

Berufsakademie Villingen-Schwenningen
Fachrichtung Banken und Bausparkassen

DISKUSSIONSBEITRÄGE

Discussion Papers

Nr. 07/08

**Diversifikationspotential
börsennotierter Private Equity-Gesellschaften
in der Asset Allocation unter besonderer
Berücksichtigung des Risikoaspektes**

Dipl. Betriebswirt (BA) Johannes Buck und Prof. Dr. Wolfgang Disch



IMPRESSUM

Herausgeber

Prof. Dr. Wolfgang Disch
Studiengang Banken und Bausparkassen
Berufsakademie Villingen-Schwenningen
Staatliche Studienakademie
Friedrich-Ebert-Straße 30
78054 Villingen-Schwenningen
Telefon 07720/3906-127
Telefax 07720/3906-119
E-mail disch@ba-vs.de
Internet www.ba-vs.de

Redaktion

Prof. Dr. Wolfgang Disch

Druck

Dokument-Center, Villingen-Schwenningen

ISSN 1613-4842

Alle Rechte vorbehalten

© 2008, Dipl. Betriebswirt Johannes Buck

Diversifikationspotential börsennotierter Private Equity-Gesellschaften in der Asset Allocation unter besonderer Berücksichtigung des Risikoaspektes

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	III
Symbolverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
1. Einleitung	1
1.1 Aufbau der Arbeit	2
1.2 Definition und Abgrenzung von <i>Private Equity</i>	3
2. Verteilungs- und Performance-Eigenschaften von <i>Listed Private Equities</i>	8
2.1 Probleme bei der Performancemessung traditioneller <i>Private Equities</i>	8
2.2 Verteilungscharakteristika von <i>Listed Private Equities</i>	10
2.2.1 Data Sample	11
2.2.2 Performance Bias	11
2.2.3 Rendite-/Risikoprofil von <i>Listed Private Equities</i>	14
2.3 Traditionelle und modifizierte Performancekennzahlen	18
3. Integration von <i>Listed Private Equities</i> in ein traditionelles Portfolio	24
3.1 Analyse der Korrelationskoeffizienten	24
3.2 Beurteilung von <i>Listed Private Equities</i> im Mean-/Variance-Ansatz	26
3.3 Klassische <i>Portfolio Selection</i> auf μ/σ -Basis	29
3.4 Modifizierte <i>Portfolio Selection</i> auf μ/sd -Basis	35
4. Fazit und Ausblick	43
Anhang 1: Überblick über die LPE-Indexfamilie	46
Anhang 2: Autokorrelationsanalyse der LPE-Stilindizes	47

Anhang 3: Autokorrelationsanalyse traditioneller Assetklassen.....	48
Anhang 4: Korrelationsmatrix der LPE-Indexfamilie mit traditionellen Assetklassen	49
Anhang 5: Portfolio-Gewichte für das optimale LPE-Portfolio auf Varianzbasis.....	50
Anhang 6: Rendite-/Risikokennzahlen für die simulierte Portfolio-Beimischung von LPE (Buy-Out)	51
Anhang 7: Diversifikationseffekte durch die Portfolio-Beimischung von LPE (Buy-Out).....	52
Anhang 8: Portfolio-Gewichte für das optimale LPE-Portfolio auf Ausfallvarianzbasis für $\tau = rF$	53
Literaturverzeichnis.....	54
Verfasser:	58

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ann.	annualisiert
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
CF	Cashflow
d. h.	das heißt
EMU	European Monetary Union
et al.	et altera
EUR	Euro
EVCA	European Private Equity & Venture Capital Association
f.	folgende
ff.	fortfolgende
GBI	Government Bond Index
GBP	Great Britain Pound
GP	General Partner
i. d. R.	in der Regel
IPO	Initial Public Offering
IRR	Internal Rate of Return
JPY	Japanese Yen
LP	Limited Partner
LPE	Listed Private Equities
Max.	Maximum
MaxEP	Maximum-Ertrags-Portfolio
Min.	Minimum

mon.	monatlich
MSCI	Morgan Stanley Capital International
MSVP	Minimum-Semivarianz-Portfolio
MVP	Minimum-Varianz-Portfolio
NAV	Net Asset Value
o. g.	oben genannte
p. a.	per annum
PE	Private Equity
PME	Public Market Equivalent
S.	Seite
Tab.	Tabelle
TR	Total Return
USA	United States of America
USD	US-Dollar
v. a.	vor allem
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel

Symbolverzeichnis

\forall	für alle
α	Autokorrelationskoeffizient
μ	Erwartungswert
σ	Standardabweichung
σ^2	Varianz
τ	Target (Mindestrendite)
π	Inflationsrate
ϖ	Wölbung (Kurtosis)
φ	Schiefe (Skewness)
ϖ_{Excess}	Excess Kurtosis
AC	Autocorrelation
aCLPM	asymmetrisches Co-Lower Partial Moment
cosv	Kosemivarianz
H_0	Nullhypothese
H_1	Alternativhypothese
J.B.	Jarque-Bera-Test
k	time lag
K	Kurtosis
LPM	Lower Partial Moment
M	Mean
Mad	Mediane absolute Abweichung
Me	Median
n	Anzahl der Beobachtungen
PAC	Partial Autocorrelation
Prob	Probe

Q-Stat	Ljung-Box-Q-Statistik
r	Rendite
r_F	risikoloser Zinssatz bzw. Mindestopportunitätskostensatz
S	Skewness
sd	Semistandardabweichung
SortR	Sortino-Ratio
SR	Sharpe-Ratio
sv	Semivarianz
V	Variance
w_i	Portfolio-Gewicht von i

