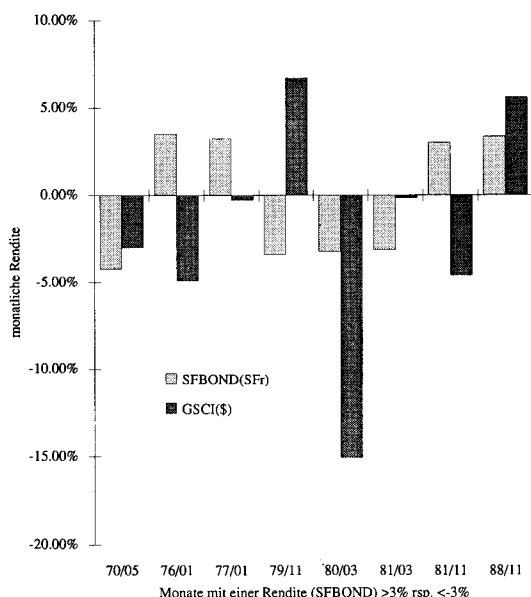
Abbildung 2: Verhalten des GSCI (\$) bei Aktienmarktschwankungen SFSTOCK (SFr) <-10% resp. >10%

Tabelle 5: Risiko- und Rendite-Charakteristika des GSCI im Vergleich zu anderen Anlagen.

Periode	GSCI (SFr)	SFIMMOB(SFr)*	CRBFUT(SFr)*	WRLDBOND(SFr)*	WORSTOCK(SFr)*
Durchschnittsrendite					
70/01-92/05	8.70%	6.41%	- 2.55%	2.54%	6.65%
70/01-80/12	8.83%	2.30%	0.24%	- 2.65%	2.06%
81/01-92/05	8.57%	6.54%	5.25%	7.55%	11.08%
Volatilität					
70/01-92/05	21.38%	6.19%	17.24%	12.27%	17.20%
70/01-80/12	23.85%	7.32%	18.90%	11.40%	16.70%
81/01-92/05	18.78%	5.26%	15.51%	12.94%	17.63%
Sharpe Ratio					
70/01-92/05	0.19	0.27	-0.42	-0.18	0.11
70/01-80/12	0.22	0.38	-0.17	-0.54	-0.09
81/01-92/05	0.16	0.18	-0.70	0.15	0.31
Schiefe					
70/01-92/05	0.017	1.405	-0.012	-0.284	-0.865
70/01-80/12	-0.005	2.337	-0.067	-0.579	-0.316
81/01-92/05	0.056	-0.521	0.010	-0.172	-1.348

* Bei diesen Zeitreihen wurde die Untersuchungsperiode entsprechend den zur Verfügung stehenden Daten (vgl. Tabelle) verkürzt.

Abbildung 3: Verhalten des GSCI (\$) bei Zinsbewegungen SFBOND (SFr) < -3% resp. > 3%

ster des GSCI bei extremen Aktienmarktbe-
 wegungen feststellen, wohl aber eine schwache Tendenz
 zu letzterem.

Als nächstes wird das Verhalten des GSCI bei
 extremen Zinsbewegungen auf dem schweizerischen
 Bondmarkt untersucht. Betrachtet werden
 monatliche Zinsausschläge von mehr resp. weniger
 3%. Zwischen Januar 1970 und Dezember 1991
 ergeben sich insgesamt vier positive und vier nega-
 tive Zinsausschläge. Abbildung 3 liefert erneut kein
 einheitliches Bild bezüglich zyklischem resp. anti-
 zyklischem Verhalten des GSCI gegenüber den
 Zinsausschlägen. In vier der insgesamt acht Fälle
 verhält sich der GSCI zyklisch mit dem Bondmarkt,
 wobei er zweimal stärker reagiert als der Bond-
 markt und zweimal schwächer. Bei den vier antizy-
 klischen Bewegungen des GSCI gegenüber dem
 Bondmarkt hat der GSCI in drei Fällen wesentlich

stärker reagiert. Am ausgeprägtesten antizyklisch verhält sich der GSCI im November 1979, indem er bei einem Zinsrückgang von -3.41% auf dem schweizerischen Bondmarkt eine positive Wertveränderung von 6.7% verzeichnet.

4. Währungsrisiko und Inflation

4.1 Währungsrisiko

Der GSCI ist ein in US-\$ notierter Index. Für einen Anleger mit Referenzwährung US-\$ äussert sich das Anlagerisiko des GSCI in der Volatilität der GSCI-Renditen. Partizipiert ein Anleger mit einer anderen Referenzwährung am GSCI, so entsteht für ihn zusätzlich ein Währungsrisiko. Dieses entsteht durch die Umrechnung der US-\$-basierten Renditen in die betreffende Referenzwährung. Nachfolgend wird als Referenzwährung der Schweizerfranken (SFr) betrachtet. Wenn stetige Renditen verwendet werden, so muss lediglich die logarithmierte Veränderung des Wechselkurses zur GSCI-Rendite hinzuaddiert werden:

$$R_{SFr} = R_s + R_x \tag{6}$$

R_x bezeichnet die logarithmierte Veränderung des Wechselkurses des Schweizerfranken zum US-\$, R_{SFr} die GSCI-Rendite mit Referenzwährung Schweizerfranken und R_s die GSCI-Rendite mit Referenzwährung US-\$. Im Vergleich zu einem Investor mit Referenzwährung US-\$ entsteht für den SFr-Investor dann ein Währungsrisiko, wenn durch die Schwankungen des Wechselkurses eine erhöhte

Volatilität der Anlagerendite induziert wird, konkret, wenn die Volatilität der GSCI-Renditen in Schweizerfranken grösser ist als die Volatilität der GSCI-Renditen in US-\$:

$$\sigma[R_{SFr}] > \sigma[R_s] \tag{7}$$

Ob und in welchem Umfang dies der Fall ist, hängt von der Grösse des Korrelationskoeffizienten zwischen der GSCI-Rendite (in US-\$) und der Wechselkursrendite ab [10]. Der Grund dafür liegt darin, dass die Volatilität der GSCI-Renditen in Schweizerfranken durch

$$\sigma[R_{SFr}] = \sqrt{\sigma^2[R_s] + \sigma^2[R_x] + 2\rho[R_s, R_x] \sigma[R_s] \sigma[R_x]} \tag{8}$$

gegeben ist. $\rho[.]$ bezeichnet den erwähnten Korrelationskoeffizienten. Unter dem Währungsrisiko einer Anlage wird also nicht primär die Volatilität der Wechselkursrenditen, $\sigma[R_x]$, verstanden, sondern die währungsinduzierte Zusatzvolatilität im Vergleich zur Volatilität derselben Anlage in Lokalwährung (hier US-\$), d.h.

$$\sigma[R_{SFr}] - \sigma[R_s] \tag{9}$$

Das so definierte Währungsrisiko ist meistens (d.h. vor dem Hintergrund der historischen GSCI-Währungs-Korrelationen) erheblich kleiner als die Volatilität der Wechselkurse. In der Zeitperiode vom Januar 1970 bis Mai 1992 beträgt die Wechselkursvolatilität SFr/\$ 13.21%, das Währungsrisiko des GSCI in SFr nur 3.39% beträgt (vgl. Abbildung 4).

