

Heidorn, Thomas; Kaiser, Dieter G.; Muschiol, Andrea

**Working Paper**

## Portfoliooptimierung mit Hedgefonds unter Berücksichtigung höherer Momente der Verteilung

Frankfurt School - Working Paper Series, No. 77

**Provided in Cooperation with:**

Frankfurt School of Finance and Management

*Suggested Citation:* Heidorn, Thomas; Kaiser, Dieter G.; Muschiol, Andrea (2007) : Portfoliooptimierung mit Hedgefonds unter Berücksichtigung höherer Momente der Verteilung, Frankfurt School - Working Paper Series, No. 77, Frankfurt School of Finance & Management, Frankfurt a. M., <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-20080911151>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/27864>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

**Frankfurt School of Finance & Management**

**Working Paper Series**

**No. 77**

**Portfoliooptimierung mit Hedgefonds  
unter Berücksichtigung höherer  
Momente der Verteilung**

Thomas Heidorn, Dieter G. Kaiser, Andrea Muschiol

Januar 2007



Frankfurt School of  
Finance & Management  
Bankakademie | HfB

Sonnemannstr. 9–11 60314 Frankfurt an Main, Germany  
Phone: +49(0)69 154 0080 Fax: +49(0)69 154 008 728  
Internet: [www.frankfurt-school.de](http://www.frankfurt-school.de)

## Abstract

Hedge Funds are often considered as a possibility for optimizing traditional portfolios due to their alternative risk factors and sources of return. But as the return distribution of hedge funds shows negative skewness and excess kurtosis, using portfolio optimization techniques, based on the Markowitz mean variance framework, may lead to an overestimation of the optimal allocation to hedge funds. In this study we use Polynomial Goal Programming (PGP) to incorporate higher moments of the distribution into the optimization. This article is the first to use the enhanced PGP method which incorporates investors' preferences to optimize a traditional portfolio consisting of equities, bonds and commodities. Even when considering higher moments we can show that hedge funds can be useful in enhancing the return and reducing the risk of the overall portfolio. Moreover, we find evidence that applying the mean variance framework to hedge funds does not result in overestimated hedge fund allocations. On the other hand PGP leads to totally different asset allocations on the strategy level.

Key words: Portfolio Selection, Hedge Funds, Mean-Variance-Skewness-Kurtosis, Polynomial Goal Programming, Higher Moments.

JEL classification: G11, G15, G24.

ISSN: 14369753

## Kontakt:

Prof. Dr. Thomas Heidorn  
Frankfurt School of Finance &  
Management  
Frankfurt am Main, Germany  
E-Mail: [t.heidorn@frankfurt-school.de](mailto:t.heidorn@frankfurt-school.de)

Dieter G. Kaiser  
Benchmark Alternative  
Strategies GmbH  
Frankfurt am Main, Germany  
E-Mail: [kaiser@benchmark.de](mailto:kaiser@benchmark.de)

Andrea Muschiol  
Dresdner Bank AG  
Frankfurt am Main, Germany  
E-Mail:  
[andrea.muschiol@dresdner-bank.com](mailto:andrea.muschiol@dresdner-bank.com)

## Inhalt

1	Einleitung.....	4
1.1	Aufbau der Untersuchung.....	5
1.2	Datenbasis.....	6
1.3	Annahmen zur Portfoliooptimierung.....	9
2	Portfoliooptimierung nach Markowitz.....	10
2.1	Ziele des Investors.....	11
2.2	Berechnungsvorgang.....	12
2.3	Kritik.....	13
3	Polynomial Goal Programming.....	13
3.1	Annahmen und Ziele des Investors.....	14
3.1.1	Ertrag.....	14
3.1.2	Varianz und Sigma.....	15
3.1.3	Schiefe.....	15
3.1.4	Wölbung.....	16
3.2	Anwendung innerhalb der Optimierung.....	17
3.3	Weitergehende Überlegungen.....	19
4	Empirische Untersuchung.....	19
4.1	Definition der einzelnen Portfolios.....	20
4.2	Ergebnisse.....	21
4.2.1	Optimierung ohne Restriktionen.....	22
4.2.2	Optimierung mit maximalen Gewichten.....	24
4.2.3	Optimierung mit vier Komponenten.....	26
4.2.4	Optimierung mit maximal 50 Prozent-Hedgefondsanteil.....	28
4.2.5	Optimierung bei steigenden Aktienkursen.....	30
4.2.6	Optimierung bei fallenden Aktienkursen.....	33
5	Zusammenfassung und Schlussfolgerung.....	35
	Literaturverzeichnis.....	37

## 1 Einleitung

Hedgefonds stellen eine in der Wahrnehmung der Investoren relativ neue und undurchsichtige Anlageklasse dar. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass das starke Wachstum dieser Branche nach dem Ende der New Economy im Jahr 2000 einsetzte, wird von vielen Investoren irrtümlicherweise angenommen, dass Hedgefonds lediglich Investitionsinstrumente für Baisse-Zeiten sind. Hedgefonds lassen sich am besten als „Absolute Return Investments“ beschreiben, die versuchen unabhängig von der Marktentwicklung eine positive Rendite zu erzielen und eine aktive Anlagestrategie verfolgen, bei der sie entweder Marktineffizienzen ausnutzen oder alternative Risikoprämien vereinnahmen. Durch dieses andersartige und erweiterte Spektrum an Ertragsquellen werden Hedgefonds häufig als Instrument zur Optimierung von traditionellen Investorenportfolios dargestellt.<sup>1</sup> Gleichzeitig haben verschiedene Studien<sup>2</sup> belegt, dass die Renditen von Hedgefonds nicht normalverteilt sind und leptokurtische Eigenschaften aufweisen.

Brooks und Kat (2002) machen deutlich, dass Hedgefondsstrategien mehr "Downside"-Risiken als "Upside"-Chancen aufweisen, da deren Renditen durch negative Schiefe und Überschuss-Kurtosis geglättet sind. Wie Krokmal, Uryasev und Zrazhevsky (2002), sowie Signer und Favre (2002) zeigen, führt die Annahme über eine Normalverteilung von Hedgefondsrenditen zu Portfolios mit einem erhöhten Risikoniveau. In Folge dessen ergeben sich nach Fung und Hsieh (1999), sowie Cvitanic, Lazrak, Martellini und Zapatero (2003) durch Optimierungen auf Basis des Mean-Variance-Ansatzes überhöhte „optimale“ Hedgefondsquoten. Abhilfe können hier Portfoliooptimierungstechniken unter Berücksichtigung von höheren Momenten der Renditeverteilung schaffen.

Eine Berücksichtigung der vier verschiedenen Verteilungsmomente in einem dynamischen Rahmen mit einer Taylorreihen-Erweiterung wird von Jondeau und Rockinger (2005) eingeführt. Berényi (2002) verwendet eine Taylorreihen-Erweiterung einer Nutzenfunktion, wobei er den verschiedenen Verteilungsmomenten erwartete Nutzen zuordnet. Auch Jurczenko, Maille und Merlin (2005) verwenden eine Taylorreihen-Erweiterung der Investoren-Zielfunktion zur Optimierung eines Hedgefondsportfolios, merken aber an, dass mit ansteigender Dimensionalität eine Interpretation und eine optimale Portfolioselektion schwieriger werden. Kritik an der Verwendung einer Taylorreihen-Erweiterung kommt ebenfalls von Cvitanic, Lazrak, Martellini und Zapatero (2003) hinsichtlich der Näherungswert-Eigenschaft. Sie kritisieren, dass die Qualität der Schätzung mit der Anzahl betrachteter Momente sinkt. Um die Investorenpräferenzen zu berücksichtigen, verwenden Jurczenko, Maille und Merlin (2005) eine Abstandfunktion (Distance Function).

---

<sup>1</sup> Vgl. Schneeweis und Martin (2001), S. 24, Kaiser (2004), S. 190f, Ineichen (2003), S. 140f, Lhabitant (2002), S. 148f oder Cerend (1998), S. 24f.

<sup>2</sup> Vgl. Schmidhuber und Moix (2001), Lo (2001), Eling (2006a), Anson (2002), Weisman (2002), Davies, Kat und Lu (2004), Goetzmann, Ingersoll, Spiegel und Welch (2003), Agarwal und Naik (2004), sowie Heidorn, Hoppe und Kaiser (2006a).

Wie Bacmann und Bosshard (2006) betonen, sind Nutzenfunktionen nicht praxisnah, da es schwierig ist die Nutzenfunktionen der einzelnen Investoren zu bestimmen. Nach Davies, Kat und Lu (2004) würden negative exponentielle Nutzenfunktionen auf eine konstante absolute Riskaversion hinweisen, die nicht realistisch sei. Gleichzeitig stellen Hedgefonds-Investoren hauptsächlich "High Net Worth"-Investoren und Institutionelle Investoren dar, deren Präferenz-Profile sehr heterogen sind und nur schwer in einer einzelnen Nutzenfunktionen abgebildet werden können. Lamm (2006) hingegen argumentiert, dass die Optimierung auf Basis von Nutzenfunktionen transparent und intuitiv ist.

Tayi und Leonard (1988) führen das Polynomial Goal Programming (PGP) als weitere Methode zur Portfoliooptimierung ein. Lai (1991) verwendet ein Multi-Objective-Portfolio-Modell, um die Schiefe der Renditeverteilung in die Portfolioselektion mit einzubeziehen. Wang und Xia (2002), Prakash, Chang und Pactwa (2003), Sun und Yan (2003) untersuchen den Nutzen der PGP-Methode für die Portfolioselektion. Davies, Kat und Lu (2004), Anson, Ho und Silberstein (2005) wenden die PGP-Methode erstmals bei Hedgefonds an. Berényi (2005) verwendet die PGP-Methode um ein Auswahl von Mittelwert-Varianz-Schiefe-Kurtosis-effizienten Dach-Hedgefonds zu bestimmen. Johanning, Proelss, Rosenbusch und Schweizer (2006) führen reale Investorenpräferenzen in den PGP-Rahmen ein und bilden optimale Dach-Hedgefonds-Portfolios auf Basis einzelner Hedgefondsstrategien.

In diesem Arbeitsbericht stellen wir das Polynomial Goal Programming als eine Möglichkeit zur Portfoliooptimierung mit Hedgefonds unter Berücksichtigung höherer Moment vor. Dieser Artikel ist der erste, der den um die Investorenpräferenzen erweiterten PGP-Rahmen nutzt, um anhand unterschiedlicher Szenarien die Ex-Post-Optimierung eines Investorenportfolios bestehend aus Aktien, Renten und Rohstoffen zu simulieren.

## 1.1 Aufbau der Untersuchung

Im Folgenden wird der Aufbau des Arbeitsberichts skizziert: In Abschnitt 1.2 wird die Datenbasis vorgestellt. Kapitel 1.3 beschäftigt sich mit der für die Investoren wichtigen Frage, wie sie ihre Portfolios konstruieren können und welche Ansätze und Restriktionen hierbei erwogen werden müssen. Eine Möglichkeit zur Optimierung eines Portfolios wird in Kapitel 2 mit der Theorie nach Harry Markowitz vorgestellt. Ein weiterer Ansatz zur Portfoliooptimierung, der die Eigenschaften und Ausprägungen von Hedgefonds berücksichtigt, wird mit dem Polynomial Goal Programming in Kapitel 3 vorgestellt. Auf Basis dieser beiden Optimierungsansätze werden empirische Berechnungen durchgeführt, welche in Kapitel 4 gegenübergestellt werden. Ein abschließendes Fazit wird in Kapitel 5 gezogen.

## 1.2 Datenbasis

Für die empirischen Berechnungen werden historische Daten von Aktien-, Renten, Rohstoff- und Hedgefondsindizes für den Zeitraum von Januar 1997 bis Juni 2006 zugrunde gelegt. Als Benchmark für den Aktienmarkt wurde der Standard & Poor's 500 (S&P 500)<sup>3</sup>, für den Rentenmarkt der Lehman U.S. Treasury Index<sup>4</sup>, für den Rohstoffmarkt der Standard & Poor's Commodity Index (S&P CI)<sup>5</sup>, für den Hedgefondsmarkt die Zeitreihen von Edhec<sup>6</sup> gewählt. In den Datenreihen, die nahezu die letzten zehn Jahre abbilden, sind unterschiedliche Konjunkturzyklen und Krisen wie die Asien- und Russlandkrise enthalten.

Die Ergebnisse unserer empirischen Untersuchung können allerdings aufgrund der Tatsache, dass es sich bei den Benchmarks zu den einzelnen Hedgefondsstrategien um Hedgefondsindi-

---

<sup>3</sup> Der S&P 500 repräsentiert rund 75 Prozent der am amerikanischen Markt gehandelten Aktien. Dabei konzentriert sich der Index ausschließlich auf die 500 größten Blue Chips. Zur Verwendung als Baustein innerhalb eines Portfolios konzentriert sich das S&P Index Komitee auf eine ausreichende Liquidität und möglichst geringe Veränderungen innerhalb des Index. So werden nur Unternehmen der Vereinigten Staaten in den Index aufgenommen, die Auflagen zum Firmensitz, der Unternehmensstruktur, Rechnungslegungsstandards und Börsennotierungen erfüllen. Weiterhin muss eine Marktkapitalisierung von mindestens vier Milliarden US-Dollar vorhanden sein. Zusätzlich zur Erfüllung der Rechnungslegungsstandards wird eine klare Politik bezüglich aller Informationen erwartet, die das Unternehmen betreffen, sowie ein positiver Gewinn (definiert nach GAAP) über mindestens vier aufeinander folgende Quartale. Ebenso wird ein (Aktien-)Preis der Unternehmung gefordert, der die Marktgegebenheiten widerspiegelt und nicht zu niedrig ist, denn dieser könnte die Liquidität der Aktie gefährden. Gleichfalls muss ein „Free Float“ von mindestens 50 Prozent der Aktien im Markt vorhanden sein.

<sup>4</sup> Der seit Januar 1973 berechnete Lehman U.S. Treasury Index bildet Schuldtitel mit einem Rating im Investment Grade Bereich mit einem mittel- und langfristigen Anlagebereich, also mit einer verbleibenden Restlaufzeit von mindestens einem Jahr, ab. Dabei sind Papiere des mittelfristigen Bereichs mit 76 Prozent deutlich Übergewichtet. Folgende Kriterien werden berücksichtigt: es werden nur Anleihen mit einem noch ausstehenden Nominal von mindestens 250 Millionen US-Dollar in den Index integriert, die einen festen Kupon, einen Step-Up Kupon oder einen Kupon zahlen, der sich nach festen Vorgaben verändern kann. Alle Papiere müssen bei der SEC registriert sein. Durch die monatliche Neuberechnung der Gewichte ist eine schnelle Anpassung des Index an die Marktgegebenheiten möglich. Bis zu einer Neuberechnung anfallende Erträge aus Zinszahlungen werden nach dieser ausgeschüttet.

<sup>5</sup> Bei der Berechnung des hier verwendeten SPCI-G Replication Index wird der Ertrag eines Portfolios berechnet, welches die Wertentwicklung des SPCI-G Price Index nachbildet. Hierbei unterstellt der SPCI-G Replication Index, dass das zugrunde liegende Portfolio am Ende jeden Handelstages auf die Gewichtung zu Beginn des Handelstages gesetzt wird, und dass Umgewichtungsgewinne in den Index reinvestiert werden. Anders ausgedrückt repräsentiert der SPCI-G Replication Index eine einfache Handelsstrategie auf den SPCI-G Price Index und stellt dadurch eine investierbare Portfoliobeimischung dar. Der SPCI-G Price Index repräsentiert eine breite Palette an Rohstoffen wie Metalle (Silber, Kupfer), Öl und Gas, sowie Produkte aus der Landwirtschaft (Weizen, Mais oder Nutztvieh). Mit einem Anteil von 49 Prozent bilden Rohstoffe, die für die Energiegewinnung notwendig sind, den größten Indexbestandteil. Die Berechnungsgrundlage für den Index bilden aktiv gehandelte Futures Kontrakte auf die oben genannten Rohstoffe, sodass eine tägliche Preisfeststellung möglich ist.