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Finanzierungsphasen von PE-Transaktionen.....	4
Abb. 2:	μ/σ -Diagramm.....	6
Abb. 3:	J-Curve-Verlauf.....	9
Abb. 4:	Rollierende 24-Monats-Korrelationen von LPE mit traditionellen Assetklassen.....	25
Abb. 5:	Rollierende 24-Monats-Korrelationen von Aktien mit Bonds.....	25
Abb. 6:	Diversifikationseffekte durch die Beimischung von LPE (LPX 50).....	28
Abb. 7:	Efficient Frontier im μ/σ -Raum mit und ohne LPE (LPX 50).....	30
Abb. 8:	Portfolio-Allokation des naiven Portfolios im μ/σ -Raum.....	31
Abb. 9:	Portfolio-Allokation des LPE-Portfolios (LPX 50) im μ/σ -Raum.....	31
Abb. 10:	Efficient Frontier im μ/σ -Raum mit und ohne LPE (Buy-Out).....	33
Abb. 11:	Portfolio-Allokation des LPE-Portfolios (Buy-Out) im μ/σ -Raum.....	33
Abb. 12:	Efficient Frontier im μ/sd -Raum mit und ohne LPE (LPX 50) für $\tau = rF$	37
Abb. 13:	Portfolio-Allokation des naiven Portfolios im μ/sd -Raum für $\tau = rF$	38
Abb. 14:	Portfolio-Allokation des LPE-Portfolios (LPX 50) im μ/sd -Raum für $\tau = rF$	38
Abb. 15:	Efficient Frontier im μ/sd -Raum mit und ohne LPE (Buy-Out) für $\tau = rF$	40
Abb. 16:	Portfolio-Allokation des LPE-Portfolios (Buy-Out) im μ/sd -Raum für $\tau = rF$	41

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	PME: PE-Fonds vs. LPX 50	11
Tab. 2:	Korrektur der Volatilität für Autokorrelation in den Monatsrenditen	13
Tab. 3:	Rendite- und Risikokennzahlen von LPE-Indizes und traditionellen Assets	15
Tab. 4:	Traditionelle und modifizierte Sharpe-Ratios.....	20
Tab. 5:	Downside-Risk-Betrachtung für unterschiedliche Targets.....	23
Tab. 6:	Rendite-/Risikokennzahlen für die simulierte Beimischung von LPE (LPX 50)	27
Tab. 7:	Sharpe-Ratios entlang der Efficient Frontier des LPE-Portfolios (LPX 50)	32
Tab. 8:	Sharpe-Ratios entlang der Efficient Frontier des LPE-Portfolios (Buy-Out).....	34
Tab. 9:	Asymmetrische Co-Lower Partial Moments zweiter Ordnung für $\tau = r_F$	36
Tab. 10:	Sortino-Ratios entlang der Efficient Frontier des LPE-Portfolios LPX 50).....	39
Tab. 11:	Sortino-Ratios entlang der Efficient Frontier des LPE-Portfolios (Buy-Out)	42

“A good portfolio is more than
a long list of good stocks and bonds [...].

The investor should build toward
an integrated portfolio which best suits his needs.“

– Harry M. Markowitz (1959) –

1. Einleitung

Private Equity als Assetklasse wurde über die letzten zehn Jahre nicht nur aufgrund des Interesses institutioneller Investoren ein zunehmend wichtiger Bestandteil im Portfoliomanagement. Klassifiziert als alternatives Investment,¹ erscheint eine Investition in Private-Equity (PE)-Fonds nicht zuletzt vor dem Hintergrund einer attraktiven Performance² und niedrigen Korrelation mit traditionellen Investments als lukrativ.³ Darüber hinaus erleben alternative Assetklassen in Zeiten historisch niedriger Zinsstrukturkurven von Seiten institutioneller Investoren, die diese auf der Suche nach einer höheren Performance in ihre *Asset Allocation* integrieren, immer mehr an Bedeutung.

Die öffentlichen Diskussionen zum Thema *Private Equity* sind dagegen kritisch.⁴ Vor dem Hintergrund der Heuschrecken-Diskussion⁵ gelten PE-Fonds als Phänomen des Kapitalismus, die auf der Suche nach Rendite die Interessen der *Stakeholder* vernachlässigen. Außerdem scheint eine Investition nur institutionellen Investoren oder *High Net Worth Individuals* vorbehalten. Als Gründe hierfür können quantitative und qualitative Beschränkungen einer Investition aufgeführt werden.⁶ Die PE-Industrie gilt ferner als heterogen und intransparent.⁷ Schlussendlich erschwert die Illiquidität die Investitionsentscheidung und erfordert lange Anlagehorizonte.

Für die vorteilhaften Performance-Eigenschaften von *Private Equity* als Assetklasse spricht neben den genannten Merkmalen die Möglichkeit, am Erfolg von Unternehmen zu partizipieren,

¹ Vgl. Bader (1996), S. 175.

² Performance als risikoadjustierte Größe.

³ So kann annahmegemäß durch deren Beimischung in ein traditionelles Portfolio aus Aktien und Bonds bei gegebenem Risiko (gegebener Rendite) die Rendite maximiert (das Risiko minimiert) werden.

⁴ Am aktuellen Beispiel von Permira und Hugo Boss, vgl. Maier/Dengel (2008), S. 1.

⁵ Vgl. Haacke/Ruess/Steinkirchner (2005), S. 64 f.

⁶ Einerseits ist eine Investition in PE-Gesellschaften grundsätzlich nur mit Mindestanlagesummen möglich, andererseits erfordert sie gewisses Know-How als Voraussetzung.

⁷ Vgl. Bilo (2002), S. 29 f. oder Bader (1996), S. 21.

die in privater Hand gehalten werden und weniger den Einflüssen organisierter Märkte unterworfen sind.⁸ Es besteht hierbei die Chance, die Strategie der Zielunternehmen durch die Expertise der PE-Gesellschafter zu bereichern, womit eine Überrendite erzielt werden kann.

Eine nicht zu vernachlässigende Alternative sind börsennotierte PE-Gesellschaften, sogenannte *Listed Private Equities* (LPE). Sie bieten im Vergleich zu nicht gelisteten Gesellschaften verschiedene Lösungsansätze für die genannten Schwierigkeiten. Es kann jedoch ebenfalls gegenteilig argumentiert werden, dass gerade durch die Notierung an einem organisierten Börsenplatz der private Charakter reduziert wird. Ungeachtet dessen stellt sich die Frage, ob es sinnvoll ist, LPE in ein Portfolio zu integrieren. Vor allem dem gewöhnlichen Privatanleger bieten sie die Möglichkeit, an der PE-Industrie bspw. über strukturierte Produkte zu partizipieren. Darüber hinaus entstehen durch die Börsennotierung verschiedene Vorteile, die eine Integration in das Portfoliomanagement erleichtern.⁹

Was PE-Fonds sind und wie sich LPE davon unterscheiden, wird auf den folgenden Seiten erläutert. Zentraler Bestandteil der vorliegenden Arbeit ist dabei die Untersuchung, ob durch eine Integration von LPE in ein traditionelles Portfolio effiziente Portfolios generiert werden können. Neben den Chancen sollen ferner die Risiken einer Investition identifiziert werden, um die Möglichkeiten und die Gefahren einer Investitionsentscheidung in LPE zu diskutieren.