Tabelle 6: Korrelation der Wechselkursrendite R_x gegenüber verschiedenen Anlagen in \$

Zeitperiode	GSCI(\$)	USSTOCK(\$)	USBOND(\$)	USLIBOR1(\$)*	CRBFUT(\$)	CRUDE(\$)
70/01-92/01	-0.09	0.01	-0.20	0.11	-0.12	-0.03
70/01-80/12	-0.07	-0.09	-0.20	0.09	-0.12	-0.01
81/01-92/01	-0.09	0.09	-0.23	0.12	-0.10	-0.03

*Beim USLIBOR1 wurde die Untersuchungsperiode entsprechend den zur Verfügung stehenden Daten (ab 1973/05) verkürzt.

In Tabelle 6 findet man die Korrelationskoeffizienten der Wechselkursrendite SFr/\$ gegenüber verschiedenen Anlagerenditen (in US-\$). Man erkennt, dass der GSCI über die Gesamtperiode, aber auch in den beiden Teilperioden, negativ mit der Wechselkursrendite SFr/\$ korreliert ist. Dasselbe trifft auch für die Renditen auf dem Rohölindex, dem CRB-Futures-Index und dem USBOND-Index zu. Je tiefer die Korrelation zwischen der Anlagerendite und der Wechselkursrendite ausfällt, umso mehr kompensieren sich die Wertveränderungen zwischen Anlage und Wechselkurs, und umso geringer ist das Währungsrisiko im oben definierten Sinn. Bei einer hinreichend tiefen Korrelation ist es sogar möglich, dass das Anlagerisiko eines SFr-Investors tiefer ausfällt als das Anlagerisiko eines US-\$-Investors [11]! Die Höhe des Währungsrisikos einer Anlage hängt nebst dem Korrelationskoeffizienten natürlich v.a. vom Niveau der Volatilität der Fremdwährungsanlage ab, so dass die Korrelationskoeffizienten in Tabelle 6 keinen direkten Vergleich des Währungsrisikos der verschiedenen Anlagen erlauben. Immerhin weisen die kleinen Korrelationskoeffizienten darauf hin, dass das Währungsrisiko für alle Anlagen deutlich unter der Wechselkursvolatilität liegt. Der Vergleich zwischen unterschiedli-

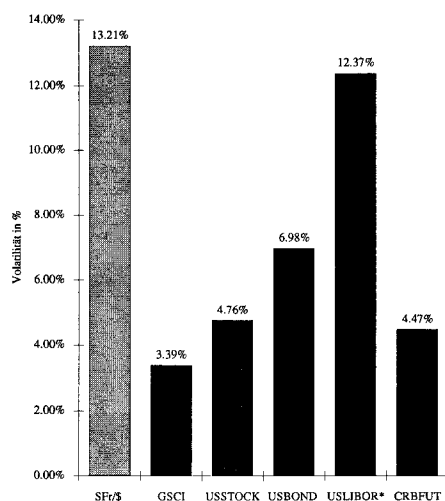
chen Anlagen in Abbildung 4 zeigt, dass der GSCI das geringste Währungsrisiko aufweist. Demgegenüber sind Obligationen (USBOND) mit 6.98% und 1-Monats-Euro-Depositen (USLIBOR1) mit 12.37% für den SFr-Anleger aus der Sicht des Währungsrisikos wesentlich weniger attraktiv.

4.2 Inflationsschutz

In der Einleitung wurde erwähnt, dass der Schutz gegen Inflation häufig ein Argument zum Einbezug von Commodities in ein diversifiziertes Portfolio darstellt. Dieses Argument soll im vorliegenden Abschnitt untersucht werden. Dabei wird für die Zeitperiode vom Juni 1973 bis Dezember 1991 die Wirksamkeit des GSCI als Hedging-Instrument gegenüber der schweizerischen Inflationsrate untersucht. Für diesen Teil der Untersuchung werden neben Monatsrenditen auch Quartalsrenditen verwendet. Die schweizerische Inflationsrate wird sowohl mit dem schweizerischen Konsumentenpreisindex (SFKPI) als auch mit dem Grosshandelspreisindex (SFGHPI) gemessen. Aus theoretischer Sicht sollten die realen Preise von Commodities gegenüber der Inflation immun sein. Das bedeutet, dass zwischen den nominellen Renditen von Commodities und den Veränderungen des allgemeinen Preisniveaus eine positive Abhängigkeit bestehen sollte. Dies impliziert noch nicht zwingend einen positiven Zusammenhang zwischen der Inflationsrate und den GSCI-Renditen, da letztere neben den Spot-Renditen zwei weitere Renditekomponenten (siehe Abschnitt 2.2) umfassen.

Einen ersten Eindruck über den Zusammenhang zwischen Inflationsrate und GSCI-Renditen gewinnt man aus Tabelle 7, wo die Korrelationskoeffizienten zwischen der Inflationsrate und den GSCI-Spot-Renditen respektive den GSCI-Gesamtrenditen dargestellt sind. Da sich möglicherweise die Inflationsrate erst mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung in den Commodity-Renditen widerspiegelt, sind die Korrelationskoeffizienten für bis zu vier zurückliegende Quartale (sog. Lags) ausgewiesen. Zudem wird unterschieden zwischen der

Abbildung 4: Wechselkursvolatilität $\sigma[R_x]$ vs. Währungsrisiko $\sigma[R_{SFr}] - \sigma[R_x]$ für verschiedene Anlagen in US-Dollar



Zeitperiode: 1970/01-1992/05, annualisierte Werte.