<sup>6</sup> Der Indizes-Index von Edhec, der auf Basis der Principal Component Analysis gebildet wird, vereint den Informationsgehalt verschiedener am Markt befindlicher Indexfamilien in sich. In diesem Kontext konnten Lhabitant (2004) sowie Heidorn, Hoppe und Kaiser (2006b) nachweisen, dass die Strategieindizes von Edhec im Vergleich zu anderen Hedgefondsindex-Anbietern, über die höchste Repräsentativität verfügen.

zes handelt, verzerrt sein. Nach Fung und Hsieh (2004) unterliegen Hedgefondsindizes insbesondere dem Survivorship Bias, dem Backfilling Bias sowie dem Self-Selection Bias.<sup>7</sup> Der Survivorship Bias liegt darin begründet, dass Hedgefonds mit längeren Verlustperioden oder gar einem Bankrott nicht (oder nicht mehr) im Index enthalten sind, wohingegen die erfolgreichen Fonds in die Indexberechnung einbezogen werden. Dadurch wird tendenziell eine zu hohe Rendite ausgewiesen. Folglich zeigt der Survivorship Bias auf, um wie viel die Renditen überschätzt werden, wenn die Renditemessung nur die „überlebenden“ Fonds berücksichtigt. Der durchschnittliche Survivorship Bias in der Hedgefonds-Branche dürfte nach Heidorn, Hoppe und Kaiser (2006b) um die 2 Prozent pro Jahr betragen, während er bei traditionellen Indizes zwischen 0,5 und 1,4 Prozent pro Jahr liegt.<sup>8</sup> Eine weitere Ursache für Renditeverzerrungen ist darin zu sehen, dass bei der Aufnahme eines Hedgefonds in einen Index in der Regel auch die vergangenen Renditen integriert werden (sog. „Backfilling“). Da die Aufnahme in eine Datenbank auch zur besseren Vermarktung des Fonds dient, werden solche mit guten historischen Renditen eher Berücksichtigung finden als diejenigen mit einer schlechten Performance. Letztere werden unter Umständen keinen Antrag zur Aufnahme in den Index stellen oder verschwinden vorher gänzlich vom Markt. Die Auswirkungen auf die Indizes dieses Instant History Bias werden von Fung und Hsieh (2000) mit jährlich 1,4 Prozent beziffert.<sup>9</sup> Der Self-Selection Bias wird dadurch verursacht, dass die Hedgefonds selbst darüber entscheiden, ob und an welchen Datenanbieter Performanceergebnisse geliefert werden. Diese freiwillige Berichterstattung kann zu einer Über- oder Unterschätzung der Renditen führen. Generell ist aber der geringe Anteil von geschlossenen Fonds (je nach Datenbank zwischen 6 und 10 Prozent) ein Indiz dafür, dass die durchschnittlichen Renditen der Hedgefondsindizes ein negativ verzerrtes Bild der Realität vermitteln. Nach Ackermann, McEnally und Ravenscraft (1999) eliminieren sich der Survivorship Bias und der Self-Selection Bias gegenseitig.<sup>10</sup> Da mit diesen Verzerrungen jegliche empirischen Studien mit Untersuchungsgegenstand Hedgefonds zu kämpfen haben, halten wir unsere Ergebnisse dennoch für repräsentativ.

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick von statistischen Kennzahlen der für die Portfoliooptimierung ausgewählten Indizes gegeben.<sup>11</sup> Darin enthalten sind nicht nur die Mittelwerte der Returns (monatlich, pro Jahr, Maximum und Minimum aller Monate), sondern auch die jährliche Standardabweichung  $\sigma$  sowie Kennzahlen zu Schiefe und Überschuss-Wölbung.

---

<sup>7</sup> Vgl. Fung und Hsieh (2004), S. 64.

<sup>8</sup> Vgl. Heidorn, Hoppe und Kaiser (2006b).

<sup>9</sup> Vgl. Fung und Hsieh (2000), S. 297.

<sup>10</sup> Vgl. Ackermann, McEnally und Ravenscraft (1999), S. 838.

<sup>11</sup> Eine detaillierte Strategiedefinition der einzelnen Hedgefondsinvestitionstechniken findet sich bei Hilpold und Kaiser (2005), Ineichen (2003), Eling (2006b), Busack und Kaiser (2006) oder Lhabitant (2002).

Portfoliooptimierung mit Hedgefonds  
unter Berücksichtigung höherer  
Momente der Verteilung

---

Tab. 1: Überblick statistischer Kennzahlen zu den untersuchten Indizes

Name	Mtl. Durchschnittsertrag	Durchschnittl. Ertrag p.a.	Maximaler mtl. Ertrag	Minimaler mtl. Ertrag	Standardabweichung p.a.	Schiefe	Überschuss-Wölbung
Convertible Arbitrage	0.76%	9.06%	3.44%	-3.19%	4.04%	-0.8901	1.5060
CTA Global	0.65%	7.85%	6.91%	-5.43%	9.16%	0.0920	-0.1695
Distressed Securities	1.00%	12.01%	4.21%	-8.36%	5.39%	-1.8269	10.4845
Emerging Markets	0.99%	11.88%	12.30%	-19.22%	12.99%	-1.3456	6.9337
Equity Market Neutral	0.75%	9.01%	2.53%	-1.07%	2.15%	0.4245	0.8443
Event Driven	0.91%	10.94%	4.29%	-8.86%	5.67%	-1.9816	10.4476
Fixed Income Arbitrage	0.52%	6.18%	2.08%	-8.01%	3.70%	-5.0835	37.2193
Funds of Funds	0.78%	9.30%	6.66%	-6.16%	5.84%	0.2368	3.4809
Global Macro	0.86%	10.30%	7.38%	-3.04%	6.11%	0.9603	1.9236
Long / Short Equity	0.95%	11.40%	7.45%	-5.52%	7.23%	0.0252	0.8819
Merger Arbitrage	0.74%	8.88%	2.72%	-5.44%	3.79%	-1.9651	8.7607
Relative Value	0.78%	9.36%	3.33%	-3.41%	3.37%	-1.0986	3.0904
Short Selling	0.44%	5.30%	24.63%	-13.40%	20.64%	0.5595	2.0503
Rohstoffindex	0.76%	9.07%	12.65%	-9.66%	15.82%	0.0303	-0.1705
S&P500 Aktienindex	0.47%	5.68%	9.23%	-15.76%	15.80%	-0.6358	0.7120
Lehman Bond Index	0.47%	5.62%	2.71%	-2.82%	3.82%	-0.6225	0.2775

Wie aufgrund der Berechnungen ersichtlich ist, konnte in vielen Fällen mit einem Hedgefondsstrategieindex ein höherer annualisierter Ertrag als mit einem Aktien- oder Rentenindex erzielt werden. Gleichwohl ist auch in den Spalten vier und fünf erkennbar, wie groß Schwankungen der monatlichen Erträge aus allen Anlagen sein können. Hervorzuheben ist hier die Möglichkeit, mit dem Hedgefondsindex der Strategie „Short Selling“ einen maximalen monatlichen Ertrag von 24,63 Prozent zu generieren.<sup>12</sup> Die Standardabweichung der Hedgefondsindizes bewegt sich bis auf eine Ausnahme, dem Hedgefondsindex Short Selling, unter der des Aktien- und Rohstoffindex. Durch die Zweistufen-Selektion von Edhec können daher geringere Abweichungen vom Erwartungswert als bei herkömmlichen Hedgefondsindizes vermutet werden. Traditionell sind die Wertschwankungen vom Erwartungswert bei Anleihen nicht so ausgeprägt.

Das dritte Moment, die Schiefe, beschreibt die Häufigkeitsverteilung der Renditen. Ist das Ergebnis der Schiefe Null oder nahe Null, so sind die Renditen normalverteilt. Bei einem Ergebnis kleiner Null liegt eine linksschiefe Verteilung vor. Dies bedeutet, dass im Vergleich zur Normalverteilung die Häufigkeit extremer negativer Wertentwicklungen höher ausfällt. Im Gegensatz dazu liegt bei einem Ergebnis größer Null eine rechtsschiefe Verteilung vor. Hier ist eine größere Anzahl an höheren positiven Erträgen zu erwarten, als es bei der Normalverteilung der Fall wäre. Bei Betrachtung der Ergebnisse treten die vielen Hedgefonds mit negativem Ergebnis, also linksschiefen Renditen, hervor. Lediglich ein Strategieindex (Global Macro) bietet mit einem Resultat von nahe 1, damit einer rechtsschiefen Verteilung, dem potentiellen Investor die Möglichkeit, höhere positive Renditen zu erzielen.

---

<sup>12</sup> Dies war im August 1998 aufgrund der damaligen Krise in den Emerging Markets möglich, denn die höchste negative Wertentwicklung mit 19,22 Prozent im Emerging Markets-Index fällt in denselben Monat.

Die Wölbung wird als viertes Moment definiert. Mit einem Wölbungsmaß wird die Stärke der Krümmung (Kurtosis) einer Häufigkeitsverteilung gemessen. Dies bedeutet, dass Extremwerte sowohl im negativen als auch im positiven Bereich häufiger auftreten als bei einer Normalverteilung. Bei der Normalverteilung ergibt sich bei der Berechnung der Wölbung der Wert 3. Wird von der Wölbungs-Kennzahl dieser Wert abgezogen, spricht man von der Überschuss-Wölbung. Bei Werten kleiner als 3 wie bei Equity Market Neutral oder Long/Short Equity ist eine flachere Überschuss-Wölbung der Verteilung zu erkennen. Die Wertentwicklung des Hedgefondsindex mit der Relative Value-Strategie weist im vierten Moment eine Normalverteilung auf. Werte von rund 37 (Fixed Income Arbitrage) und 10 (Event Driven/Distressed Securities) beweisen eine stark gewölbte (leptokurtische) Verteilung.

### 1.3 Annahmen zur Portfoliooptimierung

Für die folgenden Analysen der unterschiedlichen Portfolios werden Annahmen getroffen, die sowohl bei der Optimierung nach Markowitz als auch bei der Anwendung des Polynomial Goal Programming erfüllt sein müssen.

- **Leerverkauf:** Die erste Bedingung ist das Verbot von Leerverkäufen für alle Wertpapierklassen, die sich im Portfolio befinden. Diese Maßnahme verhindert eine Benachteiligung möglicher privater Investoren, die nicht die Möglichkeit des Leerverkaufs haben, da sie als Privatperson nicht am Wertpapierleihemarkt agieren können. Ebenso wird auf diese Weise eine Verzerrung der Ergebnisse aufgrund von Leihe-Kosten vermieden.<sup>13</sup> Das Verbot von Leerverkäufen schließt jedoch nicht aus, dass innerhalb der Portfoliokomponenten Leerverkäufe getätigt werden, da dies ein für Hedgefonds normales Instrument zur Wertsteigerung ist. Ein weiterer Grund für den Ausschluss liegt in der technischen Umsetzung bei der Einbeziehung von Leerverkäufen. Da unbegrenzte Werte für die Gewichte der einzelnen Portfoliobestandteile bei diesen erreicht werden können, besteht die Gefahr, keine „endliche“ Lösung zu erhalten.<sup>14</sup>
- **Vollinvestition:** Bei der Analyse soll das gesamte Anlagevermögen in die zur Auswahl stehenden Anlageklassen investiert werden. Ein Liquiditätspuffer in Form eines Kontos wird als nicht existent angenommen. Da sich der Investor vor seinen Anlageentscheidungen hinsichtlich der Risiken und ihren Konsequenzen informieren sollte, wird unterstellt, dass nur der Geldbetrag zur Investition in das Portfolio zur Verfügung steht, der für einen längeren Zeitraum nicht zur Deckung laufender Kosten benötigt wird. Durch den Ausschluss von risikofreien Investitionen wird gleichzeitig die mög-

---

<sup>13</sup> Durch die überhöhte Nachfrage und das knappe Angebot im Markt für einige Wertpapiere sind Leihe-Kosten von bis zu 20 Prozent möglich. Durch den Ausschluss werden auch Kosten, die aus Margin-Zahlungen resultieren könnten, vermieden.

<sup>14</sup> Ebenso scheint es für die Praxis unmöglich, beispielsweise rund fünf Tausend Prozent eines Aktienindex short zu gehen, im Gegenzug aber eine Summe in gleicher Höhe aus einem Renten-, Rohstoff- und Hedgefondsindex im Portfolio zu halten.

liche Fehleranfälligkeit vermieden, zur marktnahen Abbildung risikofreie Zinssätze bestimmen zu müssen, die sich über die Laufzeit ändern.

- **Steuerliche Behandlung:** In den folgenden Optimierungen werden keine steuerlichen Aspekte berücksichtigt, da sonst eine Erfassung von steuerlichen Gesichtspunkten auf mehreren Ebenen (Investmentgesellschaft, einzelne Hedgefonds, Investor) erfolgen müsste. Gleichzeitig wären Annahmen bezüglich der steuerlichen Behandlung von potentiellen Investoren vonnöten. Dies ist aufgrund der extremen Heterogenität nicht möglich.<sup>15</sup>
- **Transaktionskosten:** Auch bei den Transaktionskosten ist eine nähere Betrachtung notwendig. Bei Hedgefonds fallen unterschiedliche Gebühren und Kosten an. Beginnend mit dem Ausgabeaufschlag über Verwaltungsgebühren und erfolgsabhängigen Vergütungen für das Management ist es kaum über die Zeit möglich, diese einzelnen Gebühren richtig und konsequent zu berücksichtigen. So müsste für jeden Hedgefonds einzeln geprüft werden, welcher Prozentsatz als Verwaltungsgebühr verlangt wurde, wann es Änderungen gab und auf welchen Anteil diese berechnet wurden. Ähnliches gilt für die Vergütung für das Management. Hierzu müssten Daten zu einer eventuell existierenden High-Watermark und ihre Höhe zum Vergleich vorliegen, ob die Wertentwicklung des Hedgefonds Zahlungen an das Management rechtfertigt oder nicht. Allerdings ist es üblich, dass Hedgefonds Nettoerträgen an die verschiedenen Datenbanken berichten, wonach die Kosten der einzelnen Hedgefonds in den Indexständen bereits berücksichtigt sind.<sup>16</sup> Schließlich stellt sich auch die Frage der Behandlung von Verwaltungsgebühren für ein Portfolio, in welchem die Wertpapiere verwaltet werden. Da hier ebenfalls große Unterschiede im Markt üblich sind und jeder Investor einen Anteil individueller Zahlungen zu leisten hat, werden Transaktionskosten innerhalb der Berechnungen nicht berücksichtigt.

## 2 Portfoliooptimierung nach Markowitz

Investoren erwarten von ihren Investitionen einen Ertrag. Wie hoch dieser ausfällt, wird maßgeblich von den im Portfolio enthaltenen Einzelwerten und ihrer Entwicklung im Markt beeinflusst. Daher wird nun unter Annahme der Verwendung der in Abschnitt 1.2 genannten

---

<sup>15</sup> Daher wird weder die steuerliche Komponente auf Seiten des Hedgefonds miteinbezogen, wo je nach Gesetzeslage eventuell eine Quellensteuer oder Kapitalertragsteuer anzusetzen wäre, noch kann die Situation des Investors – abhängig von Wohnsitz, Veranlagung, persönlichem Steuersatz, Freibeträgen, Doppelbesteuerungsabkommen oder Steuergesetzen im Heimatland – vollständig erfasst werden. Zu leistende Steuerzahlungen werden deshalb vernachlässigt.

<sup>16</sup> Gleichfalls ist davon auszugehen, dass die Investoren auch versuchen könnten, spezielle Konditionen mit dem jeweiligen Hedgefondsmanagement auszuhandeln. Hier haben institutionelle Investoren aufgrund der großen Volumina, die sie investieren können, einen weitaus höheren Verhandlungsspielraum und auch mehr Marktmacht als ein privater Investor.

Anlageklassen bzw. ihrer Indizes (Aktien, Anleihen, Rohstoffe und Hedgefonds) im folgenden Kapitel eine mögliche Vorgehensweise zur Konstruktion eines Portfolios dargestellt.