1.1 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist in drei Teile untergliedert. Innerhalb des einleitenden Teils (erster Abschnitt) wird zunächst der Begriff *Private Equity* definiert und abgegrenzt. Was sind *Private Equities* im Einzelnen und wie lassen sich börsennotierte PE-Gesellschaften davon abgrenzen?

Auf die Einleitung folgt im zweiten und dritten Abschnitt der analysierende Teil der Arbeit. Neben der Betrachtung der Rendite- und Risikoeigenschaften von LPE wird v. a. auf die Performance-Charakteristika Bezug genommen. Abgesehen von traditionellen Maßen wie Mittelwert und Varianz werden höhere Momente der Verteilung in die Analyse mit einbezogen. Hierbei sollen im Besonderen die unterschiedlichen Verteilungsspezifika in der Nutzenfunktion des risikoaversen Anlegers berücksichtigt werden. Auf die Betrachtung des Rendite-/Risikoprofils folgt die Analyse der risikoadjustierten Performance. Es werden nicht nur klassische Kennzahlen betrachtet, sondern auch um höhere Momente modifizierte Kennzahlen. Daneben wird der Risiko-

⁸ Vgl. o. V. (2006), S. 1.

⁹ Die Vorteile werden im Folgenden näher erläutert.

begriff erweitert, wobei das Ausfallrisiko in die Berechnung der entsprechenden Kennzahlen mit einfließt.

Auf die Einzelbetrachtung folgt die Analyse der unterschiedlichen *Assets* im Portfoliokontext, welche in drei Schritten durchgeführt wird. Im ersten Schritt werden die statischen und dynamischen Korrelationskoeffizienten der Assetklassen untereinander analysiert. Ebenfalls wird eine simulierte Beimischung von LPE in ein traditionelles Portfolio aus Aktien und Bonds durchgeführt. Im zweiten Schritt wird das *Markowitz-Portfolio* anhand des *Critical Line Algorithm* aufgestellt. Hierbei wird durch die Zuhilfenahme effizienter Portfolios das Diversifikationspotenzial von LPE anhand ihres Gewichtungsfaktors im Minimum-Varianz-Portfolio (MVP) quantifiziert. Im dritten Schritt wird der klassische Risikobegriff der Varianz um den der Semivarianz modifiziert, wobei wiederum das *Downside Risk* Beachtung findet. Die Optimierung wird nun anhand des *Semivariance Critical Line Algorithm* durchgeführt. Im dritten Teil (vierter Abschnitt) werden vor dem Ausblick die Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst.

1.2 Definition und Abgrenzung von *Private Equity*

„It used to be quite easy to define what was and was not a private equity investment: ‚any equity investment in a company which is not quoted on a stock exchange‘.“¹⁰ Im Gegensatz zu dieser sehr weiten Definition¹¹ wird im Folgenden eine etwas engere Betrachtungsweise gewählt: PE-Fonds investieren professionell in nicht börsennotierte Unternehmen, ohne dass entsprechende Sicherheiten zur Verfügung gestellt werden.¹²

Der Begriff *Private Equity* bedeutet nichts anderes als *privates Eigen-* bzw. *Beteiligungskapital*. So haben die Investments überwiegend Eigenkapitalcharakter. Daneben sind hybride Formen aus Eigen- und Fremdkapital wie z. B. Mezzanine-Kapital möglich.¹³ PE-Gesellschaften streben im Zuge ihrer Investitionstätigkeit größere Beteiligungen am Zielunternehmen an, um es proaktiv mit ihrer Expertise beraten zu können. Nicht selten werden Manager oder ehemalige Politiker engagiert.¹⁴ Sie arbeiten mit einer hohen *Financial Leverage* und verfolgen eine konsequente *Exit-Strategie*.¹⁵ Der *Exit* kann durch einen IPO, einen *Trade Sale* an einen strategischen Investor

¹⁰ Fraser-Sampson (2007), S. 1.

¹¹ Moskowitz/Vissing-Jørgensen (2002) gehen sogar soweit, dass sie in ihre Untersuchung sämtliches privates Beteiligungskapital der Haushalte sowie privat gehaltene Unternehmen mit einbeziehen.

¹² Vgl. Bader (1996), S. 22 oder Grunert (2006), S. 4.

¹³ Vgl. Huss (2005), S. 3.

¹⁴ Vgl. Freitag/Papendick (2007), S. 56 ff.

¹⁵ Da die Investitionen mit dem Ziel der Renditegenerierung getätigt werden, sind sie zeitlich begrenzt: Je älter ein Zielunternehmen, desto geringer der mittel- bis langfristige Zeithorizont, vgl. Bilo (2002), S. 8.

oder einen *Secondary Sale* an einen dritten PE-Fonds erfolgen. Möglich ist ferner ein Rückkauf durch die Altgesellschafter oder eine Fusion.¹⁶