* USLIBOR1 erst ab 1973/05.

erwarteten und der unerwarteten Inflationsrate. Diese Differenzierung ist bedeutungsvoll, da sich auf einem effizienten Kapitalmarkt Inflationserwartungen in den Finanzmarktpreisen und damit den erwarteten Renditen widerspiegeln sollten. Die Inflationserwartung am Ende der Periode $t-1$ wird mit $E(\pi_t)$ bezeichnet, und die unerwartete Inflationsrate für die Periode t mit $\pi_t - E(\pi_t)$. Wird unter Annahme der Fisher-Hypothese die Verzinsung einer nominell risikolosen Anlage (kurz: der nominelle Zinssatz), R_t , als Summe des realen Zinssatzes i_t und der Inflationserwartung geschrieben,

$$R_t = i_t + E(\pi_t) \quad (10)$$

und wird angenommen, dass der reale Zinssatz i_t im Zeitablauf konstant ist, dann schwankt der nominelle Zinssatz Eins-zu-Eins mit der Inflationserwartung. Der nominelle Zinssatz kann deshalb als Proxi für die erwartete Inflation verwendet werden. Aus den Tabellen 7a/b erkennt man durchwegs positive Korrelationskoeffizienten für den Lag 0

zwischen den GSCI-Spot resp. GSCI-Total-Renditen und der effektiven Inflationsrate resp. der unerwarteten Inflationsrate. Die Korrelation gegenüber den GSCI-Spot-Renditen fallen nur geringfügig höher aus als gegenüber den GSCI-Total Renditen. In den meisten Fällen fällt die Korrelation mit zunehmendem Lag deutlich ab. Zudem fällt die Abhängigkeit gegenüber der unerwarteten Inflationsrate (im Falle des Grosshandelspreisindex nur geringfügig) höher aus als gegenüber der effektiven Inflationsrate. Die Korrelationskoeffizienten der Tabellen 7a/b vermitteln nur ein grobes Bild der Abhängigkeit zwischen den GSCI-Renditen und der Inflationsrate. Um den durch den GSCI gewährten Inflationsschutz genauer zu untersuchen, wird in Anlehnung an FAMA/SCHWERT (1977) eine Regressionsgleichung geschätzt, bei welcher die GSCI-Renditen auf die erwartete und unerwartete Inflationsrate regressiert werden, d.h.

$$R_{it} = a_i + b_i E(\pi_t) + g_i (\pi_t - E(\pi_t)) + e_{it} \quad (11)$$

Tabelle 7a: Korrelationen zwischen dem GSCI(SPOT) und der Inflationsrate

GSCI SPOT(SFr)	SFKPI(SFr)		SFGHPI(SFr)		SFLIBOR3
	Inflation	Unerw. Inflation	Inflation	Unerw. Inflation	Erw. Inflation
Lag 0	0.28	0.37	0.38	0.40	-0.12
Lag 1	-0.13	-0.06	0.06	0.10	-0.10
Lag 2	-0.13	-0.06	0.12	0.15	-0.09
Lag 3	0.16	0.33	0.09	0.18	-0.22
Lag 4	-0.09	0.05	-0.07	0.01	-0.19

Tabelle 7b: Korrelationen zwischen dem GSCI(TOTAL) und der Inflationsrate

GSCI (SFr)	SFKPI(SFr)		SFGHPI(SFr)		SFLIBOR3
	Inflation	Unerw. Inflation	Inflation	Unerw. Inflation	Erw. Inflation
Lag 0	0.27	0.34	0.32	0.34	-0.09
Lag 1	-0.14	-0.10	0.03	0.06	-0.06
Lag 2	-0.10	-0.08	0.11	0.12	-0.03
Lag 3	0.17	0.29	0.07	0.13	-0.16
Lag 4	-0.10	0.00	-0.10	-0.03	-0.14

Zeitperiode: 1973/06-1991/12, Quartalsdaten.

R_{it} :	nominelle Rendite der Anlage i in der Periode t
$E(\pi_{it})$:	Erwartete Inflationsrate in der Periode t (= risikoloser Zinssatz)
$\pi_{it} - E(\pi_{it})$:	Unerwartete Inflationsrate in der Periode t
e_{it} :	Störterm mit Erwartungswert = 0

Der b_i -Koeffizient misst die Hedging-Wirksamkeit gegenüber der erwarteten Inflationsrate, der g_i -Koeffizient misst den Hedge-Effekt gegenüber der unerwarteten Inflationsrate. Je besser der Schutz einer Anlage gegenüber den Inflationskomponenten ausfällt, umso höher ist der entsprechende Schätzkoeffizient. Die Koeffizienten können sogar negativ ausfallen, was einen inversen Schutz gegenüber der Inflation bedeuten würde. Mit diesem einfachen Regressionsmodell kann überprüft werden, wie gut der GSCI gegenüber sowohl erwarteter als auch unerwarteter Inflation zu schützen vermag.

Die Regression wird ausschliesslich mit den GSCI-Total-Renditen durchgeführt; in Tabelle 8a findet man die Schätzergebnisse aufgrund von Monatsdaten, in Tabelle 8b jene mit Quartalsrenditen. Zu Vergleichszwecken sind neben den GSCI-Renditen

auch die Ergebnisse anderer Anlagekategorien ausgewiesen. Man beachte, dass in den Tabellen nicht die Regressionskoeffizienten ausgewiesen sind, sondern die entsprechenden t-Werte. Diese zeigen, ob die Koeffizienten signifikant von Null verschieden sind, und somit ein Inflationshedge vorliegt. Signifikante t-Werte (Vertrauensniveau 5%) sind in den Tabellen 8a/b fett gedruckt. Negative Werte deuten auf einen inversen Schutz vor Inflation hin: wenn die Inflation steigt, nimmt der Preis der entsprechenden Anlage ab. Aus den Resultaten erkennt man, dass der GSCI in der betrachteten Zeitperiode einen positiven Schutz vor der Schweizer Inflation geboten hat. Dasselbe Resultat trifft auch für den Erdölpreisindex CRUDE und den CRBFUT-Index zu. Für die Schweizer Obligationen und die Schweizer Aktien wird hingegen in den meisten Fällen ein negativer, signifikant von Null verschiedener g_i -Koeffizient geschätzt. Dies bedeutet, dass diese beiden Anlagen für die betrachtete Periode von Mitte 1979 bis Ende 1991 einen inversen Inflationsschutz bieten. Für die übrigen Anlagen, insbesondere den schweizerischen Immobilienindex, kann aufgrund der Ergebnisse keine schlüssige Aussage getroffen werden. Es besteht kein Anlass anzunehmen, dass sie einen Inflations-

Tabelle 8a: GSCI(TOTAL) und verschiedene Anlagekategorien als Hedge gegen erwartete und unerwartete Inflation, Quartalsdaten

	SFKPI(SFr)			SFGHPI(SFr)		
	Erw. Inflation (t-Wert)	Unerw. Inflation (t-Wert)	R ²	Erw. Inflation (t-Wert)	Unerw. Inflation (t-Wert)	R ²
GSCI SPOT (SFr)	-0.311	-0.312	0.025	0.034	2.232	0.045
SFIMMOB (SFr)	-2.699	0.822	0.044	-2.949	0.183	0.041
CRBFUT (SFr)	-1.429	0.988	0.019	-1.092	3.141	0.057
CRUDE (SFr)	0.305	2.315	0.107	0.324	2.981	0.118
SFBOND (SFr)	-2.474	-1.202	0.096	-3.138	-3.907	0.140
SFSTOCK (SFr)*	-1.438	-1.548	0.038	-1.223	-0.963	0.031
WRLDBOND (SFr)	-0.272	1.297	0.010	-0.403	1.166	0.008
WRLDSTOCK (SFr)	-2.359	-0.501	0.050	-2.351	-0.425	0.050

Zeitperiode: 1979/06-1991/12, Monatsdaten.