## 2.1 Ziele des Investors

Markowitz stellt dar, dass der Investor mit seiner Anlageentscheidung im Portfolio sowohl den erwarteten (diskontierten) Ertrag, also seinen Gewinn, maximieren als auch das Risiko, das aus dieser Investitionsentscheidung entsteht, minimieren möchte.<sup>17</sup> Dies sind jedoch konträre Ziele, denn nach den Gesetzen des Marktes muss für einen höheren Ertrag aus einer Anlage auch ein höheres Risiko übernommen werden. Daher ist es zuerst wichtig, die Risikoneigung des Investors in Erfahrung zu bringen. Ist ein Investor risikoavers, so versucht er das Risiko zu meiden und präferiert sichere Anlagen<sup>18</sup>, wobei er für die Sicherheit auf einen höheren Ertrag verzichtet. Ein risikofreudiger Investor hingegen wählt bewusst Investitionen, die eine höhere Rendite versprechen. Für diese nimmt er mögliche Wertverluste seines Portfolios bis hin zu einem Totalverlust in Kauf. Im Folgenden wird ein risikoaverser Investor betrachtet, da diese Gruppe im Markt überwiegt und in den anschließenden Analysen unterschiedlicher Portfolios die Werterhaltung weitgehend gesichert sein soll.<sup>19</sup>

Für den Investor ist es nun entscheidend, welchen Ertrag er aus seinem investierten Portfolio generieren kann. Bekannt ist die Annahme, dass die Erträge aus traditionellen Investments normalverteilt sind. Bei Investitionen in ein Portfolio errechnet sich der Gesamtertrag nach Mertens (2006) aus der Summe aller mit  $\omega_i$  gewichteten einzelnen Erwartungswerten  $\mu_i$  mit  $n$  Wertpapieren:<sup>20</sup>

$$E = \sum_{i=1}^n \omega_i \mu_i$$

Dieser Ertrag muss nun mit dem daraus resultierenden Risiko abgestimmt werden. Da ein risikoaverses Verhalten des Investors vorausgesetzt wurde, soll das Risiko so gering wie möglich sein. Deshalb muss eine Anlageentscheidung aufgrund eines Minimumvarianzportfolios getroffen werden. Das heißt, dass die Varianz des Portfolios minimiert werden soll. Diese Minimierung lässt für den Investor kleine Abweichungen sowohl zu seinen Gunsten (Gewinn) als auch zu seinen Ungunsten (Verlust) der von ihm erwarteten Wertentwicklung auftreten, die Investitionsentscheidungen des risikofreudigen Investors können analog zu großen Abweichungen führen.

---

<sup>17</sup> Vgl. Markowitz (1952), S.77.

<sup>18</sup> Es ist zu beachten, dass es kein absolut sicheres Produkt gibt. Selbst Unternehmen mit bester Bonität (AAA Rating) können in eine Schieflage geraten oder externe Faktoren (9-11, Ölpreiskrise etc.) das gesamtwirtschaftliche Umfeld eintrüben und somit zu Verlusten führen.

<sup>19</sup> Vgl. Mertens (2006), S. 11.

<sup>20</sup> Vgl. Mertens (2006), S. 8.

Durch die Investition in unterschiedliche Wertpapiere und deren Eigenschaften (erwarteter Ertrag, Varianz, Korrelation, Verhalten im Markt etc.) wird die Diversifizierung zur Risikoreduzierung genutzt. Dabei kann jedoch das Risiko nie vollständig eliminiert werden.<sup>21</sup> Weiterhin muss zur Ausnutzung der Diversifizierung auch die Voraussetzung erfüllt sein, dass der Anleger tatsächlich über Alternativen in seinen Anlagen verfügen kann. So werden unterschiedliche Investitionsinstrumente ausgewählt. Hierbei ist auf eine ausreichende Diversifizierung zu achten.<sup>22</sup>

## 2.2 Berechnungsvorgang

Für die Berechnung eines Minimumvarianzportfolios, also einer Minimierung des Portfoliorisikos  $\sigma_{PF}$ , werden folgende Inputparameter benötigt:

- Standardabweichung  $\sigma$  (sigma) der einzelnen Assets
- Korrelation  $\rho$  (rho) der Anlageklassen untereinander
- Kovarianz
- Restriktionen, die bei der Berechnung eingehalten werden müssen

Die Standardabweichung  $\sigma$  ergibt sich als Wurzel aus der Renditevarianz.<sup>23</sup> Der Korrelationskoeffizient  $\rho$  ist für die weitere Errechnung der Kovarianzmatrix<sup>24</sup> erforderlich. Die Kovarianz wird berechnet als

$$\sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$$

Die Restriktionen, die das Portfolio erfüllen muss, werden wie folgt berücksichtigt: jedes Gewicht eines Assets  $\omega_i$  darf nicht kleiner als Null sein, da Leerverkäufe (= negative Gewichte) ausgeschlossen wurden. Ebenso muss die Summe aller Gewichte 1 betragen:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1 \quad \text{und} \quad \omega_i \geq 0$$

---

<sup>21</sup> Vgl. Markowitz (1952), S. 79.

<sup>22</sup> Wie Markowitz (1952) anmerkt, kann man bei einem Portfolio bestehend aus sechzig unterschiedlichen Eisenbahn-Wertpapieren nicht von einer Aufteilung des Risikos sprechen. Gleichfalls ist nicht unbedingt die Anzahl der Wertpapiere entscheidend, sondern auch die Korrelationen untereinander. Vgl. Markowitz (1952), S. 89.

<sup>23</sup> Vgl. Heidorn, Hoppe und Kaiser (2006a), S. 566.

<sup>24</sup> Die Kovarianz wird als Maß für die Richtung des linearen Zusammenhangs der Zufallsvariablen X und Y verstanden. Vgl. Cremers (1998), S. 174.

Der Investor soll die gesamte Summe in die potentiellen Assets im Portfolio investieren. Dies führt zu einer maximalen Gewichtung eines Assets  $\omega_i$  von 1 (unter der Bedingung, dass in kein anderes Asset des Portfolios investiert würde).

Die Portfoliovarianz wird definiert als

$$\sigma_{PF}^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij}$$

Darauf folgend wird die Gleichung unter den gegebenen Nebenbedingungen (Restriktionen) mit einer Lagrangefunktion minimiert:

$$L(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n, \lambda) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij} + \lambda \left( \sum_{j=1}^n \omega_j - 1 \right)$$

Anschließend werden partielle Ableitungen für jedes einzelne Portfoliogewicht gebildet, gleich Null gesetzt und die Variablen nach  $\omega_i$  gelöst.

## 2.3 Kritik

Die vorangegangene Optimierung eines Portfolios berücksichtigt die Erwartungen des Investors hinsichtlich Ertrag und Risiko, also der ersten beiden Momente. Trotz der Risikoaversion des Anlegers ist es jedoch meist nicht möglich, eine weitere Steuerung der Portfoliogewichte anhand einer persönlichen Nutzenfunktion zu diesen Momenten vorzunehmen, denn der Investor kann diese nicht quantitativ bestimmen. Es können nur Äußerungen zu Präferenzen (weniger/mehr Risiko) oder Neigungen erfasst werden. Mit der Berücksichtigung der Momente Erwartungswert und Varianz können Assets mit normalverteilten Renditen erfasst und in einer Portfoliooptimierung gewichtet werden. Dies ist aber nur bei den Erträgen von traditionellen Wertpapieren der Fall. Einige statistische Kennzahlen der untersuchten Edhec-Hedgefondsindizes (siehe hierzu Tabelle 1 in Kapitel 1.2) weichen von denen der Normalverteilung ab. Daher reicht die Portfoliotheorie nach Markowitz nicht aus, um für den Investor die optimalen Gewichte zu bestimmen. Es muss bei der Beimischung von Hedgefondsindizes in ein Portfolio aus traditionellen Assets auf eine Einbeziehung von höheren Momenten bei der Optimierung geachtet werden. Diese Vorgehensweise wird im nächsten Kapitel analysiert.

## 3 Polynomial Goal Programming

Nach Guse (2005) besteht die Grundidee des „Polynomial Goal Programming“ (PGP) darin, die Optimierung über verschiedene Momente gleichzeitig erfolgen zu lassen und somit die adäquaten Portfoliogewichte zu erhalten.<sup>25</sup> Mit dieser Berechnungsweise wird die Forderung

---

<sup>25</sup> Vgl. Guse (2005), S. 43.

von Davies et al. (2004) erfüllt, die zweidimensionale Betrachtung von Erwartungswert und Sigma zu verlassen und Modelle zu finden, die die ersten vier Momente abbilden können.<sup>26</sup> Die PGP stellt so ein Modell dar und wird nach der theoretischen Einführung, anschließend in Kapitel 5 für die Berechnungen basierend auf empirischen Zahlen verwandt.

### 3.1 Annahmen und Ziele des Investors

Mit Hilfe des Polynomial Goal Programmings, das unter anderem von Lai (1991), Chunhachinda et al. (1997) und Davies et al. (2004) angewandt wurde, können höhere Momente in die Bewertung eines optimalen Portfolios einbezogen werden. Dabei werden die jeweiligen Präferenzen des Investors bezogen auf die unterschiedlichen Momente einzeln ausgewählt und als feste Zahl definiert. Die Verwendung des PGP gibt dem Investor eine Hilfestellung bei der Auswahl der richtigen Hedgefondsstrategien, sowie daran anschließend das für sein Portfolio zu allozierende Gewicht für dieses Asset.<sup>27</sup> Im Folgenden werden nun die unterschiedlichen Komponenten und die daraus resultierenden Gleichungen des Polynomial Goal Programming dargestellt.

#### 3.1.1 Ertrag

Es wird vorausgesetzt, dass der Investor aus seinem Portfolio eine maximale Rendite erwartet. Dabei ist das ganze Vermögen in die zuvor ausgewählten Wertpapiere bzw. Anlageklassen voll investiert.<sup>28</sup> Der erwartete Ertrag des Portfolios errechnet sich somit aus den gewichteten Einzelträgen der ausgewählten Assets. Es ergibt sich in Anlehnung an Davies, Kat und Lu (2004) die Gleichung

$$Z_1 = E \left[ X^T \tilde{R} \right]$$

mit  $Z_1$  als zu maximierendem Ertrag des Portfolios resultierend aus dem Produkt der transponierten Einzelgewichte der Assets  $X^T$  mit den Erträgen aus den einzelnen Wertpapieren  $R_i$ . Dabei werden die jeweiligen Einzelträge eines Assets  $i$  als arithmetisches Mittel aller monatlichen Returns  $N$  über die betrachtete Laufzeit bewertet.<sup>29</sup>

---

<sup>26</sup> Vgl. Davies, Kat und Lu (2004), S. 2.

<sup>27</sup> Vgl. Davies, Kat und Lu (2004), S. 3.

<sup>28</sup> Es wird also, im Gegensatz zu den Annahmen von Lai (1991), Chunhachinda, Dandapani, Hamid und Prakash (1997) sowie Davies, Kat und Lu (2004), keine Investition auf einem Bargeldkonto, die mit dem risikofreien Zins angelegt wurde, getätigt.

<sup>29</sup> Vgl. Lai (1991), S. 298.

$$\tilde{R}_i = \left[ \sum_{n=1}^N R_{in} \right] \div N$$

Wie in den Restriktionen genannt, soll Vollinvestition vorliegen, deshalb muss die Summe aller Einzelgewichte  $X^T$  gleich 1 betragen.

### 3.1.2 Varianz und Sigma

Die Varianz als quadratischer Streuungsparameter wird durch das Produkt von transponierten Gewichten der Einzelassets  $X^T$  mit der Varianz-Kovarianzmatrix  $V$  und dem Gewichtungsvektor  $X$  errechnet:

$$\text{Varianz} = X^T V X$$

Die Standardabweichung  $\sigma$  (Sigma), welche die Volatilität beschreibt, erhält man aus der positiven Wurzel der Varianz. In den folgenden Berechnungen wird zur Vergleichbarkeit bei der PGP-Optimierung, mit den Ergebnissen der aus der Markowitz-Optimierung resultierenden Varianz bzw. Standardabweichung gerechnet, welche als konstant angenommen wird. Der gewählte Wert der Volatilität ist das Sigma aus dem Minimumvarianzportfolio, das sich aus den gewählten Assets ergibt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Standardabweichung in beiden Portfolios gleich groß ist – es werden also Renditeabweichungen aufgrund von ungleichen Risiken vermieden.

### 3.1.3 Schiefe

Das Maß der Schiefe einer Returnverteilung wird im dritten Moment berechnet:<sup>30</sup>

$$Z_3 = E \left[ X^T \left( \tilde{R} - E[\tilde{R}] \right) \div (X^T V X)^{1/2} \right]^3$$

Die empirische Schiefe unter der Verwendung historischer Renditen berechnet sich wie folgt:<sup>31</sup>

---

<sup>30</sup> Vgl. Johanning, Proelss, Rosenbusch und Schweizer (2006).

<sup>31</sup> Vgl. Poddig, Dichtl und Petersmeier (2003), S. 141.

$$Z_3 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^3}{\sigma^3}$$

Dabei wird der Wert  $E[\tilde{R}]$  als Mittelwert aller Renditen der einzelnen Assets definiert.<sup>32</sup> Zur Berechnung wird für jedes Asset  $i$  eine Differenz aus den durchschnittlichen Renditen der Einzelassets  $r_t$  und dem gewichteten Durchschnittsertrag auf Portfolioebene gebildet und diese mit drei potenziert. Nach Multiplikation mit dem Divisor  $1/n$  wird das Produkt durch Division mit der Standardabweichung (potenziert mit drei) normiert.

Wie bereits erläutert, bevorzugt der Investor die rechtsschiefe Verteilung, die als relativer Schiefeparameter größer Null zu erkennen ist. Diese bietet dem Investor eine größere Möglichkeit, verstärkt positive Erträge aus diesen Assets zu erzielen als unter Annahme der Normalverteilung. Daher ist es für den Investor erstrebenswert, diese Funktion zu maximieren.

### 3.1.4 Wölbung

Der Wölbungsparameter ist ein Indikator für das Randverhalten einer Verteilung und wird dargestellt als:<sup>33</sup>

$$Z_4 = E \left[ X^T \left( \tilde{R} - E[\tilde{R}] \right) \div (X^T V X)^{1/2} \right]^4$$

Analog zum dritten Moment wird auch die empirische Wölbung berechnet.<sup>34</sup> Wie zuvor sind zur Berechnung der Portfoliowölbung die Gewichte der einzelnen Portfoliowerte durch Multiplikation zu berücksichtigen.

$$Z_4 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^4}{\sigma^4}$$

Bei einer starken Wölbung<sup>35</sup> steigt die Wahrscheinlichkeit, hohe Werte im Randbereich zu erhalten. Man spricht von einer leptokurtischer Verteilung oder „fat tails“. Diese kann im Vergleich zur Normalverteilung eine höhere Anzahl positiver Erträge erwarten lassen. Gleichfalls

---

<sup>32</sup> Vgl. Chunnachinda, Dandapani, Hamid und Prakash (1997), S. 147.

<sup>33</sup> Vgl. Johanning, Proelss, Rosenbusch und Schweizer (2006).

<sup>34</sup> Vgl. Poddig, Dichtl und Petersmeier (2003), S. 142.

<sup>35</sup> Bei der Annahme, dass das Wölbungsmaß bei der Normalverteilung gleich drei ist, muss  $Z_4 > 3$  sein.

ist die Häufigkeit des Eintritts von negativen Ausreißern und damit höheren Verlusten möglich.