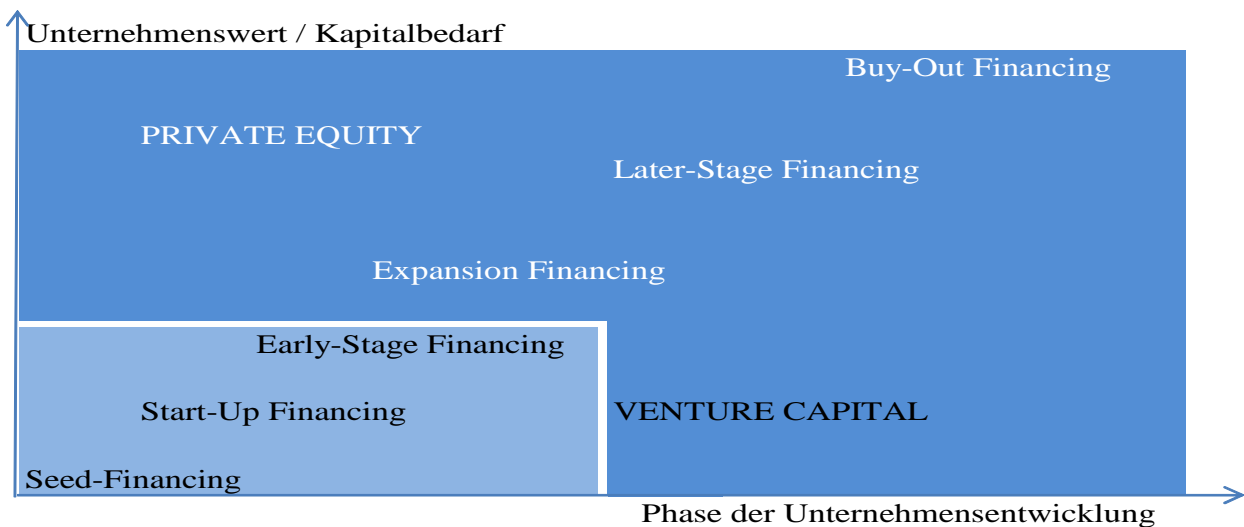


Abb. 1: Finanzierungsphasen von PE-Transaktionen

Quelle: Eigene Darstellung

PE-Fonds engagieren sich über ein breites Spektrum der Entwicklungsphasen, in denen sich Unternehmen befinden können. Neben *Private Equity* als Überbegriff wird i. d. R. nach *Venture Capital* unterschieden. Weit verbreitet ist ferner die Differenzierung nach sechs Phasen, die sich entlang der idealtypischen Entwicklung eines Unternehmens bewegen (vgl. *Abb. 1*).¹⁷ Aus Investorenperspektive gibt es drei traditionelle Möglichkeiten, in die PE-Industrie zu investieren, die nachfolgend vorgestellt werden: Einige Großinvestoren suchen und bewerten mögliche Zielunternehmen, strukturieren die Finanzierung und tätigen die (Des-) Investitionen in eigener Verantwortung. Parallel dazu gestalten sie ihr Portfoliomanagement.¹⁸

Bei der Investition über ein Fondskonzept benötigt der Investor keine spezielle Expertise. Am weitesten verbreitet sind die Rechtsformen der *Limited Partnership*¹⁹ (USA) oder der vermögensverwaltenden Personengesellschaft (Deutschland). Kapitalgeber sind zu 99 % die *Limited Partner* (LP), das restliche Prozent des Kapitaleinsatzes tragen die *General Partner* (GP).²⁰ Bei Erreichen bestimmter Zielgrößen wird der Fonds für neue Investoren geschlossen. Der Investor beteiligt sich im eigenen Namen an den Zielunternehmen. Die GP übernehmen alle Aufgaben

¹⁶ Vgl. *Schneider (2008)*, S. 153 ff.

¹⁷ Zur Literatur siehe *Bader (1996)*, S. 103.

¹⁸ Auf einen Intermediär wird dabei verzichtet, vgl. *Grunert (2006)*, S. 28 f.

¹⁹ Die Investoren werden als *Limited Partner* (LP) bezeichnet. Die Manager dagegen als *General Partner* (GP), vgl. *Fraser-Sampson (2007)*, S. 237 ff.

²⁰ Nach *Sahlmann, W. A. (1990)* ein typischer Prozentsatz für GP.

von der Selektion bis zum *Exit*. Für diese Aufgaben erhalten sie bezogen auf das bereitgestellte Kapital eine *Management Fee* zwischen 1,5 % und 2,5 %. Ihre Leistung wird i. d. R. mit einer *Performance Fee* über 20 % honoriert.²¹

Die dritte Möglichkeit ist das *Fund-of-Funds-Konzept*. Das Kapital der Investoren wird hierbei in einem Dachfonds gepoolt. Die Dachfonds fungieren als Intermediäre zwischen den oben beschriebenen PE-Fonds. Sie sind demzufolge LP der PE-Fonds, womit die Investoren nur indirekt beteiligt sind. Vorteil ist die multiple Diversifikation über verschiedene Länder, Branchen oder Finanzierungsphasen. Die Möglichkeit der größeren Einflussnahme durch die Investitionskraft und die Reputation der Dachfonds kann als weiterer Vorteil aufgeführt werden. Nachteilig dagegen zeigt sich die Belastung der Investoren durch doppelte Gebührenstrukturen, da die Dachfonds ebenfalls *Management-* und *Performance Fees* in Rechnung stellen.²²

Neben den drei traditionellen Möglichkeiten bleibt dem Investor die Investition in börsennotierte PE-Vehikel, die sich in den letzten 25 Jahren mehr und mehr entwickelt haben. An der Universität Basel wurde ein ausführliches Forschungsprojekt durchgeführt, das sich mit den verschiedenen Aspekten der LPE beschäftigte.²³ Ergebnis der Forschungsarbeit war die Konstruktion einer Indexfamilie,²⁴ deren Basis die von *Bauer, Bilo* und *Zimmermann* definierten drei Kategorien von LPE sind: börsennotierte Gesellschaften, deren *Core Business* das PE-Geschäft ist, notierte Investmentfonds, die einen Großteil ihres Eigenkapitals in PE-Fonds investieren und schlussendlich speziell strukturierte Investment-Vehikel, die direkt oder indirekt investiert sind. Weiterhin wird innerhalb der verschiedenen Kategorien nach den oben beschriebenen Finanzierungsphasen unterschieden. *Anhang 1* gibt einen kurzen Überblick über die verschiedenen Stilindizes der LPE-Indexfamilie.

Vorteile, die mit einer Börsennotierung einhergehen, sind die höhere Liquidität und Transparenz sowie wegfallende Beschränkungen durch Mindestanlagesummen. Darüber hinaus können die entsprechenden Indizes durch einfache Messung von Performance und Diversifikation in das Portfoliomanagement integriert werden. *Abb. 2* vergleicht die LPE-Indexfamilie mit traditionellen Assetklassen nach dem μ/σ -Dominanz-Prinzip. Der Beobachtungszeitraum erstreckt sich

²¹ Vgl. *Grunert* (2006), S. 31 und *Bilo* (2002), S. 19 f.

²² Vgl. *Grunert* (2006), S. 37 ff. und *Bilo* (2002), S. 23 ff.

²³ Vgl. *Bauer/Bilo/Zimmermann* (2001), *Bilo* (2002), *Zimmermann/Bilo/Christophers/Degosciu* (2005) oder *Huss* (2005).

²⁴ Die *LPE-Indexfamilie* wurde im Juni 2004 aufgelegt, vgl. *Christophers/Degosciu/Zimmermann* (2004), S. 26. Der *LPX 50* ist Mitglied der Pictet BVG-Indexfamilie seit dem Jahr 2005.

von Dezember 1998 bis Dezember 2007.²⁵ Die Daten wurden aus Sicht eines EUR-Investors (ungehedget) berechnet.