* bei SFSTOCK wurde die Zeitperiode auf die verfügbare Zeitreihenlänge (1991/4) gekürzt.

Fettgedruckte Werte sind auf einem Vertrauensniveau von 5% signifikant von Null verschieden.

Tabelle 8b: GSCI(TOTAL) und verschiedene Anlagekategorien als Hedge gegen erwartete und unerwartete Inflation, Monatsdaten

	SFKPI(SFr)			SFGHPI(SFr)		
	Erw. Inflation (t-Wert)	Unerw.Inflation (t-Wert)	R ²	Erw. Inflation (t-Wert)	Unerw.Inflation (t-Wert)	R ²
GSCI (SFr)	0.307	2.934	0.116	0.279	2.956	0.117
SFIMMOB(SFr)	-2.102	-0.207	0.063	-2.226	-0.528	0.066
CRBFUT(SFr)	-1.061	2.693	0.145	-0.757	3.971	0.229
CRUDE(SFr)	0.713	2.574	0.086	1.484	4.908	0.254
SFBOND(SFr)	-0.939	-2.601	0.087	-1.754	-4.990	0.260
SFSTOCK(SFr)*	-2.217	-2.102	0.093	-2.096	-1.834	0.079
WRLDBOND(SFr)	0.065	1.146	0.020	-0.099	0.717	0.009
WRLDSTOCK(SFr)	-2.131	-0.313	0.063	-2.315	-0.795	0.070

Zeitperiode: 1979/06-1991/12, Quartalsdaten.

* bei SFSTOCK wurde die Zeitperiode auf die verfügbare Zeitreihenlänge (1991/4) gekürzt.

Fettgedruckte Werte sind auf einem Vertrauensniveau von 5% signifikant von Null verschieden

schutz darstellten. Diese Resultate decken sich nur teilweise mit jenen, die in einer früheren Studie für Schweizer Aktien und Immobilien gefunden wurde [12].

5. Portfolioeffekte des GSCI

Wenn eine Anlage als Teil eines diversifizierten Portfolios gehalten wird, müssen zur Abschätzung des Portfoliorisikos die Korrelationseigenschaften der Anlage gegenüber den übrigen Anlagen oder gegenüber einem repräsentativen Index, bekannt sein. Mit dem Korrelationskoeffizienten misst man den Zusammenhang oder die Parallelität des Renditeverlaufs einer Anlage gegenüber einer anderen. Bevor in den darauffolgenden Abschnitten untersucht wird, wie sich die Investition in den GSCI auf die Rendite- und Risikomerkmale eines diversifizierten Portfolios auswirkt, werden im ersten Abschnitt die Korrelationseigenschaften des GSCI gegenüber jenen Anlagekategorien analysiert, welche für einen schweizerischen Investor im Vordergrund stehen. Dazu gehören:

- schweizerisches Aktienportfolio (SFSTOCK)
- schweizerisches Bondportfolio (SFBOND)

- weltweit diversifiziertes Aktienportfolio (WRLDSTOCK)
- weltweit diversifiziertes Bondportfolio (WRLDBOND)

Die Renditen dieser Anlagekategorien werden in der Referenzwährung SFr berechnet.

5.1 Korrelationseigenschaften

Einen ersten Eindruck von der Verbundenheit jährlicher GSCI-Renditen mit den Renditen schweizerischer Aktien und Bonds gewinnt man aus den Abbildungen 5a/b. Für die Schweizer Aktien erkennt man, dass die Jahresrenditen auf den beiden Anlagekategorien relativ unabhängig voneinander verlaufen. Dies deutet auf eine Korrelation nahe bei Null hin, was substantielle Diversifikationseffekte nahelegt. Vergleicht man die Renditeentwicklung schweizerischer Bonds mit dem GSCI, so erkennt man sogar eine tendentiell entgegengesetzte Entwicklung: Wenn die Rendite der Bonds überdurchschnittlich hoch ist, dann fällt die Rendite des GSCI eher tief aus und umgekehrt. Dies deutet auf eine negative Korrelation zwischen schweizerischen Bonds und dem GSCI hin, was noch grössere Diversifikationsmöglichkeiten vermuten lässt.

Abbildung 5a: Rendite des GSCI(SFr) gegenüber der Rendite auf SFSTOCK

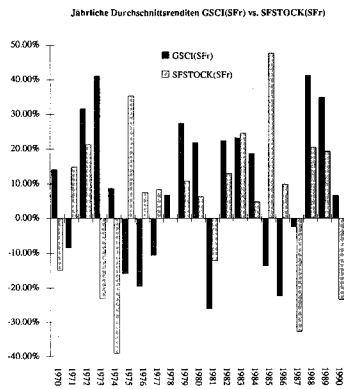


Abbildung 5b: Rendite des GSCI(SFr) gegenüber der Rendite auf SFBOND(SFr)

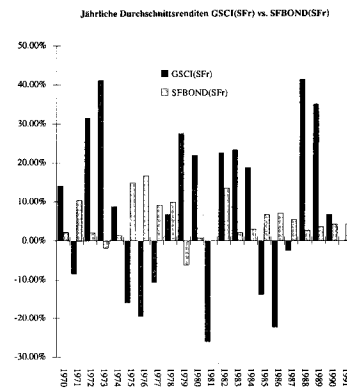


Tabelle 9 liefert eine Übersicht über die Korrelationskoeffizienten monatlicher GSCI-Renditen mit jenen anderer Anlagekategorien. Generell fallen die Werte eher tief aus. Dies bestätigt die vorangehenden Beobachtungen aufgrund von Jahresdaten. Die höchsten Werte findet man gegenüber einem weltweiten Bondportfolio (WRLDBOND), gefolgt von jenen gegenüber einem weltweiten Aktienportfolio (WRLDSTOCK). Wichtig für die praktische Implementation einer Diversifikationsstrategie ist neben der absoluten Höhe der zugrundeliegenden

Korrelationskoeffizienten auch deren zeitliche Konstanz. Unterliegen Korrelationseigenschaften ständigen zeitlichen Veränderungen, so sind zur Aufrechterhaltung eines effizient diversifizierten Portfolios häufige Portfolioumschichtungen erforderlich; die Vorteilhaftigkeit der Investition kann durch die damit anfallenden Transaktionskosten wieder aufgehoben werden. Tabelle 9 dokumentiert die zeitliche Veränderung der Korrelationskoeffizienten im Zeitablauf.