Der risikoaverse Investor versucht alle Ereignisse zu vermeiden, die unerwartet eintreffen und nicht vorhersehbar sind. Daher wird eine Minimierung der vierten Gleichung  $Z_4$  angestrebt, da extreme Auswirkungen auf die Entwicklung des Portfolios Einfluss nehmen können.<sup>36</sup> Eine völlige Nicht-Beachtung des vierten Moments wird nach Chunnachinda, Dandapani, Hamid und Prakash (1997), aufgrund einer fehlenden Bestätigung aus der Behavioral Finance als Resultat verfälschend angesehen.<sup>37</sup>

Analog zu den Berechnungen für die Portfoliooptimierung nach Markowitz gelten bei der Berechnung mit PGP ebenfalls die schon genannten Restriktionen des Verbots von Leerverkäufen (das heißt, alle Einzelgewichte  $\omega_i \geq 0$ ), die Annahme der Vollinvestition (Summe aller Gewichte = 1) und keine Minderungen des Returns, die auf Steuerzahlungen oder Transaktionskosten beruhen (siehe Kapitel 2).<sup>38</sup>

### 3.2 Anwendung innerhalb der Optimierung

Im Folgenden werden drei Gleichungen aufgestellt, die Präferenzen des Investors enthalten. Diese sind jedoch konträr und verfolgen unterschiedliche Ziele, denn der Investor möchte einerseits seinen Ertrag und die Schiefe maximieren und andererseits die Wölbung minimieren.<sup>39</sup> Der Investor muss einen „Trade-Off“ finden, über den eine gleichzeitige Erfüllung dieser drei Gleichungen möglich ist. Dies geschieht in zwei aufeinander folgenden Schritten. Zuerst werden die drei aufgestellten Gleichungen, die Return, Schiefe und Wölbung abbilden, gemäß den Präferenzen des Investors einzeln optimiert:

es soll

der Return  $Z_1 \rightarrow$  maximiert,

die Schiefe  $Z_3 \rightarrow$  maximiert und

die Wölbung  $Z_4 \rightarrow$  minimiert

werden. Die daraus resultierenden Ergebnisse werden als „individuell maximierte Momente“ für die Portfolios der jeweiligen Konstellationen Ertrag – Varianz, Schiefe – Varianz und

---

<sup>36</sup> Ein Beispiel für ein solches Ereignis mit unabsehbaren Folgen für die Finanzmärkte waren die Terroranschläge am 11. September 2001, aber auch Kriege oder politische Entwicklungen sind denkbar.

<sup>37</sup> Vgl. Chunnachinda, Dandapani, Hamid und Prakash (1997), S. 147.

<sup>38</sup> Nach Lai (1991) sollte auch ein „perfekter und wettbewerbsfähiger Kapitalmarkt“ angenommen werden. Vgl. Lai (1991), S. 295.

<sup>39</sup> Vgl. Chunnachinda et al. (1997), S. 144.

Wölbung - Varianz verstanden und mit  $Z_1^*$  gekennzeichnet.<sup>40</sup> Nach der Ermittlung der drei Extremwerte  $Z_1^*$ ,  $Z_3^*$  und  $Z_4^*$  müssen diese Gleichungen nun verknüpft werden, um eine gleichzeitige Berücksichtigung bei der Optimierung möglich zu machen. Ohne diese Verknüpfung ist ein Ergebnis nicht möglich, da die drei Gleichungen konträre Einzeloptimierungsziele aufweisen.

Die Verbindung der Einzelgleichungen mit dem Ziel der gleichzeitigen Optimierung wird nach Lai (1991) mit einer weiteren Gleichung<sup>41</sup>

$$Z = (d_1)^\alpha + (d_3)^\beta + (d_4)^\gamma$$

mit drei Abweichungsparametern  $d_1, d_3, d_4$  (alle größer Null) und den Präferenzen  $\alpha, \beta, \gamma$  des Investors für die Momente Ertrag, Schiefe und Wölbung erreicht. Dabei sollen die Abweichungsparameter so klein wie möglich sein, um nahe an die maximalen Werte heranzukommen. Die Einzeloptimierungen errechnen sich wie folgt:<sup>42</sup>

$$\begin{aligned} E\left[X^T \tilde{R}\right] + d_1 &= Z_1^* \\ E\left[X^T \left(\tilde{R} - E\left[\tilde{R}\right]\right) \div (X^T V X)^{1/2}\right]^3 + d_3 &= Z_3^* \\ -E\left[X^T \left(\tilde{R} - E\left[\tilde{R}\right]\right) \div (X^T V X)^{1/2}\right]^4 + d_4 &= -Z_4^* \end{aligned}$$

Nach Davies (2004) sind die Präferenzen  $\alpha, \beta$  und  $\gamma$  des Investors bezüglich der drei zu analysierenden Momente wie folgt verteilt: Bei einer Indifferenz, also „Gleichgültigkeit“ des Investors, liegt der Wert von Null vor.<sup>43</sup> Eine geringe Präferenz für Ertrag und Schiefe wird mit 1 definiert, für Wölbung mit 0,25. Der Wert 2 charakterisiert eine mittlere Präferenz für Return und Schiefe, für Wölbung beträgt er 0,5. Liegt eine hohe Präferenz dieses Moments durch den Investor vor, so wird der Ertrag und Schiefe mit 3, die Wölbung mit 0,75 gewichtet.

Tab. 2: Übersicht der Investorenpräferenzen zu Ertrag, Schiefe und Wölbung

---

<sup>40</sup> Vgl. Davies et al. (2004), S. 5.

<sup>41</sup> Vgl. Lai (1991), S. 298.

<sup>42</sup> Vgl. Johanning, Proelss, Rosenbusch und Schweizer (2006).

<sup>43</sup> Vgl. Davies, Kat und Lu (2004), S. 12.

	Indifferenz	Präferenz			Sonderfall MVP
		gering	mittel	hoch	
Return $\alpha$	0	1	2	3	1
Schiefe $\beta$	0	1	2	3	0
Wölbung $\gamma$	0	0,25	0,5	0,75	0

Quelle: eigene Darstellung nach Davies et al. (2004), S. 12.

Eine Vergleichbarkeit mit einem effizienten Portfolio, das nur die ersten beiden Momente Ertrag und Varianz berücksichtigt, ist dann gegeben, wenn der Ertrag den Wert 1 erhält sowie Schiefe und Kurtosis (da der Investor indifferent ist) mit Null betrachtet werden.<sup>44</sup>

### 3.3 Weitergehende Überlegungen

Trotz der möglichen Parameter ist eine Abwägung zu treffen, welches Moment wie präferiert wird. Dies führt zur einer „Marginal Rate of Substitution“ (MRS = marginale Ersetzungsrate) durch die festgelegt werden kann, in welchem Verhältnis der Investor ein Moment bevorzugt und gleichzeitig deshalb bei einem anderen Moment einen geringeren Wert in Kauf nimmt.<sup>45</sup> Das Austauschverhältnis zwischen Erwartungswert und Schiefe kann wie folgt berechnet werden:

$$MRS_{13} = \frac{\partial Z / \partial d_1}{\partial Z / \partial d_3} = \frac{\alpha(1 + d_1)^{\alpha-1}}{\beta(1 + d_3)^{\beta-1}}$$

Die MRS zwischen Erwartungswert und Kurtosis ist analog dazu.

$$MRS_{14} = \frac{\partial Z / \partial d_1}{\partial Z / \partial d_4} = \frac{\alpha(1 + d_1)^{\alpha-1}}{\gamma(1 + d_4)^{\gamma-1}}$$

## 4 Empirische Untersuchung

Nach den Erläuterungen der beiden möglichen Konzepte zur Portfoliooptimierung in den Kapiteln 2 und 3 werden diese nun in praktischen Modellen für Hedgefonds implementiert. Ebenso sind unterschiedliche Annahmen für die Berechnungen getroffen worden, die potentielle Wünsche und Restriktionen von Investorensseite widerspiegeln. Im Folgenden werden die Ergebnisse analysiert und auch grafisch aufbereitet.

<sup>44</sup> Vgl. Davies, Kat und Lu (2004), S. 12.

<sup>45</sup> Vgl. Davies, Kat und Lu (2004), S. 5.

## 4.1 Definition der einzelnen Portfolios

Insgesamt werden je sechs Portfolios mit der Optimierungsmethode nach Markowitz zur Ermittlung des Minimumvarianzportfolios (MVP) und unter Verwendung des PGP untersucht. Dabei werden nochmals drei unterschiedliche Berechnungen für die Methode mit PGP durchgeführt. Auf diese Weise werden für die Präferenzen eines Investors drei verschiedene Annahmen getroffen. Analog der dargestellten Annahme nach Davies (2004), dass ein Portfolio mit den Investorpräferenzen von  $\alpha = 1$ ,  $\beta$  und  $\gamma = 0$  dem eines effizienten Portfolios gleicht, welches Return und Varianz berücksichtigt, wird diese Konstellation in PGP1 berechnet.<sup>46</sup> Für die beiden weiteren Optimierungen wird die Präferenz des Investors bezüglich Schiefe und Wölbung erhöht: in PGP2 haben  $\beta$  und  $\gamma$  einen Wert von 2 bzw. 0,50, in der dritten Variation PGP3 beträgt der Wert von  $\beta = 3$  und  $\gamma = 0,75$ . Für die ersten vier Optimierungen werden die Wertentwicklungen über den gesamten Zeitraum von Januar 1997 bis Juni 2006, sowie die aus den Zeitreihen resultierenden Korrelationskoeffizienten verwandt. Die letzten beiden Optimierungen basieren auf Daten der Hausse von September 1998 bis August 2000 sowie der anschließenden Baisse von September 2000 bis September 2002.

- **Erste Optimierung ohne Restriktionen:** Bei der ersten Optimierung nach Markowitz und PGP wurden fünfzehn Assets in das Gesamtportfolio integriert. Dies waren der Aktienindex von S&P, der Lehman U.S. Treasury Index, der S&P Rohstoffindex, sowie alle zwölf Edhec Hedgefondsstrategieindizes (Convertible Arbitrage, CTA Global, etc.). Ausgeschlossen wurde der Edhec Fund of Fund Index. Neben den schon bestehenden Restriktionen wurden keine weiteren auferlegt.
- **Zweite Optimierung mit maximalen Gewichten:** Unter der Verwendung der gleichen wie in Optimierung 1 genannten Anlagen, wurde nun zur Garantie eines diversifizierten Portfolios eine maximale Gewichtung von 30 Prozent pro Index eingeführt.
- **Dritte Optimierung mit vier Komponenten:** Im folgenden Schritt wurden statt der zwölf einzelnen Hedgefondsindizes nur der Edhec Dachhedgefondsindex mit dem Aktien-, Bond- und Rohstoffindex kombiniert.
- **Vierte Optimierung mit maximal 50 Prozent-Hedgefondsanteil:** Bei der vierten Optimierung wurde das Portfolio von der ersten Optimierung dahingehend modifiziert, dass nun nur noch die Hälfte der Portfoliogewichte von Hedgefondsindizes belegt werden dürfen. So kann der Investor die Gesamtsumme der Hedgefonds in seinem Portfolio bei maximal 50 Prozent begrenzen.
- **Fünfte Optimierung bei steigenden Aktienkursen:** Für die fünfte Optimierung wurde der bisher gesamt betrachtete Zeitraum der Datenreihen verkleinert. Es wurde nur die Zeitspanne von genau vierundzwanzig Monaten beginnend im September 1998 bis

---

<sup>46</sup> Vgl. Davies, Kat und Lu (2004), S. 12.

August 2000 betrachtet. Daher fand eine Neuberechnung für diese Zeit der New Economy Blase und daraus resultierenden Wertsteigerungen statt.

- **Sechste Optimierung bei fallenden Aktienkursen:** Die sechste Optimierung erfasst die Periode des Kursverfalls von September 2000 bis September 2002. Darin enthalten sind die Extremereignisse vom September 2001 und die Terroranschläge in Madrid im Folgejahr. In dieser Zeit verzeichnete der S&P500 einen Verlust von rund 30 Prozent. Nach Neuberechnung und Aktualisierung der Daten wurden die Berechnungen mit denselben Einzelassets wie bei der fünften Optimierung durchgeführt.

## 4.2 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der sechs Portfoliooptimierungen dargestellt. Dabei werden zuerst Beobachtungen genannt, die in allen sechs Szenarien auffällig sind.

In allen Ergebnissen ist auf den ersten Blick zu bemerken, dass die Annahme von Davies, Kat und Lu (2004) zur Vergleichbarkeit eines PGP Portfolios mit den Parametern der Investorpräferenz von  $\alpha = 1$  sowie  $\beta$  und  $\gamma = 0$  nicht mit einem effizienten Portfolio übereinstimmt, das die beiden Momente Return und Varianz berücksichtigt.<sup>47</sup> In den Berechnungen mit PGP dominiert in jeder ersten Optimierung (PGP1) die Rendite derart, dass immer die Komponente des Portfolios gewählt wird, die den höchsten Ertrag von allen aufweist, unabhängig von beispielsweise ihrem Risiko definiert über die Standardabweichung. Bei der Restriktion eines maximalen Anteils von 30 Prozent wie in der zweiten Optimierung werden die vier Assets gewählt, welche die höchsten Erträge aufweisen, wobei die letzten 10 Prozent in dem Asset mit dem vierthöchsten Ertrag investiert werden. Daher kann aus den berechneten Daten in diesem speziellen Fall kein Hinweis gefunden werden, dass eine Optimierung mit PGP unter Annahme der genannten Investorpräferenzen ähnliche Gewichtungsergebnisse wie eine Portfoliooptimierung nach Markowitz erwarten lässt. Sie weichen vielmehr eklatant von einander ab.

Weiterhin sind Ähnlichkeiten in der Portfoliozusammensetzung zwischen den Berechnungen in PGP1 und PGP3 zu beobachten, wobei in der zuletzt genannten Optimierung die Eigenschaften der Schiefe vom Investor mit dem Wert 3 (= hoch) präferiert wird. Ebenso wird die Wölbung mit dem Wert 0,75 gewichtet, doch da die einzelne Gleichung minimiert wird, versucht der Investor auf diese Weise, Ausreißer im positiven oder negativen Sinne zu vermeiden. Dennoch sind die Gewichte bei der dritten Optimierung bei der eingeschränkten Auswahl von nur vier möglichen Komponenten im Portfolio, mit einer Vollinvestition in den Dachhedgefondsindex identisch. Sie weisen bei Berechnungen der zweiten Optimierung fast 90 Prozent gleicher Werte auf. Überschneidungen von rund 66 Prozent sind in der ersten Optimierung zu erkennen, in der vierten noch 40 Prozent.

---

<sup>47</sup> Vgl. Davies, Kat und Lu (2004), S. 12.

Weitere Auffälligkeiten werden nun anhand der einzelnen Vergleiche der jeweiligen Optimierungen herausgestellt. Die Tabellen beschreiben dabei noch einmal die Grundannahmen für die spezielle Berechnung und nennen die verwendeten Daten. Ebenso werden die Abweichungsparameter  $d_1$ ,  $d_3$  und  $d_4$  aus der Optimierung der einzelnen Gleichungen dargestellt. Die Höhe der Differenz zwischen diesen beiden lässt wiederum Aussagen über die Wichtigkeit des Moments für den Investor zu.

#### 4.2.1 Optimierung ohne Restriktionen

Neben der schon erwähnten Vollinvestition in PGP1 in ein einzelnes Asset konnte in den anderen drei Portfolios eine Diversifizierung festgestellt werden. Dabei wies jeweils ein Gewicht in den verbleibenden drei Portfolios eine starke Vormachtstellung auf. Es waren jedoch immer unterschiedliche Indizes (Equity Market Neutral, Convertible Arbitrage und Distressed Securities). In allen Fällen hätte in diesen einzelnen Hedgefondsstrategieindex mehr als 50 Prozent der gesamten Portfoliosumme investiert werden sollen. Während im MVP und in PGP2 neben der einen dominanten Komponente noch einige wenige Anlagen im 10 Prozent Bereich zu finden sind, teilen sich im PGP3 neun weitere Indizes ca. ein Drittel der verbleibenden Anlagesumme. Zu beachten sind die in PGP2 äußerst kleinen Gewichte von unter einem Prozent (hellgrau gekennzeichnet<sup>48</sup>). Diese Gewichte treten in allen Berechnungen der Szenarien auf. Ob eine Investition in dieser Höhe auch unter Berücksichtigung von Transaktionskosten sinnvoll ist, muss in der Praxis überprüft werden. Der Investor hätte bei der singulären Betrachtung des Returns Portfolio PGP1 mit der Vollinvestition in Distressed Securities gewählt. Dieses weist mit 12,01 Prozent p.a. den höchsten Ertrag in der ersten Optimierung auf. Es folgen PGP3 und PGP2. Das MVP weist die geringste Rendite auf.