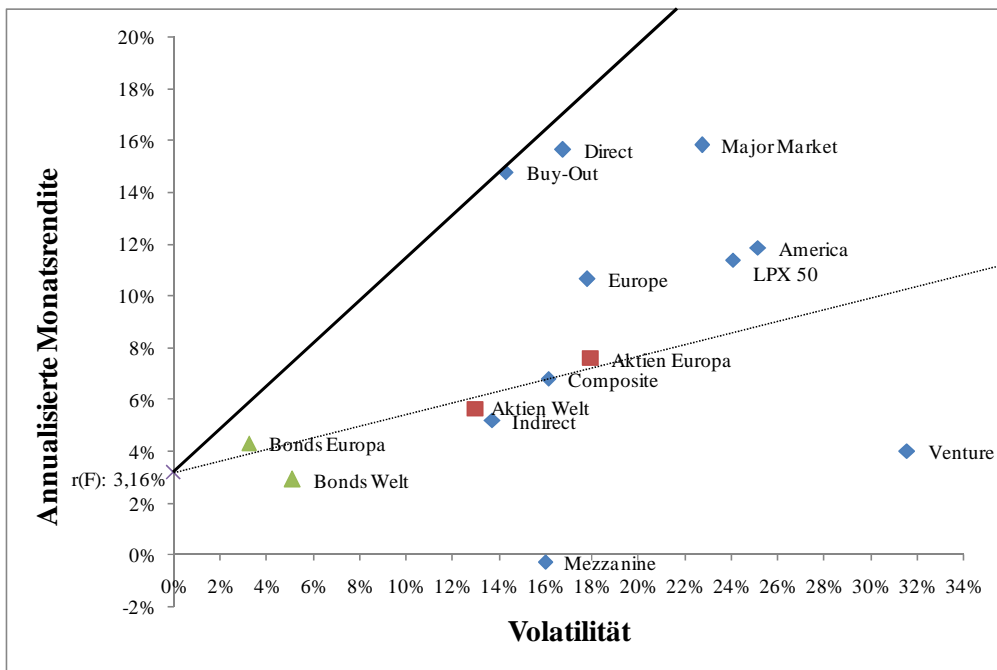


Abb. 2: μ/σ -Diagramm

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Die Kapitalmarktlinie weist für den Stilindex *Buy-Out* die größte positive Steigung auf, womit der Investor pro Einheit eingegangenen Risikos mit der höchsten Risikoprämieentgolten wird.²⁶ Dagegen hat die Kapitalmarktlinie für den Stilindex *Mezzanine*, der die schlechteste Renditeperformance aufweist, eine deutlich negative Steigung. Das bedeutet wiederum, dass der Investor für jede Einheit eingegangenen Risikos auf Risikoprämie verzichten muss. Die Mehrzahl der LPE-Indizes dominiert eine Anlage in Aktien und europaweite Bonds. Die weltweite Anlage in Bonds schneidet dabei vergleichsweise schlecht ab; die Kapitalmarktlinie hat eine negative Steigung. Auffallend ist die hohe Volatilität des Stilindex *Venture*, worin sich das hohe Risiko einer Anlage in Wagniskapital widerspiegelt.²⁷

Im weiteren Verlauf muss zunächst die Frage geklärt werden, ob LPE Performanceähnlichkeiten im Vergleich zu traditionellen PE-Fonds aufweisen. In der Literatur wird oft argumentiert, dass

²⁵ Mit Ausnahme der Stilindizes *Composite* (Dezember 2001), *Mezzanine* (Dezember 1999) und *Indirect* (Dezember 2003), die ein späteres Referenzdatum haben. Das gewählte Anfangsdatum des Beobachtungszeitraums resultiert aus den gemeinsamen Referenzdaten der restlichen LPE-Indizes. Darüber hinaus beinhaltet der Beobachtungszeitraum verschiedene Marktphasen und kann somit als repräsentativ beurteilt werden.

²⁶ Vgl. *Tobin* (1958), S. 65 – 86.

²⁷ Ebenfalls spiegelt sich in der schlechten Renditeperformance des *Venture Index*, die mit Beginn dieses Jahrtausends eingesetzt hat, das Platzen der *New Economy Bubble* wider, vgl. *Tab. 3*.

durch die öffentliche Notierung deren privater Charakter reduziert werde.²⁸ Darüber hinaus muss das Rendite-/Risikoprofil hinsichtlich der Normalverteilungsannahme untersucht werden. In der traditionellen *Portfolio Selection* nach *Markowitz* wird aufgrund der Verwendung von Mittelwert und Varianz bzw. Standardabweichung (Volatilität) implizit eine Normalverteilung der Renditen unterstellt.²⁹

²⁸ Siehe sogleich.

²⁹ Vgl. *Markowitz* (1952) und (1959) sowie *Disch/Füss* (2004), S. 9.

2. Verteilungs- und Performance-Eigenschaften von *Listed Private Equities*

Die Assetklasse *Private Equity* erfreut sich in den letzten zwei Dekaden eines starken Zuspruchs von Seiten institutioneller Investoren. Dies geschieht insbesondere vor dem Hintergrund, dass die risikoadjustierte Rendite deutlich besser ist, als die der traditionellen Investments. Zu letzteren wird zudem langfristig eine niedrige Korrelation erwartet. Aufgrund der spezifischen Charakteristika traditioneller PE-Fonds bleibt eine Integration in das Portfoliomanagement mit Schwierigkeiten behaftet. Die Anlagekategorie der LPE scheint hierfür jedoch verschiedene Lösungsansätze zu bieten.³⁰ Dennoch werden LPE in der Literatur kontrovers diskutiert. Das Argument ist, dass „kein Diversifikationseffekt zu der traditionellen Aktienanlage [...] besteht [...]“. ³¹ Zunächst soll deshalb geklärt werden, ob LPE wirklich als Näherungslösung für PE-Assets herangezogen werden können. Darüber hinaus werden insbesondere die Rendite- und Performance-Eigenschaften von LPE diskutiert.