Tabelle 9: Stabilität der Korrelationskoeffizienten zwischen GSCI-Renditen gegenüber anderen Anlagekategorien im Zeitablauf, Monatsrenditen (überrollende Korrelationen für 10-Jahres-Perioden)

Datum	SFBOND (SFr)	SFSTOCK (SFr)	WRLDBOND (SFr)	WRLDSTOCK (SFr)
70/04-91/04	-0.0409	0.0209	0.3475	0.2290
70/04-80/04	-0.0534	-0.0902	0.3222	0.1881
71/04-81/04	-0.0399	-0.0608	0.2567	0.1691
72/04-82/04	-0.0395	-0.0639	0.2710	0.2117
73/04-83/04	-0.0443	-0.0986	0.2455	0.1844
74/04-84/04	-0.0515	-0.0355	0.3036	0.2577
75/04-85/04	0.0126	0.0702	0.3399	0.5194
76/04-86/04	-0.0133	0.1775	0.3763	0.5613
77/04-87/04	-0.0097	0.2100	0.3855	0.5868
78/04-88/04	-0.0333	0.2663	0.4011	0.5451
79/04-89/04	-0.0047	0.2676	0.3875	0.5329
80/04-90/04	-0.0159	0.2495	0.4464	0.4871
81/04-91/04	-0.0646	0.1479	0.4110	0.2633
Durchschnitt	-0.0298	0.0867	0.3456	0.3756
Standardabweichung	0.0223	0.1426	0.0630	0.1667

5.2 Diversifikationseffekte bei zugelassenen Short Sales

Die Untersuchungen der nächsten drei Abschnitte beruhen auf den Grundlagen der Portfoliotheorie. Ein zentraler Begriff ist dabei die Efficient Frontier, welche die Risiko-/Renditekombinationen aufzeigt, welche am Kapitalmarkt durch sog. effiziente Portfolios erreicht werden können. Unter effizienten Portfolios versteht man Kombinationen von Anlagen, die bei einer gegebenen Rendite das minimal mögliche Risiko aufweisen. Die Efficient Frontier verkörpert nun alle effizienten Risiko-/Rendite Kombinationen, welche durch Portfolios erreicht werden können [13]. Es wird in den nächsten Abschnitten untersucht, wie sich das Risiko-/Rendite-Menu eines effizient international diversifizierten Portfolios verändert, wenn als zusätzliche Anlagemöglichkeit der GSCI zur Verfügung steht. Dabei wird unterschieden, ob Short Sales (Leerverkäufe) möglich oder ausgeschlossen sind [14]. Diese Unterscheidung ist wichtig, weil solche Transaktionen i.d.R. nur einem kleinen Kreis institutioneller Investoren vorbehalten sind. Algorithmisch bedeutet dies, dass unterschieden wird, ob in effizienten Portfolios negative Gewichte zugelassen sind oder nicht. Analytisch bedeuten negative Portfolioanteile den Leerverkauf einer Anlage. Der Fall, in dem Short Sales zugelassen sind, ist algorithmisch einfacher zu lösen und wird als erstes dargestellt.

Die Auswirkungen auf die Rendite- und Risikoeigenschaften eines effizient diversifizierten Portfolios mit und ohne Berücksichtigung des GSCI als Anlagekategorie sind in Tabelle 10 dargestellt. Es handelt sich um drei ausgewählte Portfolios auf der Efficient Frontier. Dabei sind in den unteren beiden Zeilen der Tabelle sowohl die Durchschnittsrenditen, als auch die Standardabweichung der Portfoliorenditen ausgewiesen. Die Durchschnittsrenditen sind für beide Portfolios identisch gewählt, sodass die Standardabweichungen direkt miteinander verglichen werden können. Man erkennt, dass man durch Aufnahme des GSCI(SFr) zwar eine Verringerung der Portfolio-Standardabweichung erreicht, deren Ausmass jedoch nicht substantiell ausfällt. Zudem findet man die Anteile der einzelnen Anlagekategorien innerhalb der entsprechenden Portfolios. Der Anteil des GSCI steigt, je höher die verlangte Durchschnittsrendite des Portfolios angesetzt wird. Diese Tatsache geht insbesondere aus Abbildung 6 hervor, wo die Anteile des GSCI in effizient diversifizierten Portfolios ausgewiesen werden.

5.3 Diversifikationseffekte bei ausgeschlossenen Short Sales

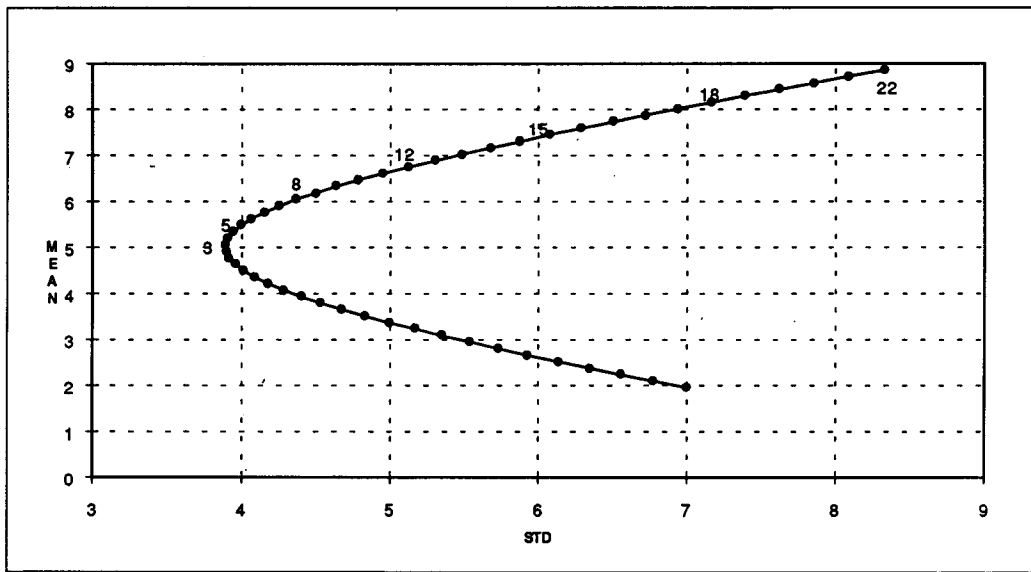
Die Analyse der Diversifikationseffekte bei ausgeschlossenen Leerverkaufsmöglichkeiten der einzelnen Anlagekategorien ist analytisch anspruchs-

Tabelle 10: Portfolios mit und ohne GSCI bei zugelassenen Short Sales

	Anteile in %		Anteile in %		Anteile in %	
	ohne GSCI	mit GSCI	ohne GSCI	mit GSCI	ohne GSCI	mit GSCI
SFBOND (SFr)	92,37	89,76	104,19	96,19	114,83	102,61
WRLDBOND (SFr)	4,98	5,72	-18,38	-13,75	-39,41	-33,22
SFSTOCK (SFr)	1,77	2,67	-3,30	-0,42	-7,87	-3,52
WRLDSTOCK (SFr)	0,88	-1,32	17,49	9,95	32,44	21,22
GSCI (SFr)	-	3,16	-	8,04	-	12,91
μ	5,00	5,00	6,00	6,00	6,92	6,92
σ	3,95	3,89	4,73	4,37	6,11	5,49

Zeitperiode: 1970/02-1991/04.