---

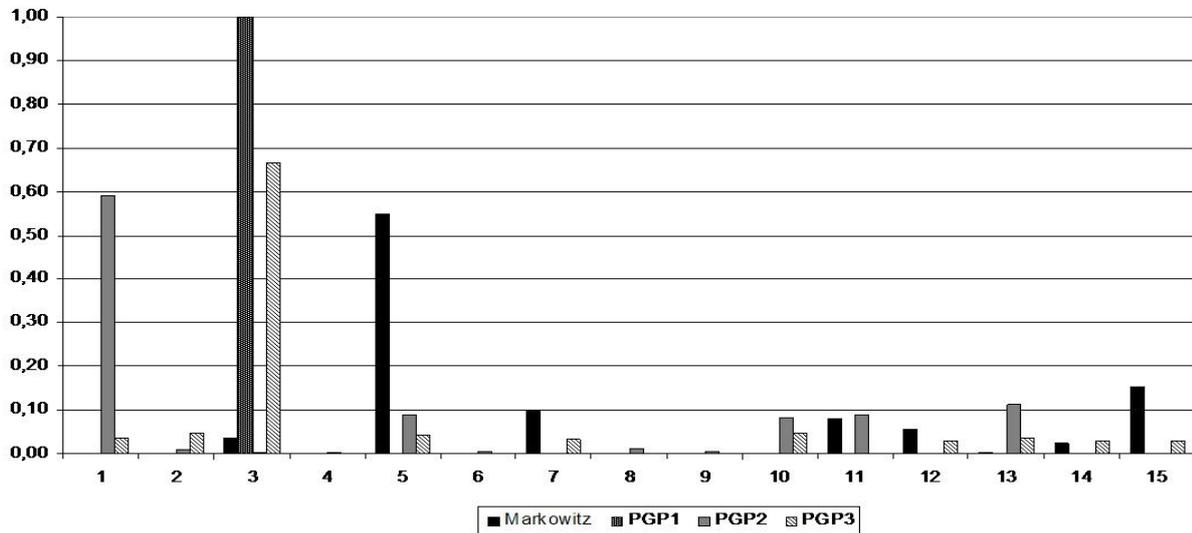
<sup>48</sup> Diese Kennzeichnung wurde auch in den folgenden fünf Tabellen vorgenommen.

Tab. 3: Übersicht der Ergebnisse aus der Optimierung ohne Restriktionen<sup>49</sup>

Asset Allocation	MVP	PGP1	PGP2	PGP3
Convertible Arbitrage	0	0	<b>0.58909</b>	0.03687
CTA Global	0	0	0.00847	0.04679
Distressed Securities	0.03452	<b>1.00000</b>	0.00350	<b>0.66658</b>
Emerging Markets	0	0	0.00374	0
Equity Market Neutral	<b>0.54927</b>	0	0.08912	0.04146
Event Driven	0	0	0.00610	0
Fixed Income Arbitrage	0.09769	0	0.00102	0.03375
Global Macro	0	0	0.01086	0
Long/Short Equity	0	0	0.00462	0
Merger Arbitrage	0	0	0.08323	0.04774
Relative Value	0.08063	0	0.08706	0
Short Selling	0.05610	0	0	0.02906
Rohstoffindex	0.00294	0	0.11285	0.03629
S&P500 Aktienindex	0.02469	0	0.00012	0.03089
Lehman Bond Index	0.15416	0	0.00021	0.03058
<b>Portfoliokomponenten</b>				
Rendite	8.0497%	12.0147%	9.1080%	10.5464%
Sigma	1.6843%	5,3933%	3,6461%	3,8473%
Schiefe	-0,1880967	-1,826898883	-1,024924664	-1,669228
Kurtosis	0,6627701	10,48445251	2,426170887	9,4797278

<sup>49</sup> In dieser Tabelle werden die Ergebnisse der Berechnungen für den Zeitraum von Januar 1997 bis Juni 2006 wiedergegeben. Hierbei wurden der S&P500, der Lehman Bond Index, der S&P Commodity Index sowie die 12 Hedgefondsstrategieindizes (ohne den Dachfonds-Index) berücksichtigt. Es werden die Ergebnisse verschiedener Optimierung mit Assetwerten von  $\omega = 1$  bis  $15 > 0$  und  $\omega = 1$  bis  $15 < 1$  gegenüber gestellt. Die Investorenpräferenzen bei PGP1 wurden analog zu MVP gewählt ( $\alpha=1$ ,  $\beta=0$ ,  $\gamma=0$ ). Die Präferenzen bei PGP2 sind  $\alpha=1$ ,  $\beta=2$  und  $\gamma =0,5$  sowie bei PGP3  $\alpha=1$ ,  $\beta=3$  und  $\gamma =0,75$ .

Abb. 1: Vergleich der Portfoliogewichte der Optimierung ohne Restriktionen



1	Convertible Arbitrage	6	Event Driven	11	Relative Value
2	CTA Global	7	Fixed Income Arbitrage	12	Short Selling
3	Distressed Securities	8	Global Macro	13	Rohstoffindex
4	Emerging Markets	9	Long / Short Equity	14	S&P500 Aktienindex
5	Equity Market Neutral	10	Merger Arbitrage	15	Lehman Bond Index

## 4.2.2 Optimierung mit maximalen Gewichten

Die zweite Optimierung fand unter der Restriktion statt, dass jedes Asset nicht höher als mit 30 Prozent gewichtet werden darf. Auf diese Art wurde eine Diversifizierung mit mäßigem Erfolg erzielt, da PGP1 und PGP3 mit drei Assets die Höchstgrenze (fast immer) erreichen. Dabei ist im Vergleich zur ersten Optimierung festzustellen, dass die dort präferierten Werte in Optimierung 2 nur aufgrund der Restriktion keine höheren Gewichtungen einnehmen. Eine breitere Gewichtung und die Aufnahme von zehn Assets (unter Vernachlässigung aller Gewichte < 1%) in das Portfolio bietet die Lösung von PGP2. In diesem wurde auch der Rohstoffindex mit einer Gewichtung in Höhe von rund 18 Prozent in das Portfolio aufgenommen. Die Renditewerte aus der zweiten Optimierung verstärken den schon erwähnten Zusammenhang zwischen PGP1 und PGP3. Durch die nahezu gleiche Assetstruktur ist auch ihr Ertrag mit 11,68 Prozent identisch. Die berechneten Gewichte aus PGP2 hätten dem Investor eine Durchschnittsrendite von 9,31 Prozent p.a. beschert. Das MVP erreicht wie zuvor die schlechteste Wertentwicklung aller vier Portfolios.

Portfoliooptimierung mit Hedgefonds  
unter Berücksichtigung höherer  
Momente der Verteilung

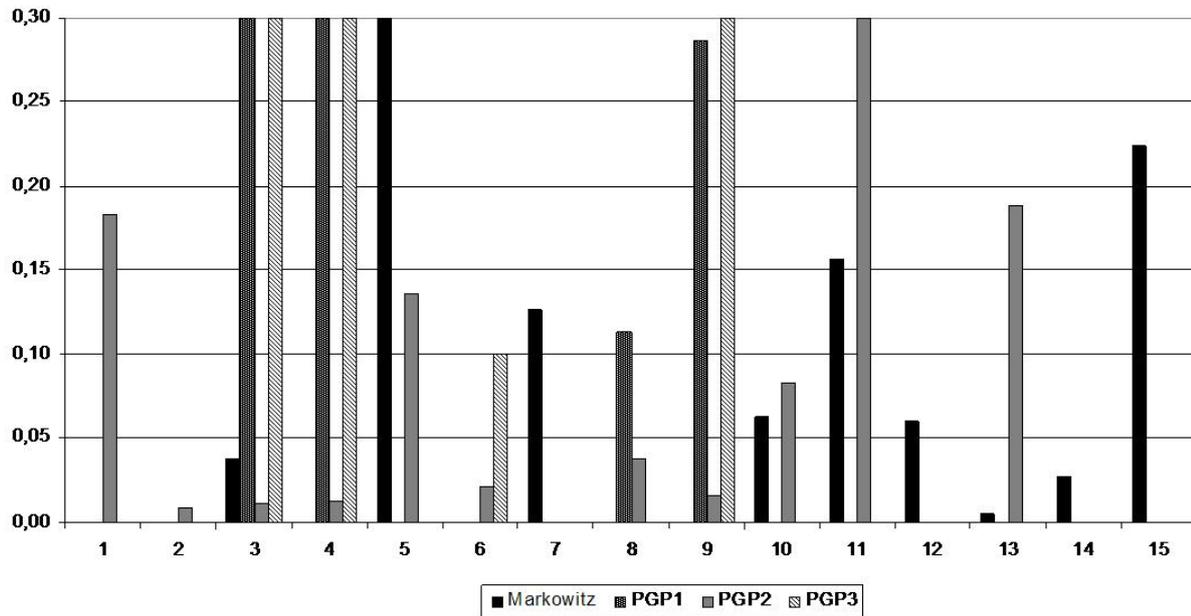
---

Tab. 4: Übersicht der Resultate aus der Optimierung mit maximalen Gewichten <sup>50</sup>

Asset Allocation	MVP	PGP1	PGP2	PGP3
Convertible Arbitrage	0	0	0.18359	0
CTA Global	0	0	0.00855	0
Distressed Securities	0.03770	<b>0.30000</b>	0.01186	<b>0.30000</b>
Emerging Markets	0	<b>0.30000</b>	0.01256	<b>0.30000</b>
Equity Market Neutral	<b>0.30000</b>	0	0.13603	0
Event Driven	0	0	0.02116	0.10000
Fixed Income Arbitrage	0.12629	0	0	0
Global Macro	0	0.11301	0.03823	0
Long/Short Equity	0	0.28699	0.01585	<b>0.30000</b>
Merger Arbitrage	0.06255	0	0.08342	0
Relative Value	0.15637	0	<b>0.30000</b>	0
Short Selling	0.06027	0	0	0
Rohstoffindex	0.00551	0	0.18874	0
S&P500 Aktienindex	0.02754	0	0	0
Lehman Bond Index	0.22376	0	0	0
<b>Portfoliokomponenten</b>				
Rendite	7.7368%	11.6841%	9.3139%	11.6841%
Sigma	1.7364%	7.4325%	4.2327%	7.5310%
Schiefe	-0,54583222	-1,00593	-0,8012735	-1,2661415
Kurtosis	1,08417547	5,66037	1,62558639	6,7672785

<sup>50</sup> In dieser Tabelle werden die Ergebnisse der Berechnungen für den Zeitraum von Januar 1997 bis Juni 2006 wiedergegeben. Hierbei wurden der S&P500, der Lehman Bond Index, der S&P Commodity Index sowie die 12 Hedgefondsstrategieindizes (ohne den Dachfonds-Index) berücksichtigt. Es werden die Ergebnisse verschiedener Optimierung mit Assetwerten von  $\omega = 1$  bis  $15 > 0$  und  $\omega = 1$  bis  $15 < 1$  gegenüber gestellt. Die Investorenpräferenzen bei PGP1 wurden analog zu MVP gewählt ( $\alpha=1$ ,  $\beta=0$ ,  $\gamma=0$ ). Die Präferenzen bei PGP2 sind  $\alpha=1$ ,  $\beta=2$  und  $\gamma=0,5$  sowie bei PGP3  $\alpha=1$ ,  $\beta=3$  und  $\gamma=0,75$ .

Abb. 2: Vergleich der Portfoliogewichte der Optimierung mit maximalen Gewichten



1	Convertible Arbitrage	6	Event Driven	11	Relative Value
2	CIA Global	7	Fixed Income Arbitrage	12	Short Selling
3	Distressed Securities	8	Global Macro	13	Rohstoffindex
4	Emerging Markets	9	Long / Short Equity	14	S&P500 Aktienindex
5	Equity Market Neutral	10	Merger Arbitrage	15	Lehman Bond Index

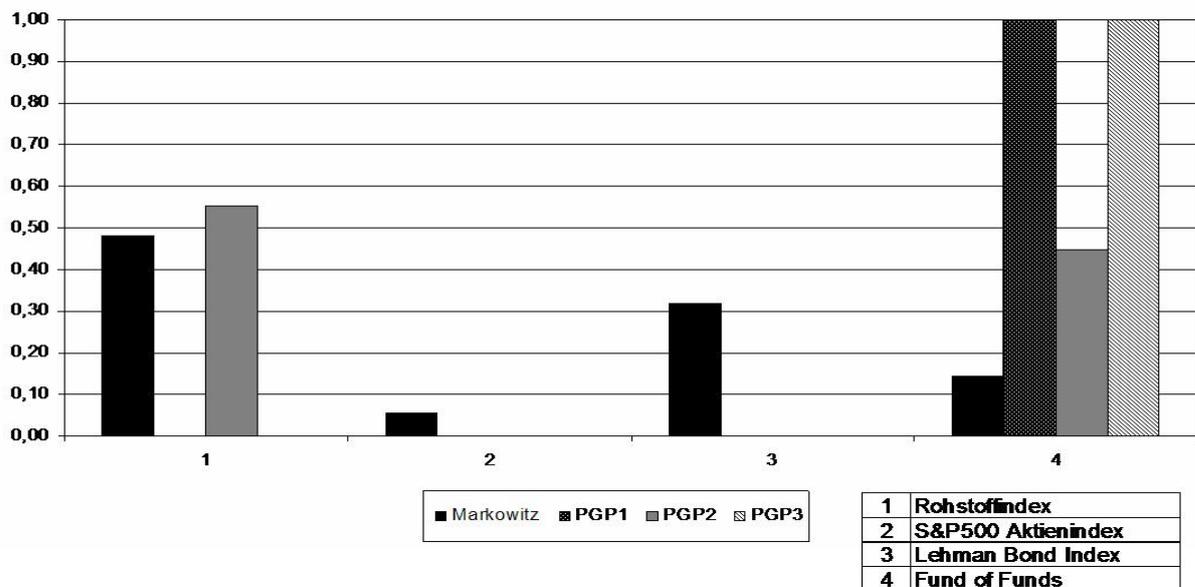
### 4.2.3 Optimierung mit vier Komponenten

Für die Optimierungsrechnungen im dritten Szenario wurden nur vier Assets zugelassen. Durch diese Einschränkung wurde geprüft, ob bei weniger Assets für die Konstruktion eines Portfolios eher eine Übereinstimmung der Gewichte bei der Berechnung zu einem MVP oder optimalen Portfolio mit PGP vorherrscht. Diese Annahme kann jedoch nicht bestätigt werden. Während das MVP nach Markowitz in alle vier Assets mit unterschiedlichen Gewichten investiert, bestehen die Portfolios PGP1 und PGP3 nur aus dem Dachhedgefondsindex. Die prozentualen Anteile in PGP2 verteilen sich in etwa gleich auf den Rohstoffindex und den Dachhedgefondsindex. Eine Besonderheit des dritten Szenarios ist die Rendite des MVP, die in diesem speziellen Fall über allen Erträgen der Optimierung mit PGP liegt. Gleichfalls ist auffällig, dass alle vier Portfolios eng beieinander liegende Renditen um 9 bis 9,5 Prozent aufweisen.