2.1 Probleme bei der Performancemessung traditioneller *Private Equities*

Für PE-Investitionen in Form der in *Abschnitt 1.2* definierten traditionellen Investitionsmöglichkeiten sind keine täglich festgestellten Marktpreise vorhanden.³² Die Wertentwicklung eines PE-Portfolios ist dementsprechend schwer zu berechnen. Hierfür verantwortlich sind zwei Faktoren: Auf der einen Seite findet kein fortlaufender Handel statt, wodurch nur Bewertungen zu markanten Zeitpunkten³³ vorliegen. Auf der anderen Seite ist die Performanceberechnung schwer durchzuführen, da die entsprechenden Merkmale der PE-Fonds sehr spezifisch sind.³⁴ Für die Berechnung der Rendite lassen sich in der Literatur vornehmlich zwei Techniken finden, die im Folgenden kurz erläutert werden:

Die Methode des **Internal Rate of Return (IRR)** beruht auf der klassischen Investitionstheorie. Sie hat sich in der Praxis als Standardmethode durchgesetzt und wird von der EVCA anerkannt.³⁵ Der interne Zinsfuß entspricht dem Diskontierungssatz, der für alle Cashflows einer In-

³⁰ Vgl. Christophers/Degosciu/Oertmann/Zimmermann (2006), S. 217.

³¹ Wilhelm (2006), S. 108 f.

³² Vgl. Heim (2001), S. 488.

³³ Bspw. zum Erwerb, zum Funding oder zur Veräußerung.

³⁴ So würde die signifikante Illiquidität eine Anwendung verschiedener Marktmodelle erschweren, vgl. Gottschalg (2006), S. 191 f.

³⁵ Vgl. Grünbichler/Graf/Gruber (Hrsg.) (2001), S. 203 und Grunert (2006), S. 71.

vestition einen Barwert von null liefert.³⁶ Bei dieser Methode treten jedoch zwei schwerwiegende Mängel auf, die zum einen mathematischen Ursprungs sind, was zur Folge hat, dass bei mehreren negativen und positiven Zahlungen innerhalb eines Zeitablaufs mehrere Diskontierungssätze existieren können. Ferner kann auch der Fall der Nichtexistenz eines IRR auftreten. Zum anderen unterstellt das Modell implizit die Wiederanlageprämisse.³⁷ Als einfachere Methode gilt das **Return Multiple**, wobei der Wert der Erträge der Investition eines Fonds oder einer Transaktion ins Verhältnis zur ursprünglichen Investitionssumme gesetzt wird. Diese Methode vernachlässigt jedoch den Zeitpunkt der Cashflows und ist somit nur bedingt repräsentativ.³⁸

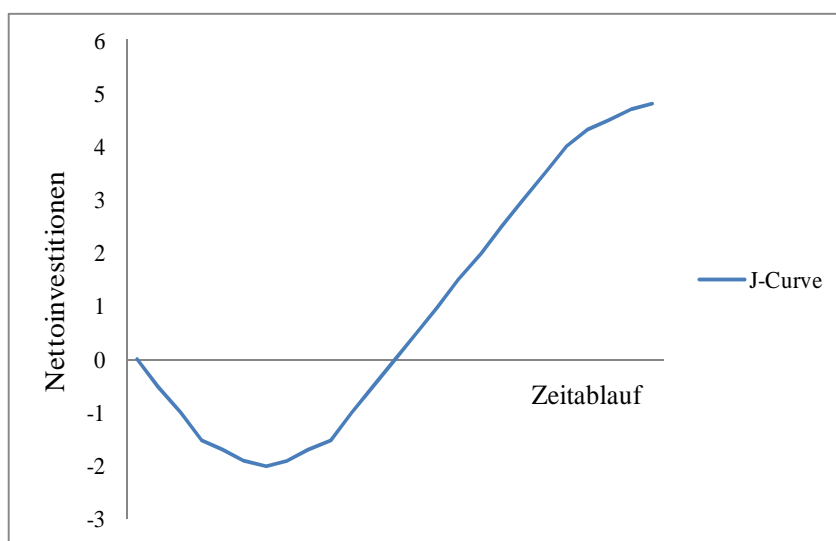


Abb. 3: J-Curve-Verlauf

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an *Heim* (2001)

Zur Risikoberechnung dient in der Portfoliotheorie die Standardabweichung. Die Berechnung ist bei traditionellen PE-Assets problematisch - einerseits durch die Ermangelung von Marktpreisen, andererseits sind die Erträge aus PE-Investitionen nicht normalverteilt, was das rechnerische Überschätzen der Standardabweichung zur Folge hat.

Das beschriebene Phänomen wird als *J-Curve-Effekt* bezeichnet: Zu Beginn der Laufzeit werden die Engagements zu Kosten geführt. Erste Fehlinvestitionen zeichnen sich i. d. R. früh ab. Erst später entstehen positive Cashflows aus Desinvestitionen oder Transaktionen (vgl. *Abb. 3*).³⁹

³⁶ In anderen Worten befindet sich der IRR dort, wo die Summe der Barwerte der Auszahlungen der Summe der Barwerte der Einzahlungen plus dem barwertigen *Net Asset Value* entspricht.

³⁷ Sämtliche Cashflow, seien es Investitionen oder sei es das *Funding*, werden zu demselben Zinssatz getätigt.

³⁸ Vgl. *Grunert* (2006), S. 74 und *Gottschalg* (2006), S. 193.

³⁹ Vgl. *Heim* (2001), S. 488 f.

2.2 Verteilungscharakteristika von *Listed Private Equities*

Eine Integration von LPE in das Portfoliomanagement bietet vor dem Hintergrund der beschriebenen Problematik den großen Vorteil, dass durch die Börsennotierung Marktpreise verfügbar sind. Eine Mittelwert-/Varianzanalyse ist analog zu traditionellen Investments möglich. Es muss jedoch zunächst geprüft werden, ob LPE repräsentativ für das gesamte PE-Universum sind.