Abbildung 6: Portfolioanteile des GSCI bei zugelassenen Short Sales



Zeitperiode: 1970/02-1991/04.

voller. Dabei wird ein Optimierungsprogramm verwendet, welches die Lösung quadratischer Probleme unter linearen Nebenbedingungen ermöglicht. Abbildung 7 veranschaulicht den unterschiedlichen Verlauf der Efficient Frontiers des Referenzportfolios mit und ohne Investition in den GSCI(SFr) unter Berücksichtigung von Leerverkaufsrestriktionen.

Man erkennt eine Verbesserung durch Aufnahme des GSCI(SFr) in die Portfolios; der Effekt fällt ausgeprägter aus als im vorangehenden Fall, wo Leerverkäufe zugelassen gewesen sind. Tabelle 11

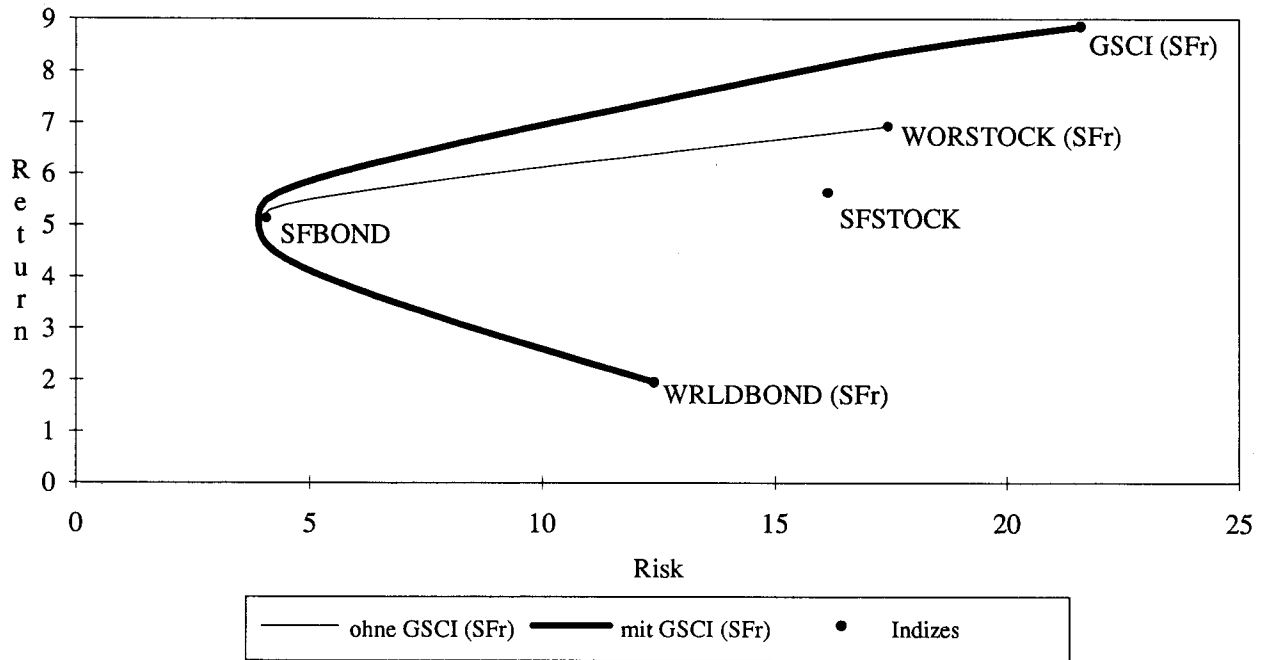
liefert einen Vergleich dreier ausgewählter Portfolios. So findet man etwa bei einer Portfolio-Durchschnittsrendite von 6.0% eine Verringerung der Portfolio-Volatilität von 8.96% auf 5.69%. Die Tabelle dokumentiert zudem die verschiedenen Portfoliostrukturen. Negative Anteile können hier wegen der Leerverkaufsrestriktionen nicht vorkommen. Man beachte, dass es in diesem Fall nicht mehr möglich ist, die Portfolio-Durchschnittsrendite durch (Leer-) Verkäufe niedrig rentierender Assets zu steigern. Die höchstmögliche Portfolio-Durchschnittsrendite gleicht nun der Durchschnitts-

Tabelle 11: Portfolios mit und ohne GSCI bei verbotenen Short Sales

	Anteile in %		Anteile in %		Anteile in %	
	ohne GSCI	mit GSCI	ohne GSCI	mit GSCI	ohne GSCI	mit GSCI
SFBOND (SFr)	92,37	89,76	50,89	70,04	0	37,95
WRldbOND (SFr)	4,98	5,76	0	0	0	0
SFSTOCK (SFr)	1,77	1,81	0	0	0	0
WRldSTOCK (SFr)	0,88	0	49,11	10,60	100	21,46
GSCI (SFr)	-	2,67	-	19,37	-	40,38
μ	5,00	5,00	6,00	6,00	6,92	6,92
σ	3,95	3,90	8,96	5,69	17,44	10,39

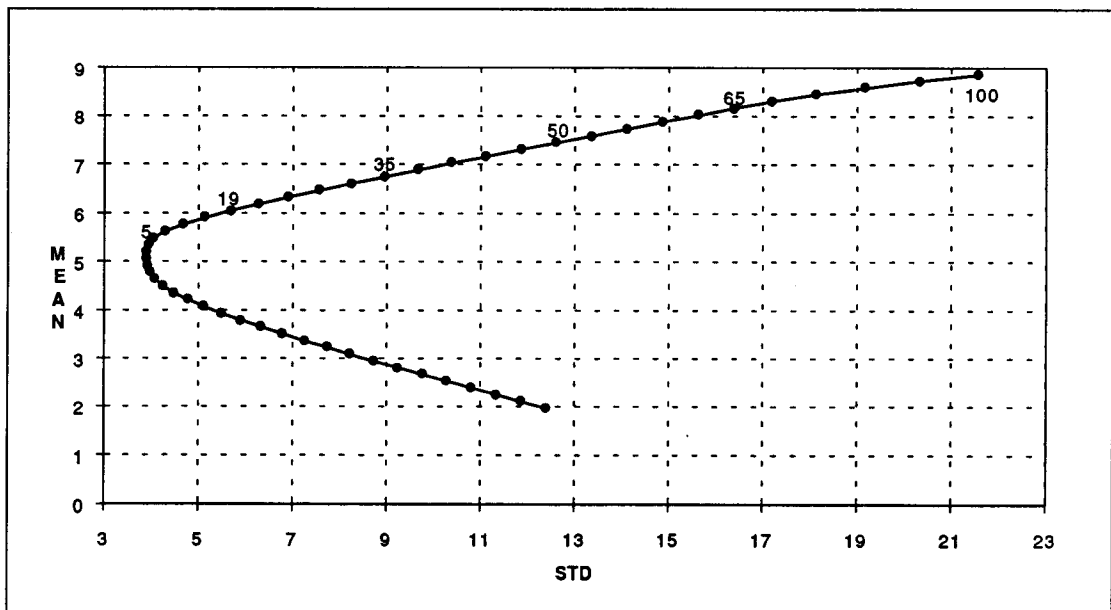
Zeitperiode: 1970/02-1991/04.