Tab. 5: Übersicht der Resultate aus der Optimierung mit vier Komponenten <sup>51</sup>

Asset Allocation	MVP	PGP1	PGP2	PGP3
Rohstoffindex	<b>0.48255</b>	0	<b>0.55404</b>	0
S&P500 Aktienindex	0.05524	0	0	0
Lehman Bond Index	0.31727	0	0	0
Funds of Funds Index	0.14493	<b>1.00000</b>	0.44596	<b>1.00000</b>
Portfoliokomponenten				
Rendite	9.5846%	9.3021%	9.1730%	9.3021%
Sigma	2.8659%	5,8352%	9,5311%	5,8352%
Schiefe	-0,16751464	0,236777836	-0,31471322	0,236777836
Kurtosis	-0,15599653	3,480932872	0,3421617	3,480932872

Abb. 3: Vergleich der Portfoliogewichte der Optimierung mit vier Komponenten



<sup>51</sup> In dieser Tabelle werden die Ergebnisse der Berechnungen für den Zeitraum von Januar 1997 bis Juni 2006 wiedergegeben. Hierbei wurden der S&P500, der Lehman Bond Index, der S&P Commodity Index sowie der Edhec Dachhedgefonds-Index berücksichtigt. Es werden die Ergebnisse verschiedener Optimierung mit Assetwerten von  $\omega_1$  bis  $15 > 0$  und  $\omega_1$  bis  $15 < 1$  gegenüber gestellt. Die Investorenpräferenzen bei PGP1 wurden analog zu MVP gewählt ( $\alpha=1$ ,  $\beta=0$ ,  $\gamma=0$ ). Die Präferenzen bei PGP2 sind  $\alpha=1$ ,  $\beta=2$  und  $\gamma=0,5$  sowie bei PGP3  $\alpha=1$ ,  $\beta=3$  und  $\gamma=1$  (Präferenzgewicht des Investors geändert, da aus einem negativen Kurtosis-Wert keine Wurzel gezogen werden kann).

#### 4.2.4 Optimierung mit maximal 50 Prozent-Hedgefondsanteil

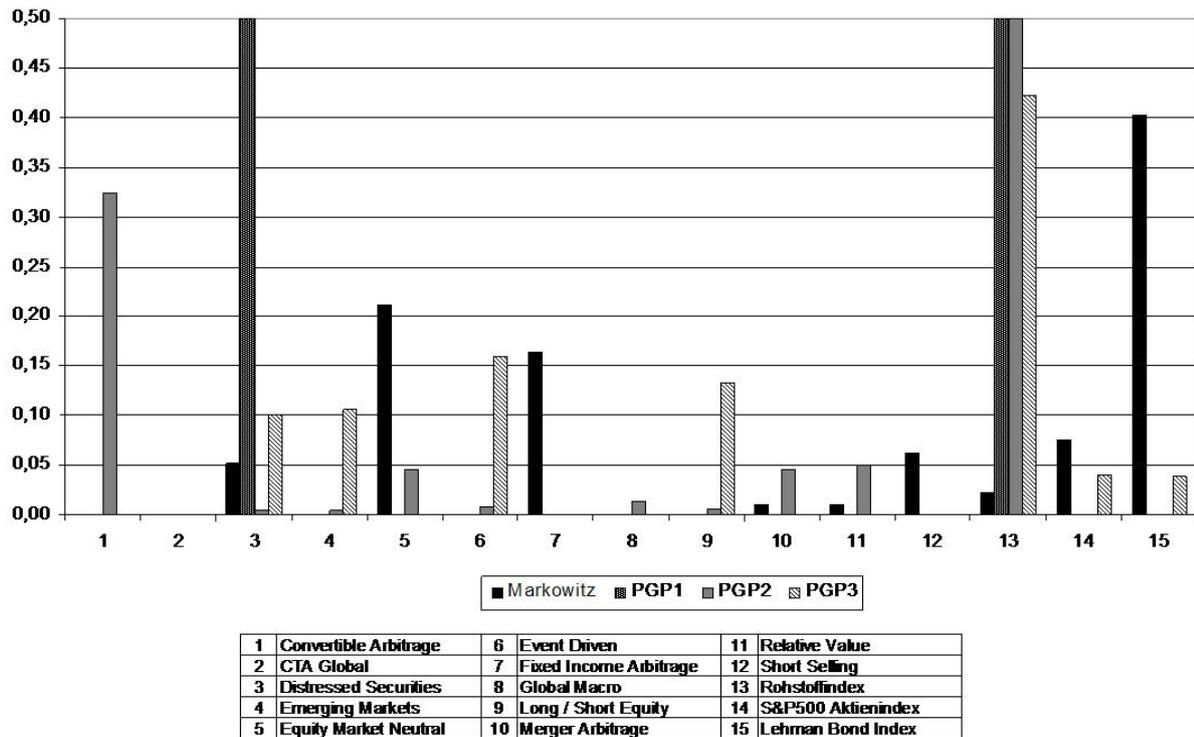
Die vierte Optimierung lässt aus fünfzehn Indizes bei der Optimierungsrechnung ein Maximalgewicht von 50 Prozent an Hedgefonds zu. Diese Restriktion kommt einem Investor entgegen, der sich für eine Anlage in alternativen Investments entschlossen hat, jedoch die Hälfte seines Geldes in traditionelle Anlageformen und Rohstoffe investieren möchte. Diese Restriktion bietet ein heterogenes Bild bei Betrachtung der Assets und ihren errechneten Gewichten. Im MVP hätte eine Anlage von 40 Prozent im Bondindex zu der kleinsten Standardabweichung geführt. In PGP2 und PGP3 ist eine starke Übergewichtung des Rohstoffindex zu sehen. Dieser nähme fast die Hälfte des gesamten Portfoliowertes ein. Dennoch ist eine stärkere Diversifizierung in PGP3 zu beobachten, denn vier weitere Komponenten werden dort mit 10-15 Prozent gewichtet, während im PGP2 mit dem Strategieindex Convertible Arbitrage ein zweites Portfolioschwergewicht mit 32 Prozent geschaffen würde. Mit Ähnlichkeiten zu Optimierung 1 und 2 erkennt der Investor auch bei aktueller Optimierung, dass der geringste Ertrag vom MVP erwirtschaftet wird. PGP1 weist den höchsten Wert auf, gefolgt von PGP3 und PGP2.

Tab. 6: Übersicht der Resultate aus der Optimierung mit maximal 50 Prozent-Hedgefondsanteil <sup>52</sup>

Asset Allocation	MVP	PGP1	PGP2	PGP3
Convertible Arbitrage	0	0	0,32442	0
CTA Global	0	0	0,00003	0
Distressed Securities	0,05159	<b>0,5</b>	0,00415	0,10092
Emerging Markets	0	0	0,00442	0,10678
Equity Market Neutral	0,21095	0	0,04534	0
Event Driven	0	0	0,00719	0,15922
Fixed Income Arbitrage	0,16410	0	0	0
Global Macro	0	0	0,01383	0
Long/Short Equity	0	0	0,00541	0,13308
Merger Arbitrage	0	0	0,04503	0
Relative Value	0	0	0,05018	0
Short Selling	0,06260	0	0	0
Rohstoffindex	0,02197	<b>0,5</b>	<b>0,49988</b>	<b>0,42156</b>
S&P500 Aktienindex	0,07476	0	0,00004	0,03977
Lehman Bond Index	<b>0,40327</b>	0	0,00008	0,03867
<b>Portfoliokomponenten</b>				
Rendite	6,8500%	10,5419%	9,1379%	10,0069%
Sigma	1,9612%	8,4259%	8,2574%	8,1992%
Schiefe	-0,50511944	-0,350124893	-0,125186	-0,552114691
Kurtosis	1,07013633	0,600133034	0,0102793	1,299342838

<sup>52</sup> In dieser Tabelle werden die Ergebnisse der Berechnungen für den Zeitraum von Januar 1997 bis Juni 2006 wiedergegeben. Hierbei wurden der S&P500, der Lehman Bond Index, der S&P Commodity Index sowie die 12 Hedgefondsstrategieindizes (ohne den Dachhedgefonds-Index) berücksichtigt. Es werden die Ergebnisse verschiedener Optimierung mit Assetwerten von  $\omega$  1 bis 15  $> 0$  und  $\omega$  1 bis 15  $< 1$  gegenüber gestellt. Die Investorenpräferenzen bei PGP1 wurden analog zu MVP gewählt ( $\alpha=1$ ,  $\beta=0$ ,  $\gamma=0$ ). Die Präferenzen bei PGP2 sind  $\alpha=1$ ,  $\beta=2$  und  $\gamma=0,5$ , sowie bei PGP3  $\alpha=1$ ,  $\beta=3$  und  $\gamma=1$  (Präferenzgewicht des Investors geändert, da aus einem negativen Kurtosis-Wert keine Wurzel gezogen werden kann).

Abb. 4: Vergleich der Portfoliogewichte der Optimierung mit maximal 50 Prozent-Hedgefondsanteil



#### 4.2.5 Optimierung bei steigenden Aktienkursen

Die Berechnungen der fünften Optimierung fand für den Zeitraum 1998 bis 2000 statt, wo besonders die Aktienkurse starke Wertzuwächse erzielten. Während im MVP noch eine gewisse Diversifizierung zu erkennen ist, weist das Ergebnis aus PGP2 erwartungsgemäß eine hohe Konzentration des Wertes Long/Short Equity mit rund 46 Prozent auf. Auch durch ein Teilinvestment in die Global Macro-Strategie kann der Investor in einer Hausse profitieren. Auffallend ist die fast gleichgewichtete Portfolioverteilung in der Optimierung nach PGP3. Wie aus dem Wert  $d_3$  ersichtlich, ist durch die übermäßige Präferenz des Investors der Ausprägung Schiefe keine sinnvolle Optimierung mehr möglich. Hier stößt das Modell an seine Grenzen. Bei stark steigenden Kursen und sehr hohen Wertentwicklungen der Einzelindizes steht auch der gesamte Portfolioertrag im Fokus. Besonders auffällig ist der hohe Ertrag durch die Investition in ein einzelnes Asset. Ebenso sind trotz der Berücksichtigung höherer Momente über die Präferenz des Investors die Returns von PGP2 und PGP3 mit dem Ertrag des MVP vergleichbar. Der Wert von PGP3 liegt sogar noch unter diesem.



Portfoliooptimierung mit Hedgefonds  
unter Berücksichtigung höherer  
Momente der Verteilung

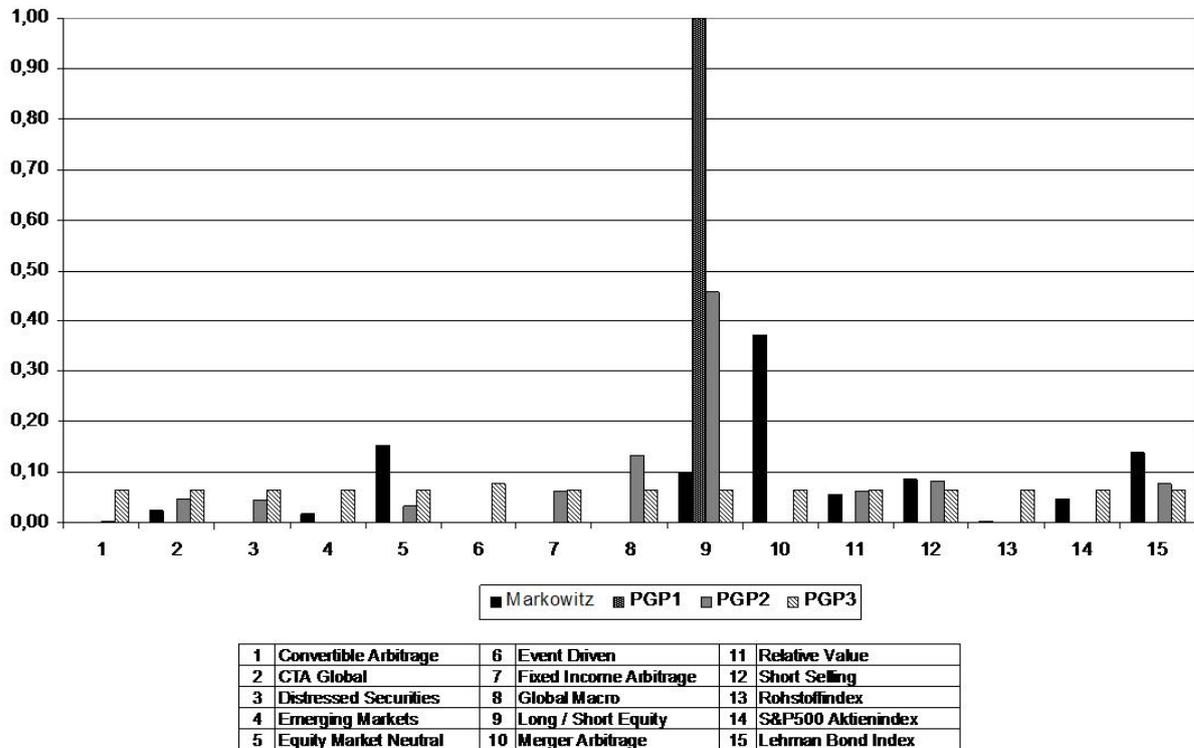
---

Tab. 7: Übersicht der Resultate aus der Optimierung bei steigenden Aktienkursen <sup>53</sup>

Asset Allocation	MVP	PGP1	PGP2	PGP3
Convertible Arbitrage	0	0	0.00228	0.06600
CTA Global	0.02400	0	0.04847	0.06600
Distressed Securities	0	0	0.04553	0.06600
Emerging Markets	0.01917	0	0	0.06600
Equity Market Neutral	0.15391	0	0.03111	0.06600
Event Driven	0	0	0	<b>0.07600</b>
Fixed Income Arbitrage	0	0	0.06258	0.06600
Global Macro	0	0	0.13135	0.06600
Long/Short Equity	0.09988	<b>1.00000</b>	<b>0.45826</b>	0.06600
Merger Arbitrage	<b>0.37057</b>	0	0	0.06600
Relative Value	0.05640	0	0.06131	0.06600
Short Selling	0.08577	0	0.08220	0.06600
Rohstoffindex	0.00287	0	0	0.06600
S&P500 Aktienindex	0.04808	0	0	0.06600
Lehman Bond Index	0.13934	0	0.07690	0.06600
Portfoliokomponenten				
Rendite	11.9093%	25.2300%	12.9948%	11.3880%
Sigma	1.1241%	8,1568%	3,7103%	2,6841%
Schiefe	0,416968769	0,438140292	0,609153783	0,673832
Kurtosis	-0,50878193	0,454515028	0,454277106	-0,282587

<sup>53</sup> In dieser Tabelle werden die Ergebnisse der Berechnungen für den Zeitraum von September 1998 bis August 2000 wiedergegeben. Hierbei wurden der S&P500, der Lehman Bond Index, der S&P Commodity Index sowie die 12 Hedgefondsstrategieindizes (ohne den Dachhedgefonds-Index) berücksichtigt. Es werden die Ergebnisse verschiedener Optimierung mit Assetwerten von  $\omega = 1$  bis  $15 > 0$  und  $\omega = 1$  bis  $15 < 1$  gegenüber gestellt. Die Investorenpräferenzen bei PGP1 wurden analog zu MVP gewählt ( $\alpha=1$ ,  $\beta=0$ ,  $\gamma=0$ ). Die Präferenzen bei PGP2 sind  $\alpha=1$ ,  $\beta=2$  und  $\gamma=0,5$  sowie bei PGP3  $\alpha=1$ ,  $\beta=3$  und  $\gamma=0,75$ .

Abb. 5: Vergleich der Portfoliogewichte der Optimierung bei steigenden Aktienkursen



#### 4.2.6 Optimierung bei fallenden Aktienkursen

Die Ergebnisse zeigen, dass im MVP die Komponente Equity Market Neutral mit 53 Prozent stark übergewichtet ist. Mehr als die Hälfte des Portfoliowertes hätte sich auf diese Strategie konzentriert. In der Optimierung PGP2 ist eine große Diversifizierung mit nur zwei stärkeren Gewichten von rund 16 und 11 Prozent zu beobachten. Analog zu Optimierung fünf weist PGP3 fast identische Gewichte für alle 15 zur Verfügung stehenden Assets aus. Die Übergewichtung der Präferenz Schiefe und die enorme Differenz zwischen dem durchschnittlichen Portfolioerwartungswert und den einzelnen Renditen, die dann auch noch mit vier potenziert wird, lässt das Modell zu einem hinterfragenswerten Ergebnis hinsichtlich der Portfoliogewichte kommen. Bei hohen Wertverlusten im Markt sind die Investoren bezüglich ihrer Ertragsersparung noch sensibler. Die Ergebnisse der sechsten Optimierung sind daher in ihrer Aussagekraft mit den vorherigen vergleichbar. PGP1 wies mit der „Ein-Asset-Strategie“ den höchsten Ertrag auf. Infolge der Diversifizierung konnte PGP2 noch eine Rendite von etwa 9 Prozent erzielen. Das fast gleichgewichtete Portfolio PGP3 blieb mit einem Ertrag von 4,62 Prozent hinter der Performance des MVP zurück, das 7,26 Prozent erreichte.