Dem Argument, LPE seien nicht repräsentativ für das PE-Universum, lässt sich zunächst entgegen, dass es „*nicht um die Organisation des Fonds, sondern um die Natur der Anlagen, welche sowohl bei börsennotierten als auch bei traditionellen Fonds im nichtkотиerten Bereich zu finden sind*“,⁴⁰ geht. Diese theoretische Betrachtung allein genügt jedoch nicht: *Bilo* konnte eine Korrelation von LPE-Zeitreihen mit einer weit gefassten PE-Benchmark von *Venture Expert* über 79 % feststellen.⁴¹ *Huss* misst mit der *Public Market Equivalent* (PME)-Methode⁴² die Renditeunterschiede zwischen LPE und traditionellen *Private Equities*. Das PME vergleicht eine Investition in einen PE-Fonds mit einer Investition in einen Aktienindex: Sämtliche historische Cashflows der nicht gelisteten PE-Fonds werden durch Investitionen in LPE-Anlagen repliziert – bspw. durch Investitionen in einen PE-Aktienindex.⁴³ Ein PME = 1 indiziert denselben Kapitaleinsatz im LPE-Segment zur Erzeugung derselben zukünftigen Cashflow-Strukturen als im nicht gelisteten Segment und somit eine ähnliche Rendite.⁴⁴ Datengrundlage ist als LPE-Index der *LPX 50*, für die historischen Cashflows Zeitreihen der *PE-Intelligence*.⁴⁵

Es muss berücksichtigt werden, dass nur diejenigen Fonds in Frage kommen, die alle ihre Erträge wieder an die Investoren ausgeschüttet haben, um eine Betrachtung der geschätzten *Net Asset Values* (NAV) zu umgehen. Dies würde das *Data Sample* zu sehr einschränken. *Huss* differenziert deshalb nach drei verschiedenen Portfolios: Portfolio I setzt sich aus Fonds zusammen, bei denen die unrealisierten NAV im Bezug auf die Zahlungsverpflichtungen 30 % ausmachen. Bei Portfolio II sind es entsprechend 20 %, bei Portfolio III 10 %. Die Ergebnisse der Studie (vgl. *Tab. 1*) weisen darauf hin, dass die Renditeunterschiede im Bezug auf den Mittelwert nicht signifikant verschieden sind. Sie verdeutlichen, dass LPE zumindest über den Beobachtungszeitraum als Näherungslösung für die gesamte PE-Industrie herangezogen werden können.

⁴⁰ *Banz/Eberle-Haeringer/Häflinger* (2006), S. 31.

⁴¹ Vgl. *Bilo* (2002), S. 72.

⁴² In Anlehnung an die Studie von *Kaplan/Schoar* (2005). Das PME wurde von *Long/Nickles* (1995) eingeführt.

⁴³ Das PME beantwortet somit aus barwertiger Perspektive die Frage, wie viel Kapital für eine Einheit Kapital, welches in nicht gelistete PE-Fonds investiert wurde, aufgebracht werden muss, vgl. *Kaplan/Schoar* (2005), S. 8 und *Huss* (2005), S. 18 f.

⁴⁴ Ein PME > 1 bedeutet einen höheren Kapitaleinsatz im LPE-Segment und somit eine schlechtere Rendite. Für ein PME < 1 gilt genau das Umgekehrte.

⁴⁵ 20 Jahre Zeithorizont, 849 PE-Fonds und etwa 7000 Cashflow, vgl. *Huss* (2005), S. 10.

	Portfolio I			Portfolio II			Portfolio III		
	Alle Fonds	Buyout	Venture	Alle Fonds	Buyout	Venture	Alle Fonds	Buyout	Venture
Median	0.83	0.80	0.82	0.88	0.85	0.95	0.87	0.79	1.16
Mittelwert	1.00	0.90	1.11	1.06	0.89	1.2	1.05	0.81	1.25
Anzahl Fonds		157		102			61		
Anzahl CF		7037		4698			2716		

Tab. 1: PME: PE-Fonds vs. LPX 50Quelle: *Huss* (2005)

2.2.1 Data Sample

Für die folgende Untersuchung wird ausschließlich das Datenmaterial der *LPX GmbH* verwendet;⁴⁶ einerseits aufgrund der Repräsentativität der Daten – die Datenreihen lassen keinen signifikanten Unterschied zu traditionellen PE-Fonds vermuten –⁴⁷ andererseits ist die laufende Überprüfung der Liquidität wichtiger Bestandteil der Indexmethodologie.⁴⁸ Definiert sind folgende Kennzahlen: Maximal-Spread in Geld- und Briefkursen, Mindest-Marktkapitalisierung, Mindest-Handelsvolumen im Vergleich zur Marktkapitalisierung, ein Minimum an Kursbewegungen sowie eine minimale Handelskontinuität. Änderungen in der Datengrundlage und der Liquidität werden laufend angepasst.⁴⁹ Für die Bestandteile des naiven Portfolios werden folgende Indizes als Datenbasis herangezogen: *MSCI Europe TR* (Aktien Europa), *MSCI World TR* (Aktien Welt), *JP Morgan Government Bond Index EMU TR* (Bonds Europa) und *JP Morgan Government Bond Index Global TR* (Bonds Welt).

Als risikoloser Zinssatz zur Bestimmung der Mindestopportunitätskosten sowie zur Berechnung der Sharpe-Ratios dient der *Euribor-Geldmarktsatz für Einmonatsgeld*. Im Rahmen der Berechnung der Ausfallvarianz und der Sortino-Ratio dient als *Inflationstarget* der *homogenisierte Verbraucherpreisindex der Euro-27-Zone*.

2.2.2 Performance Bias

Die ausgewiesenen Zeitreihen, die von der *LPX-GmbH* berechnet werden, müssen nicht mit den tatsächlich realisierten Werten übereinstimmen. Solche Verzerrungen werden auch als *Bias* be-

⁴⁶ Betrachtet werden ausschließlich *Total-Return-Indizes*. Anmerkung: Alle Daten der nachfolgenden Analysen stammen aus *Bloomberg*. Soweit nicht anders gekennzeichnet, basieren die Analysen auf eigenen Berechnungen.

⁴⁷ Vgl. *Abschnitt 2.2*.

⁴⁸ Die Illiquidität bleibt auch bei den LPE eine ernst zu nehmende Problematik. Durch die genannten Maßnahmen soll diesem Problem Sorge getragen werden, vgl. *Bernhardt (2008)*, S. 60.

⁴⁹ Zu einer ausführliche Beschreibung vgl. *LPX GmbH*, S. 8 ff.

zeichnet. *Zimmermann et al.* haben die *Bias* von LPE zwischen 1986 und 2003 untersucht. Darüber hinaus sind im Bezug auf LPE sehr wenige Untersuchungen zu finden.