Abbildung 7: Efficient Frontiers mit und ohne GSCI bei ausgeschlossenen Short Sales



Zeitperiode: 1970/02-1991/04.

Abbildung 8: Portfolioanteile des GSCITR(SF) bei ausgeschlossenen Short Sales



Zeitperiode: 1970/02-1991/04.

Tabelle 12: Standardabweichungen des Referenzportfolios mit und ohne GSCI (Short Sales zugelassen)

	Referenzportfolios in \$		Referenzportfolios in SFr.		Differenz	
	ohne GSCI	mit GSCI	ohne GSCI	mit GSCI	ohne GSCI	mit GSCI
$\mu = 5.44$	5.45	4.15	3.94	3.92	-1.51	-0.23
$\mu = 6.08$	3.91	3.84	4.21	4.00	0.30	0.16
$\mu = 7.03$	4.01	3.80	4.73	4.37	0.72	0.57
$\mu = 7.98$	4.23	3.85	5.45	4.85	1.22	1.00
$\mu = 8.93$	4.52	3.94	6.11	5.33	1.59	1.39
$\mu = 10.04$	5.47	4.45	9.80	6.94	4.33	2.49

Tabelle 13: Standardabweichungen des Referenzportfolios mit und ohne GSCI (Short Sales ausgeschlossen)

	Referenzportfolios in \$		Referenzportfolios in SFr.		Differenz	
	ohne GSCI	mit GSCI	ohne GSCI	mit GSCI	ohne GSCI	mit GSCI
$\mu = 4.89$	4.30	4.25	3.94	3.92	-0.36	-0.33
$\mu = 5.5$	3.92	3.87	5.03	4.06	1.11	0.19
$\mu = 6.01$	4.01	3.80	8.96	5.69	4.95	1.89
$\mu = 6.51$	4.29	3.85	13.59	7.80	9.30	3.95
$\mu = 6.92$	4.61	3.95	17.44	10.39	12.83	6.44

Zeitperiode: 1970/02-1991/04.

rendite der Anlage mit der höchsten Durchschnittsrendite. Das ist im vorliegenden Fall der GSCI(SFr). Darin liegt der Grund, warum die Steigerung seines Portfolioanteils bei steigenden Durchschnittsrenditen noch rapider verläuft, als im zuvor diskutierten Fall ausgeschlossener Leerverkäufe. Abbildung 8 zeigt wiederum die GSCI-Anteile der effizient diversifizierten Portfolios. Als allgemeine Schlussfolgerung resultiert, dass der Diversifikationseffekt des GSCI vor allem dann zum tragen kommt, wenn Leerverkäufe in den übrigen Anlagekategorien schwierig, teuer oder gar ausgeschlossen sind.

5.4 Währungsrisiko eines international diversifizierten Portfolios

Die Analyse der Portfolioeffekte des GSCI soll durch den Einbezug des Währungsrisikos vervollständigt werden. Bereits in Abschnitt 4.1 wurde gezeigt, dass das Währungsrisiko einer Anlage zweckmässigerweise als Volatilitätsdifferenz zwi-

schen den Renditen der Anlage in lokaler Währung (beispielsweise US-\$) und der Referenzwährung (hier SFr) definiert wird (siehe Gleichungen 7 bis 9). Im vorliegenden Abschnitt wird deshalb die Volatilität eines effizienten Portfolios (wie sie in den beiden vorangehenden Abschnitten analysiert wurden) in Lokalwährung mit der Volatilität in SFr verglichen. Tabelle 12 zeigt die Volatilitäten effizienter Portfolios (i) mit/ ohne Investition in den GSCI, und (ii) mit den zugrundeliegenden Renditen in Lokalwährung (US-\$) resp. in der Referenzwährung SFr. Für jedes Renditeniveau können demzufolge vier Volatilitäten und zwei als Währungsrisiko definierte Differenzen bestimmt werden. Die Ergebnisse in Tabelle 12 zeigen, dass das Währungsrisiko mit zunehmender Durchschnittsrendite ansteigt. Bei einer Durchschnittsrendite von 5.44% ist sogar das Portfolio in Lokalwährung (US-\$) volatiliter als bei einer Betrachtung aus der Sicht des Schweizerfrankens. Das Währungsrisiko nimmt in seiner extremsten Ausprägung im Referenzportfolio ohne GSCI einen Wert von 4.33 % an,

im Referenz-Portfolio mit GSCI aber nur 2.49%. Die maximale zusätzliche Volatilität, die ein schweizerischer Investor gegenüber einem amerikanischen in Kauf nehmen muss, beträgt 4.33%, wenn der GSCI nicht eingeschlossen wird, und 2.49%, wenn er Bestandteil des Portfolios ist. Daraus folgt, dass man mit dem GSCI auch im Portfoliokontext die Abhängigkeit von internationalen Wechselkurschwankungen verringern kann. In Tabelle 13 findet man die Ergebnisse für den Fall ausgeschlossener Short Sales. Es fällt auf, dass das Währungsrisiko, absolut betrachtet, höher ausfällt. Mit zunehmendem GSCI-Anteil im Portfolio sinkt der Anteil des Währungsrisikos jedoch erheblich. Insgesamt zeigen die Ausführungen dieses Abschnitts, dass v.a. bei ausgeschlossenen Short Sales durch die Investition in den GSCI das Währungsrisiko eines international diversifizierten Portfolios deutlich reduziert werden kann [15].