Portfoliooptimierung mit Hedgefonds  
unter Berücksichtigung höherer  
Momente der Verteilung

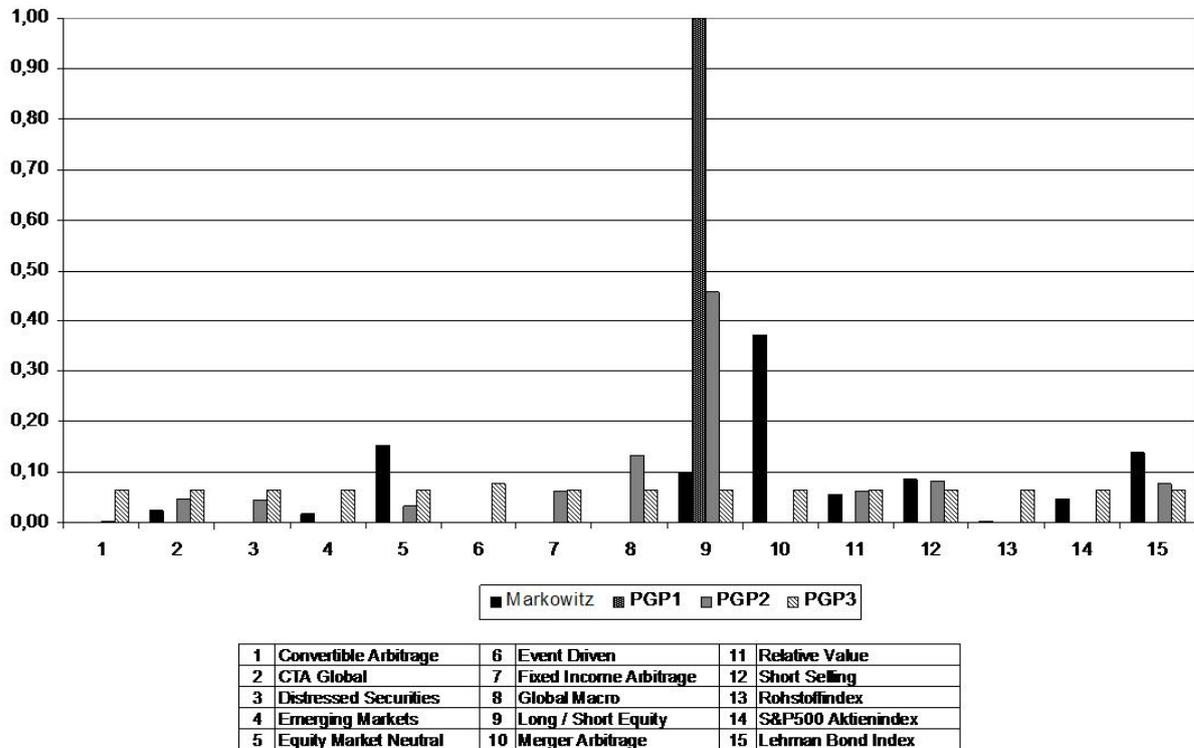
---

Tab. 8: Übersicht der Resultate aus der Optimierung bei fallenden Aktienkursen <sup>54</sup>

Asset Allocation	Markowitz	PGP1	PGP2	PGP3
Convertible Arbitrage	0	0	0.05924	0.06593
CTA Global	0	0	0.05958	0.06593
Distressed Securities	0.04739	0	0.06057	0.06593
Emerging Markets	0	0	0.06148	0.06593
Equity Market Neutral	<b>0.53002</b>	0	<b>0.16039</b>	0.06593
Event Driven	0	0	0.06144	0.06593
Fixed Income Arbitrage	0.30851	0	0.06021	0.06593
Global Macro	0	0	0.06049	0.06593
Long/Short Equity	0	0	0.06176	0.06593
Merger Arbitrage	0	0	0.06147	0.06593
Relative Value	0	0	0.06088	0.06593
Short Selling	0.02241	<b>1.00000</b>	0.11108	0.06594
Rohstoffindex	0.01185	0	0.06176	0.06693
S&P500 Aktienindex	0.01484	0	0	<b>0.07593</b>
Lehman Bond Index	0.06498	0	0.05966	0.06593
<b>Portfoliokomponenten</b>				
Rendite	7.2672%	38,2224%%	8.9076%	4.6282%
Sigma	1.1114%	21,2328%	8,9076%	2,4932%
Schiefe	0,051040403	-0,23379568	0,249839001	0,051047
Kurtosis	0,523884868	-0,04701839	0,669026449	0,523885

<sup>54</sup> In dieser Tabelle werden die Ergebnisse der Berechnungen für den Zeitraum von September 2000 bis September 2002 wiedergegeben. Hierbei wurden der S&P500, der Lehman Bond Index, der S&P Commodity Index sowie die 12 Hedgefondsstrategieindizes (ohne den Dachhedgefonds-Index) berücksichtigt. Es werden die Ergebnisse verschiedener Optimierung mit Assetwerten von  $\omega = 1$  bis  $15 > 0$  und  $\omega = 1$  bis  $15 < 1$  gegenüber gestellt. Die Investorenpräferenzen bei PGP1 wurden analog zu MVP gewählt ( $\alpha=1$ ,  $\beta=0$ ,  $\gamma=0$ ). Die Präferenzen bei PGP2 sind  $\alpha=1$ ,  $\beta=2$  und  $\gamma=0,5$ , sowie bei PGP3  $\alpha=1$ ,  $\beta=3$  und  $\gamma=0,75$ .

Abb. 6: Vergleich der Portfoliogewichte der Optimierung bei fallenden Aktienkursen



## 5 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Nach den beschriebenen Ergebnissen aus den sechs Szenarien der Portfoliooptimierung und den daraus resultierenden 24 verschiedenen Portfoliogewichtungen wurden große Unterschiede festgestellt. So stimmten keine Gewichte nach der MVP-Optimierung mit Gewichten aus der PGP-Berechnung überein. Es gab kleine Überschneidungen, doch der überwiegende Anteil der Portfolios setzte sich aus verschiedenen Komponenten, vorwiegend Hedgefonds, zusammen. Daher gilt festzuhalten, dass ein Investor bei Konstruktion eines für ihn speziellen Portfolios seine Risikopräferenz fokussieren muss, um nach diesen Vorstellungen ein Modell (oder mehrere) auszuwählen. Gleichfalls konnte keine immer gültige Bestätigung der Annahme gefunden werden, dass der Investor als Gegenleistung für die Berücksichtigung seiner Renditepräferenz auf Ertrag verzichten muss. Aus den Renditen der Berechnungen lässt sich immer ein geringerer Ertrag in PGP2 mit Berücksichtigung von Schiefe und Wölbung ablesen, allerdings ist auch das Vergleichsportfolio PGP1 allein durch die Rendite dominiert. Für eine praktische Nutzung beider Portfoliooptimierungsmodelle müssen jedoch noch weitere

Komponenten berücksichtigt werden. Lai (1991) merkt an, dass eine stetige Neuberechnung des Sigma für die Portfoliogewichtung erfolgen muss.<sup>55</sup> Neben dieser Berechnung sind auch regelmäßige Überprüfungen der Renditen und der daraus resultierenden Portfoliozusammensetzung nötig. Gleichfalls stellt sich für den Investor die Frage, wie oft er sein Portfolio umschichten soll, da in diesem Falle Transaktionsgebühren anfallen oder Kapitalbindungsfristen beachtet werden müssen. Auch sollte die Frage nach einer Mindestanlagesumme bedacht werden. Wie in einigen Portfolioergebnissen zu erkennen ist, wird ein optimales Portfolio unter Nutzung von weniger als 1 Prozent eines Assets erreicht. Schließlich muss es dem Investor möglich sein, das Asset, besonders im Fall eines Hedgefonds, zu erwerben.

Die Auswertung der Ergebnisse aus der Portfoliooptimierung nach Markowitz und unter Verwendung des Polynomial Goal Programming lässt die Schlussfolgerung zu, dass ein Investor bei der Beimischung von Hedgefonds deren spezifischen Charakteristika berücksichtigen muss. Keine der durchgeführten Optimierungsrechnungen wies zwischen der Berechnung des MVP und PGP die gleichen Gewichte für einzelne Werte des Portfolios auf. Dies führt zu dem Schluss, dass bei der alleinigen Betrachtung der beiden Momente Erwartungswert und Varianz, es nicht nur zu überhöhten Hedgefondsallokationen auf der Anlageklassenebene, sondern zu insgesamt falschen Portfolioentscheidungen auf der Ebene der Einzelstrategien kommen kann. Gleichzeitig waren durch die verschiedenen gewählten Investorenpräferenzen meist Unterschiede innerhalb der PGP-Optimierungen zu beobachten. Dies ist ein Indiz dafür, dass der Investor seine Präferenzen genau analysieren muss, um diese dann zur Bestimmung seiner Nutzenfunktion in die Berechnung einfließen zu lassen. Dieser Aspekt kann allerdings auch als Engpass gesehen werden, da weitere Untersuchungen zu einer genauen Definition bezüglich der Präferenzen und ihrer Werte wünschenswert sind. Abschließend ist zu bemerken, dass im Allgemeinen mit der Beimischung von Hedgefonds in ein Investorenportfolio ein höherer Ertrag bei gleichem Risiko gegenüber einer Anlage ohne diese Beimischung zu erwarten ist. Dennoch liegt es in der Verantwortung des Investors, alle Ergebnisse aus seinen Berechnungen kritisch zu hinterfragen, auf Plausibilität zu prüfen und mit seiner Risikoneigung zu vergleichen, bevor er sein Kapital entsprechend allokiert.

---

<sup>55</sup> Vgl. Lai (1991), S. 301.

## Literaturverzeichnis

- Ackermann, C. R., McEnally und D. Ravenscraft (1999): "The Performance of Hedge Funds: Risk, Return, and Incentives", *Journal of Finance*, Vol. 54, Nr. 3, S. 833-874.
- Agarwal, V. und N. Y. Naik (2004): "Risks and Portfolio Decisions Involving Hedge Funds", *Review of Financial Studies*, Vol. 17, Nr. 1, S. 63-98.
- Anson, M. J. P. (2002): "Symmetric Performance Measures and Asymmetric Trading Strategies", *Journal of Alternative Investments*, Vol. 5, Nr. 2, S. 81-85.
- Anson, M. J. P., H. Ho und K. Silberstein (2005): "Hedge Fund Optimization Using Higher Order Moments of the Distribution", in: H. Dichtl, J. M. Kleeberg und C. Schlenger (Hrsg.), *Handbuch Hedge Funds*, Uhlenbruch, Bad Soden.
- Bacmann, J.-F. und U. Bosshard (2006): "Optimising Hedge Fund Portfolios With Omega Functions", in: G. N. Gregoriou und D. G. Kaiser (Hrsg.), *Hedge Funds and Managed Futures – A Handbook for Institutional Investors*, Risk Books, London.
- Barés, P.-A., R. Gibson und S. Gyger (2002): "Hedge Fund Allocation with Survival Uncertainty and Investment Constraints", Working Paper, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne EPEL.
- Berényi, Z. (2002): "Measuring Hedge Fund Risk with Multi-Moment Risk Measures", Working Paper, University of Munich.
- Berényi, Z. (2005): "Measuring Hedge Funds' Risks with Moment-based Variance-equivalent Measures", in: C. Adcock, E. Jurczenko und B. Maillet (Hrsg.), *Multi-moment Capital Asset Pricing Models and Related Topics*, Springer, New York.
- Brooks, C. und H. M. Kat (2002): "The Statistical Properties of Hedge Fund Index Returns and Their Implications for Investors", *Journal of Alternative Investments*, Vol. 5, Nr. 3, S. 26-44.
- Busack, M. und D. G. Kaiser (2006): „Alternative Investment-Strategien - Definition, Klassifikation und Anlagetechniken“, in: M. Busack und D. G. Kaiser (Hrsg.), *Handbuch Alternative Investments Band 1*, Gabler, Wiesbaden, S. 3-32.
- Cerend, W. J. (1998): *Fundamentals of Hedge Fund Investing – A Professional Investors Guide*, McGraw-Hill, New York.
- Chunhachinda, P., K. Dandapani, S. Hamid und A. J. Prakash (1997): "Portfolio Selection and Skewness: Evidence From the International Stock Market", *Journal of Banking & Finance*, Vol. 21, Nr. 2, S. 143-167.
- Cremers, H. (1998): *Stochastik für Banker*, Bankakademie-Verlag, Frankfurt.
- Cvitanic, J., A. Lazrak, L. Martellini und F. Zapatero (2003): "Optimal Allocation to Hedge Funds: An Empirical Analysis", *Quantitative Finance*, Vol. 3, Nr. 1, S. 1-12.

- Davies, R. J., H. M. Kat und S. Lu (2004): “Fund of Hedge Funds Portfolio Selection: A Multiple-Objective Approach”, Working Paper, Alternative Investment Research Centre.
- Eling, M. (2006a): “Autocorrelation, Bias and Fat Tails – Are Hedge Funds Really Attractive Investments?“, erscheint in *Derivatives Use, Trading & Regulation*.
- Eling, M. (2006b): „Hedgefonds-Strategien: Systematisierung und Überblick“, *Bank Archiv*, Vol. 54, Nr. 8, S. 543-555.
- Fung, W. und D. A. Hsieh (1999): “Empirical Characteristics of Dynamic Trading Strategies: The Case of Hedge Funds”, *Review of Financial Studies*, Vol. 10, Nr. 2, S. 275-302.
- Fung, W. und D. A. Hsieh (2000): “Performance Characteristics of Hedge Funds and Commodity Funds: Natural vs. Spurious Biases”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 35, No. 3, S. 291-307.
- Fung, W. und D. A. Hsieh (2004): “Hedge Fund Benchmarks: A Risk Based Approach”, *Financial Analysts Journal*, Vol. 60, No. 5, S. 65-80.
- Goetzmann W., J. Ingersoll, M. Spiegel und I. Welch (2003): “Sharpening Sharpe Ratios“, Working Paper, Yale University.
- Guse, F. (2005): *Portfoliooptimierung unter Berücksichtigung höherer Momente*, Josef Eul Verlag, Lohmar.
- Hagelin, N. und B. Pramborg (2003): “Evaluating Gains from Diversifying into Hedge Funds Using Dynamic Investment Strategies”, Working Paper, Stockholm University.
- Heidorn, T., C. Hoppe und D. G. Kaiser (2006a): „Implikationen der Heterogenität auf das Benchmarking mit Hedgefondsindizes“, *Finanz Betrieb*, Vol. 8, Nr. 9, S. 557-571.
- Heidorn, T., C. Hoppe und D. G. Kaiser (2006b): „Validität des Benchmarking von traditionellen Marktindizes mit Hedgefondsindizes“, erscheint in *Bank Archiv*.
- Hilpold, C. und D. G. Kaiser (2005): *Alternative Investment-Strategien – Einblick in die Anlagetechniken der Hedgefonds-Manager*, Wiley, Weinheim.
- Ineichen, A.M. (2003): *Absolute Returns – The Risk and Opportunities of Hedge Fund Investing*, Wiley, London.
- Johanning, L., J. Proelss, A. P. Rosenbusch und D. Schweizer (2006): “Strategy Selection for Fund of Hedge Funds Using Higher Moments”, in: G. N. Gregoriou und D. G. Kaiser (Hrsg.), *Hedge Funds and Managed Futures – A Handbook for Institutional Investors*, Risk Books, London.
- Jondeau, E. und M. Rockinger (2005): “Conditional Asset Allocation under Non-Normality: How Costly is the Mean-Variance Criterion?“, Working Paper, HEC Lausanne.
- Jurczenko, E., B. Maille und P. Merlin (2005): “Hedge Funds Portfolio Selection with Higher-Order Moments: A Non-Parametric Mean-Variance-Skewness-Kurtosis Efficient Frontier”, Working Paper, University of Paris.