6. Schlussfolgerungen

Der volkswirtschaftliche Beitrag derivativer Finanzprodukte auf Commodities und Commodity-Indizes besteht darin, dass realwirtschaftliche Preisrisiken auf Finanzmärkte transferiert werden, dadurch in den Portfolioselektionsprozess der Investoren gelangen und daher besser diversifizierbar sind. Ob und in welchem Ausmass diese Produkte für Investoren attraktiv sind, hängt von deren Rendite- und Risikoeigenschaften ab. Die Untersuchung dieser Charakteristiken am Beispiel des Goldman Sachs Commodity Index (GSCI) mit Referenzwährung Schweizerfranken bildet Gegenstand der vorliegenden Studie. Die Indexentwicklung des GSCI widerspiegelt die Wertveränderungen einer dynamischen Strategie in den zugrundeliegenden Commodity-Futures und in T-Bills. Die Volatilität des GSCI liegt immer deutlich über jener von Aktienmärkten; diese Volatilität wird jedoch durch eine höhere Durchschnittsrendite kompensiert. Die Wertveränderungen des Index erweisen sich gerade bei starken Aktienmarkt- und Zinsbewegungen als relativ stabil. Sie weisen gegenüber

der unerwarteten Inflationsrate vorteilhafte Hedge-Eigenschaften auf. Im Rahmen eines international diversifizierten Portfolios erreicht man mit der Investition in den untersuchten Index eine Effizienzsteigerung, wenn Leerverkäufe (Short Sales) in den Portfoliokomponenten ausgeschlossen werden. Schliesslich wird gezeigt, dass das Währungsrisiko des GSCI im Vergleich zu konventionellen Anlagekategorien tief ausfällt; diese Beobachtung gilt sowohl für den GSCI als Einzelanlage wie als Bestandteil eines effizienten internationalen Portfolios. Mit der Entwicklung eines Index liegt allerdings noch kein Finanzprodukt vor. Die einleitend erwähnte allokativen Funktion derivativer Commodity-Indexprodukte wird in dem Mass an Bedeutung gewinnen, als den Investoren auf Finanzmärkten kostengünstige, sprich liquide und an Börsen gehandelte Produkte zur Verfügung stehen. Dies setzt wiederum voraus, dass die regulatorischen und aufsichtsrechtlichen Voraussetzungen für den Einsatz dieser Instrumente geschaffen werden, und die Eignung der verfügbaren Produkte von den institutionellen Anlegern im Rahmen ihrer strategischen Asset Allocation beurteilt werden kann.

Fussnoten

- [1] Für eine Analyse aus der Sicht des US-Investors vgl. ANKRIM/HENSEL (1993).
- [2] Die Theorie der Selektion effizienter Portfolios wurde von MARKOWITZ (1952) begründet.
- [3] Vgl. ANKRIM/HENSEL (1992), p.12.
- [4] In den Vereinigten Staaten sind commodity-linked bonds, namentlich an den Erdölpreis gekoppelte Instrumente, verbreitet. Vergleiche etwa GIBSON/SCHWARTZ (1990) für die Bewertung dieser Instrumente.
- [5] GOLDMAN, SACHS & Co (1991).
- [6] WALTON (1991).
- [7] Volume II, Kapitel 29 ("The Theory of the Forward Market"). Eine ausgezeichnete Darstellung des Gleichgewichts auf Futures-Märkten findet man in DUFFIE (1989), Kapitel 4. Eine neuere Untersuchung über Backwardation auf dem Erdölfuturesmarkt liefert LITZENBERGER/RABINOWITZ (1993).
- [8] Diese Zahlen entsprechen den quadrierten Korrelationskoeffizienten (R^2) zwischen GSCI TOTAL und

- den einzelnen Komponenten über die Zeitperiode Januar 18970 bis Dezember 1991.
- [9] Eine exakte Darstellung der Berechnung der GSCI Total Returns befindet sich in: GOLDMAN SACHS (1991), p. 10,11.
- [10] vgl. DRUMMEN/ZIMMERMANN (1992) für eine detaillierte Darstellung.
- [11] Dieser Fall ist jedoch bei den vorgefundenen Volatilitäten für den GSCI und den SFr/\$-Wechselkurs unwahrscheinlich.
- [12] vgl. HOESLI/BENDER (1992): Die Autoren untersuchen die Inflations-Hedge Eigenschaften von Schweizer Aktien und Immobilien für den Zeitraum 1973 bis 1989 anhand monatlicher Daten.
- [13] Zur analytischen Darstellung vgl. MERTON (1972).
- [14] Zur algorithmischen Vorgehensweise vgl. MARKOWITZ (1956) und MARKOWITZ (1987).
- [15] Für die Eignung von Commodities in Pensionskassen-Portfolios vgl.: ZIMMERMANN/RUDOLF/ZOGG-WETTER (1992).
- MARKOWITZ, H.M. (1952): "Portfolio Selection", *Journal of Finance*, pp. 77-91.
- MARKOWITZ, H.M. (1956): "The Optimization Of A Quadratic Function Subject To Linear Constraints", *Naval Research Logistics Quarterly*, pp. 111- 133.
- MARKOWITZ, H.M. (1987): "Mean-Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets".
- MERTON, R.C. (1972): "An Analytical Derivation Of The Efficient Portfolio Frontier", *Journal Of Financial and Quantitative Analysis XY*, pp. 1851-1872 .
- SHARPE, W.F. (1966): "Mutual Fund Performance", *Journal fo Business* 39, pp. 119-138.
- WALTON, D. (1991): "Backwardation in Commodity Markets", *Goldman Sachs & Co.*
- ZIMMERMANN, H., M. RUDOLF und C. ZOGG-WETTER (1992): "Goldman Sachs Commodity Index-Eine Charakterisierung der Anlage- und Portfolioeigenschaften aus der Sicht des Schweizer Anlegers", *Gutachten, Goldman, Sachs Finanz AG, Zürich, November 1992.*

Literatur

- ANKRIM, E.M. and C.R. HENSEL (1992): "Exchange Traded Real Assets: Commodities in Asset Allocation", *Russell Research Commentary*, April 1992.
- ANKRIM, E.M. and C.R. HENSEL (1993): "Commodities in Asset Allocation: A Real -Asset Alternative to Real Estate?", *Financial Analysts Journal* 49, May - June, pp. 20-29.
- DRUMMEN, M. und H. ZIMMERMANN (1992): "Portfolioeffekte des Währungsrisikos", *Finanzmarkt und Portfolio Management* 6, pp. 81-103.
- DUFFIE, D. (1989): "Futures Markets", *Prentice-Hall*.
- FAMA, E.F., and G.W. SCHWERT (1977): "Asset Returns and Inflation", *Journal of Financial Economics* 5, pp. 115-146 .
- GIBONS, R. and E. SCHWARTZ (1990): "Stochastic Convenience Yield and the Pricing of Oil Contingent Claims", *Journal of Finance* 45, pp. 959-976.
- GOLDMAN, SACHS & Co. (1991): "The Goldman Sachs Commodity Index: The Performance Benchmark for Commodity Investment".
- HOESLI, M.E., and A.E. BENDER (1992): "The Inflation-Hedging Effectiveness of Swiss Real Estate Mutual Funds", *Finanzmarkt und Portfolio Management* 6, pp. 287-295 .
- KEYNES, J.M. (1930): "A Treatise on Money", Volume II, *MacMillan*.
- LITZENBERGER, R.H. and N. RABINOWITZ (1993): "Backwardation in Oil Futures Markets: Theory and empirical evidence", *Working Paper*.