- Kaiser, D. G. (2004): *Hedgefonds – Entmystifizierung einer Anlageklasse*, Gabler, Wiesbaden.
- Krokhmal, P., S. Uryasev und G. Zrazhevsky (2002): “Risk Management for Hedge Fund Portfolios”, *Journal of Alternative Investments*, Vol. 5, Nr. 1, S. 10-30.
- Lai, T.-Y. (1991): “Portfolio Selection with Skewness: A Multiple-Objective Approach”, *Review of Quantitative Finance and Accounting*, Vol. 1, Nr. 1, S. 293-305.
- Lamm, R. M. (2006): “Blending Hedge Funds with Traditional Stock and Bond Portfolios: Investment Management in a New World”, in: G. N. Gregoriou und D. G. Kaiser (Hrsg.), *Hedge Funds and Managed Futures – A Handbook for Institutional Investors*, Risk Books, London.
- Lhabitant, F.-S. (2002): *Hedge Funds – Myths and Limits*, Wiley, Chichester.
- Lhabitant, F.-S. (2004): “Testing the Representativity of Pure Style Indices”, Working Paper, Edhec Business School, Lille.
- Lo, A. W. (2001): “Risk Management for Hedge Funds: Introduction and Overview”, *Financial Analysts Journal*, Vol. 57, Nr. 1, S. 16-33.
- Markowitz, H. (1952): “Portfolio Selection”, *Journal of Finance*, Vol. 7, Nr. 1, S. 77-91.
- Mertens, D. (2006): *Portfolio-Optimierung nach Markowitz*, 2. Auflage, Bankakademie-Verlag, Frankfurt.
- Poddig, T., H. Dichtl und K. Petersmeier (2003): *Statistik Ökonometrie Optimierung – Methoden und ihre praktische Anwendung in Finanzanalyse und Portfoliomanagement*, 3. Auflage, Uhlenbruch, Bad Soden.
- Prakash, A. J., C.-H. Chang und T. E. Pactwa (2003): “Selecting a Portfolio with Skewness: Recent Evidence from US, European, and Latin American Equity Markets”, *Journal of Banking and Finance*, Vol. 27, Nr. 7, S. 1375-1390.
- Schmidhuber, C. und P.-Y. Moix (2001): “Fat Tail Risk: The Case of Hedge Funds”, *AIMA Journal*, September.
- Schneeweis, T. und G. Martin (2001): “The Benefits of Hedge Funds: Asset Allocation for the Institutional Investor”, *Journal of Alternative Investments*, Vol. 4, Nr. 3, S. 7-26.
- Signer, A. und L. Favre (2002): “The Difficulties of Measuring the Benefits of Hedge Funds” *Journal of Alternative Investments*, Vol. 5, Nr. 1, S. 31-42.
- Sun, Q. und Y. Yan (2003): “Skewness Persistence with Optimal Portfolio Selection”, *Journal of Banking and Finance*, Vol. 27, Nr. 6, 1111-1121.
- Tayi, G. K. und P. A. Leonard (1988): “Bank Balance-Sheet Management: An Alternative Multi-Objective Model”, *Journal of Operational Research Society*, Vol. 39, Nr. 4, S. 401-410.

Wang S. und Y. Xia (2002): *Portfolio Selection and Asset Pricing*, Springer-Verlag, Wien.

Weismann, A. (2002): “Informationless Investing and Hedge Fund Measurement Bias”, *Journal of Portfolio Management*, Vol. 28, Nr. 4, S. 80-91.

Portfoliooptimierung mit Hedgefonds  
unter Berücksichtigung höherer  
Momente der Verteilung

---

**HfB – WORKING PAPER SERIES**

No.	Author/Title	Year
76	Schalast, Christoph / Ockens, Klaas / Jobe, Clemens J. / Safran, Robert Work-Out und Servicing von notleidenden Krediten – Berichte und Referate des HfB-NPL Servicing Forums 2006	
75	Abrar, Kamyar Fusionskontrolle in dynamischen Netzsektoren am Beispiel des Breitbandkablesektors	2006
74.	Schanz, Kay-Michael / Schalast, Christoph – Wertpapierprospekte – Markteinführungspublizität nach EU-Prospektverordnung und Wertpapierprospektgesetz 2005	2006
73.	Dickler, Robert A. / Schalast, Christoph Distressed Debt in Germany: What's Next? Possible Innovative Exit Strategies	2006
72.	Belke, Ansgar / Polleit, Thorsten. How the ECB and the US Fed Set Interest Rates	2006
71.	Heidorn, Thomas / Hoppe, Christian / Kaiser, Dieter G. Heterogenität von Hedgefondsindizes	2006
70.	Löchel, Horst / Baumann, Stefan The Endogeneity Approach of the Theory of Optimum Currency Areas - What does it mean for ASEAN + 3?	2006
69.	Heidorn, Thomas / Trautmann, Alexandra Niederschlagsderivate	2005
68.	Heidorn, Thomas / Hoppe, Christian / Kaiser, Dieter G. Möglichkeiten der Strukturierung von Hedgefondsportfolios	2005
67.	Weber, Christoph Kapitalerhaltung bei Anwendung der erfolgsneutralen Stichtagskursmethode zur Währungsumrechnung	2005
66.	Schalast, Christoph / Daynes, Christian Distressed Debt-Investing in Deutschland - Geschäftsmodelle und Perspektiven -	2005
65.	Gerdemeier, Dieter / Polleit, Thorsten Measures of excess liquidity	2005
64.	Hölscher, Luise / Harding, Perham / Becker, Gernot M. Financing the Embedded Value of Life Insurance Portfolios	2005
63.	Schalast, Christoph Modernisierung der Wasserwirtschaft im Spannungsfeld von Umweltschutz und Wettbewerb – Braucht Deutschland eine Rechtsgrundlage für die Vergabe von Wasserversorgungskonzessionen? –	2005
62.	Bayer, Marcus / Cremers, Heinz / Kluß, Norbert Wertsicherungsstrategien für das Asset Management	2005
61.	Löchel, Horst / Polleit, Thorsten A case for money in the ECB monetary policy strategy	2005
60.	Schanz, Kay-Michael / Richard, Jörg / Schalast, Christoph Unternehmen im Prime Standard - „Staying Public“ oder „Going Private“? - Nutzenanalyse der Börsennotiz -	2004
59.	Heun, Michael / Schlink, Torsten Early Warning Systems of Financial Crises - Implementation of a currency crisis model for Uganda	2004
58.	Heimer, Thomas / Köhler, Thomas Auswirkungen des Basel II Akkords auf österreichische KMU	2004
57.	Heidorn, Thomas / Meyer, Bernd / Pietrowiak, Alexander Performanceeffekte nach Directors' Dealings in Deutschland, Italien und den Niederlanden	2004
56.	Gerdemeier, Dieter / Roffia, Barbara The Relevance of real-time data in estimating reaction functions for the euro area	2004
55.	Barthel, Erich / Gierig, Rauno / Kühn, Ilmhart-Wolfram Unterschiedliche Ansätze zur Messung des Humankapitals	2004

Portfoliooptimierung mit Hedgefonds  
unter Berücksichtigung höherer  
Momente der Verteilung

---

54.	Anders, Dietmar / Binder, Andreas / Hesdahl, Ralf / Schalast, Christoph / Thöne, Thomas Aktuelle Rechtsfragen des Bank- und Kapitalmarktrechts I : Non-Performing-Loans / Faule Kredite - Handel, Work-Out, Outsourcing und Securitisation	2004
53.	Polleit, Thorsten The Slowdown in German Bank Lending – Revisited	2004
52.	Heidorn, Thomas / Siragusano, Tindaro Die Anwendbarkeit der Behavioral Finance im Devisenmarkt	2004
51.	Schütze, Daniel / Schalast, Christoph (Hrsg.) Wider die Verschleuderung von Unternehmen durch Pfandversteigerung	2004
50.	Gerhold, Mirko / Heidorn, Thomas Investitionen und Emissionen von Convertible Bonds (Wandelanleihen)	2004
49.	Chevalier, Pierre / Heidorn, Thomas / Krieger, Christian Temperaturderivate zur strategischen Absicherung von Beschaffungs- und Absatzrisiken	2003
48.	Becker, Gernot M. / Seeger, Norbert Internationale Cash Flow-Rechnungen aus Eigner- und Gläubigersicht	2003
47.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Notes on convexity and quanto adjustments for interest rates and related options	2003
46.	Hess, Dieter Determinants of the relative price impact of unanticipated Information in U.S. macroeconomic releases	2003
45.	Cremers, Heinz / Kluß, Norbert / König, Markus Incentive Fees. Erfolgsabhängige Vergütungsmodelle deutscher Publikumsfonds	2003
44.	Heidorn, Thomas / König, Lars Investitionen in Collateralized Debt Obligations	2003
43.	Kahlert, Holger / Seeger, Norbert Bilanzierung von Unternehmenszusammenschlüssen nach US-GAAP	2003
42.	Beiträge von Studierenden des Studiengangs BBA 012 unter Begleitung von Prof. Dr. Norbert Seeger Rechnungslegung im Umbruch - HGB-Bilanzierung im Wettbewerb mit den internationalen Standards nach IAS und US-GAAP	2003
41.	Overbeck, Ludger / Schmidt, Wolfgang Modeling Default Dependence with Threshold Models	2003
40.	Balthasar, Daniel / Cremers, Heinz / Schmidt, Michael Portfoliooptimierung mit Hedge Fonds unter besonderer Berücksichtigung der Risikokomponente	2002
39.	Heidorn, Thomas / Kantwill, Jens Eine empirische Analyse der Spreadunterschiede von Festsatzanleihen zu Floatern im Euroraum und deren Zusammenhang zum Preis eines Credit Default Swaps	2002
38.	Böttcher, Henner / Seeger, Norbert Bilanzierung von Finanzderivaten nach HGB, EstG, IAS und US-GAAP	2003
37.	Moormann, Jürgen Terminologie und Glossar der Bankinformatik	2002
36.	Heidorn, Thomas Bewertung von Kreditprodukten und Credit Default Swaps	2001
35.	Heidorn, Thomas / Weier, Sven Einführung in die fundamentale Aktienanalyse	2001
34.	Seeger, Norbert International Accounting Standards (IAS)	2001
33.	Stehling, Frank / Moormann, Jürgen Strategic Positioning of E-Commerce Business Models in the Portfolio of Corporate Banking	2001
32.	Strohhecker, Jürgen / Sokolovsky, Zbynek Fit für den Euro, Simulationsbasierte Euro-Maßnahmenplanung für Dresdner-Bank-Geschäftsstellen	2001
31.	Roßbach, Peter Behavioral Finance - Eine Alternative zur vorherrschenden Kapitalmarkttheorie?	2001

Portfoliooptimierung mit Hedgefonds  
unter Berücksichtigung höherer  
Momente der Verteilung

---

30.	Heidorn, Thomas / Jaster, Oliver / Willeitner, Ulrich Event Risk Covenants	2001
29.	Biswas, Rita / Löchel, Horst Recent Trends in U.S. and German Banking: Convergence or Divergence?	2001
28.	Löchel, Horst / Eberle, Günter Georg Die Auswirkungen des Übergangs zum Kapitaldeckungsverfahren in der Rentenversicherung auf die Kapitalmärkte	2001
27.	Heidorn, Thomas / Klein, Hans-Dieter / Siebrecht, Frank Economic Value Added zur Prognose der Performance europäischer Aktien	2000
26.	Cremers, Heinz Konvergenz der binomialen Optionspreismodelle gegen das Modell von Black/Scholes/Merton	2000
25.	Löchel, Horst Die ökonomischen Dimensionen der ‚New Economy‘	2000
24.	Moormann, Jürgen / Frank, Axel Grenzen des Outsourcing: Eine Exploration am Beispiel von Direktbanken	2000
23.	Heidorn, Thomas / Schmidt, Peter / Seiler, Stefan Neue Möglichkeiten durch die Namensaktie	2000
22.	Böger, Andreas / Heidorn, Thomas / Graf Waldstein, Philipp Hybrides Kernkapital für Kreditinstitute	2000
21.	Heidorn, Thomas Entscheidungsorientierte Mindestmargenkalkulation	2000
20.	Wolf, Birgit Die Eigenmittelkonzeption des § 10 KWG	2000
19.	Thiele, Dirk / Cremers, Heinz / Robé, Sophie Beta als Risikomaß - Eine Untersuchung am europäischen Aktienmarkt	2000
18.	Cremers, Heinz Optionspreisbestimmung	1999
17.	Cremers, Heinz Value at Risk-Konzepte für Marktrisiken	1999
16.	Chevalier, Pierre / Heidorn, Thomas / Rütze, Merle Gründung einer deutschen Strombörse für Elektrizitätsderivate	1999
15.	Deister, Daniel / Ehrlicher, Sven / Heidorn, Thomas CatBonds	1999
14.	Jochum, Eduard Hoshin Kanri / Management by Policy (MbP)	1999
13.	Heidorn, Thomas Kreditderivate	1999
12.	Heidorn, Thomas Kreditrisiko (CreditMetrics)	1999
11.	Moormann, Jürgen Terminologie und Glossar der Bankinformatik	1999
10.	Löchel, Horst The EMU and the Theory of Optimum Currency Areas	1998
09.	Löchel, Horst Die Geldpolitik im Währungsraum des Euro	1998
08.	Heidorn, Thomas / Hund, Jürgen Die Umstellung auf die Stückaktie für deutsche Aktiengesellschaften	1998
07.	Moormann, Jürgen Stand und Perspektiven der Informationsverarbeitung in Banken	1998
06.	Heidorn, Thomas / Schmidt, Wolfgang LIBOR in Arrears	1998
05.	Jahresbericht 1997	1998

Portfoliooptimierung mit Hedgefonds  
unter Berücksichtigung höherer  
Momente der Verteilung

---

04.	Ecker, Thomas / Moormann, Jürgen Die Bank als Betreiberin einer elektronischen Shopping-Mall	1997
03.	Jahresbericht 1996	1997
02.	Cremers, Heinz / Schwarz, Willi Interpolation of Discount Factors	1996
01.	Moormann, Jürgen Lean Reporting und Führungsinformationssysteme bei deutschen Finanzdienstleistern	1995

**HFB – WORKING PAPER SERIES**

**CENTRE FOR PRACTICAL QUANTITATIVE FINANCE**

<b>No.</b>	<b>Author/Title</b>	<b>Year</b>
04.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Interest Rate Convexity and the Volatility Smile	2006
03.	Becker, Christoph/ Wystup, Uwe On the Cost of Delayed Currency Fixing	2005
02.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Cross currency swap valuation	2004
01.	Wallner, Christian / Wystup, Uwe Efficient Computation of Option Price Sensitivities for Options of American Style	2004

**HFB – SONDERARBEITSBERICHTE DER HFB - BUSINESS SCHOOL OF FINANCE & MANAGEMENT**

<b>No.</b>	<b>Author/Title</b>	<b>Year</b>
01.	Nicole Kahmer / Jürgen Moormann Studie zur Ausrichtung von Banken an Kundenprozessen am Beispiel des Internet (Preis: € 120,-)	2003

Printed edition: € 25.00 + € 2.50 shipping

Download: <http://www.hfb.de/Navigator/Fakultaet/Publikationen/Arbeitberichte/Show>

**Order address / contact**

Frankfurt School of Finance & Management  
Sonnemannstr. 9–11 ▪ D–60314 Frankfurt/M. ▪ Germany  
Phone: +49 (0) 69 154 008–734 ▪ Fax: +49 (0) 69 154 008–728  
eMail: [m.biemer@frankfurt-school.de](mailto:m.biemer@frankfurt-school.de)  
Further information about Frankfurt School of Finance & Management  
may be obtained at: <http://www.frankfurt-school.de>