Klassisches *Bias* ist das ***Survivorship Bias***: In die Indexberechnung fließen solche PE-Fonds, die eine längere Verlustperiode aufweisen, nicht mehr gelistet sind oder gar nicht mehr existieren, nicht (mehr) mit ein. Hingegen werden diejenigen Unternehmen mit einer guten Performance und einem langen *Track Record* mit einberechnet. Dies führt tendenziell zu einer Überschätzung der Renditen. Das *Survivorship Bias* bei traditionellen Indizes liegt zwischen 0,1 % und 1,5 %, ⁵⁰ wohingegen für LPE-Indizes ein höheres *Survivorship Bias* angenommen werden kann: So ist z. B. die Hedge-Fonds-Industrie mit etwa 2 % p. a. betroffen.⁵¹ *Zimmermann et al.* können für ihr *Data Sample* jedoch keine Aussage über einen negativen Effekt durch das *Survivorship Bias* treffen. Vielmehr wird ein geringer positiver Effekt festgestellt. Begründet wird dies damit, dass verschiedene Indexkonstituenten, die aus dem Index ausgeschlossen wurden, ex post eine höhere Performance aufweisen konnten, als die überlebenden Konstituenten.⁵² *Bilo* kann für ihr *Data Sample* einen negativen Effekt über 3,53 % feststellen.⁵³ Die Daten betreffen jedoch nur das Jahr 2000 und sind auch aufgrund der damaligen Marktsituation nicht entsprechend repräsentativ. Für das *Survivorship Bias* kann demzufolge keine eindeutige Aussage getroffen werden.

Das ***Volatilitäts-Bias*** beschreibt das Phänomen, dass bei illiquiden Titeln die ausgewiesene Standardabweichung geringer ist, als die realisierte, was zur Folge haben kann, dass das Risiko einer Investition in LPE unterschätzt wird. *Zimmermann et al.* machen deutlich, dass LPE von der Problematik der Illiquidität ebenfalls betroffen sind. So beträgt die modifizierte Sharpe-Ratio 0,33 (ehemals 0,57).⁵⁴ Positive Autokorrelationen in den Renditezeitreihen gelten als Indiz für das *Volatilitäts-Bias*,⁵⁵ was *Getmansky, Lo* und *Makarov* für Hedge-Fonds nachweisen konnten. Liegen positive Autokorrelationen vor, wird die Standardabweichung substanziell unterschätzt.⁵⁶ Obwohl für das vorliegende *Data Sample* verschiedene Liquiditätskriterien definiert wurden, autokorrelieren die Monatsrenditen der Stilindizes *LPX 50*, *Europe*, *Venture* und *Mezzanine* positiv (vgl. *Anhang 2*).⁵⁷ Für die Monatsrenditen von Aktien und Bonds ist keine Autokorrelation festzustellen (vgl. *Anhang 3*). Eine intuitive Methode zur Adjustierung der Volatilitäten wird von

⁵⁰ Vgl. etwa Grinblatt/Titmann (1989), Brown/Goetzmann (1995) oder Carhart/Carpenter/Lynch/Musto (2000).

⁵¹ Vgl. Disch/Füss (2004), S. 11.

⁵² Vgl. Zimmermann/Bilo/Christophers/Degosciu (2005), S. 17.

⁵³ Vgl. Bilo (2002), S. 66.

⁵⁴ Vgl. Zimmermann/Bilo/Christophers/Degosciu (2005), S. 24.

⁵⁵ Die Autokorrelation misst die Abhängigkeit einer geordneten Folge von Zufallsvariablen, im vorliegenden Beispiel Monatsrenditen, zueinander zu verschiedenen time lags k .

⁵⁶ Vgl. Bessler/Drobtz/Henn (2005), S. 28.

⁵⁷ Die Autokorrelationskoeffizienten wurden mit der Ljung-Box-Q-Statistik auf Signifikanz getestet.

Brooks und *Kat* vorgeschlagen. Aus dem geglätteten Wert des Index kann folgende Gleichung für Zeitreihen mit einer Autokorrelation von null (für das erste *time lag*) abgeleitet werden:

$$(2.1) \quad r_{i,t}^* = \frac{r_{i,t} - \alpha r_{i,t-1}}{1 - \alpha}$$

Mit: α = Autokorrelationskoeffizient für das erste *time lag* (AC1)

$r_{i,t}^*$ = modifizierte Rendite zum Zeitpunkt t

Aus der modifizierten Rendite wird mit dem ursprünglichen Mittelwert der betrachteten Zeitreihe die modifizierte Volatilität berechnet. *Tab. 2* sind die korrigierten Werte zu entnehmen. Für die o. g. LPE-Indizes ist eine Abweichung der modifizierten zur ausgewiesenen Volatilität von über 30 % festzustellen. Der anzunehmende *Random Walk* der traditionellen Assetklassen bewirkt, dass sie deutlich geringer betroffen sind.

	LPX 50	Major Market	Composite	America	Europe
Modifiziert	10,47%	8,32%	6,52%	8,67%	7,85%
Ursprünglich	6,99%	6,59%	4,68%	7,30%	5,17%
Abweichung (in %)	49,87%	26,22%	39,30%	18,81%	51,81%

Buy-Out	Mezzanine	Venture	Direct	Indirect
5,40%	6,77%	12,35%	6,32%	5,05%
4,15%	4,64%	9,16%	4,86%	4,00%
30,22%	45,94%	34,88%	30,03%	26,39%

	Aktien Europa	Aktien Welt	Bonds Europa	Bonds Welt
Modifiziert	5,40%	3,99%	1,10%	1,51%
Ursprünglich	5,21%	3,77%	0,94%	1,48%
Abweichung (in %)	3,73%	5,87%	17,42%	1,98%

Tab. 2: Korrektur der Volatilität für Autokorrelation in den Monatsrenditen

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Das *Selection Bias* kann z. B. durch die vorgegebene Definition des *Data Sample* entstehen. Es werden PE-Fonds bewusst selektiert oder nicht selektiert. Das *Selection Bias* kann im Zeitablauf jedoch minimiert werden, indem die definierte Selektionsregelung einer laufenden Beobachtung unterzogen wird, was bei den betrachteten Indizes der Fall ist.

2.2.3 Rendite-/Risikoprofil von *Listed Private Equities*

Im Folgenden wird zunächst auf die Rendite-/Risikoeigenschaften von LPE Bezug genommen. Auf die klassische Mittelwert-/Varianzanalyse folgt die Untersuchung von Schiefe (Skewness) und Wölbung (Kurtosis) der Verteilung.⁵⁸ Der Betrachtungshorizont erstreckt sich über den Zeitraum von Dezember 1998 bis Dezember 2007. *Tab. 3* liegen die annualisierten geometrischen Monatsrenditen, deren Durchschnitt arithmetisch berechnet wurde, zugrunde. Die Standardabweichung wird ebenfalls als annualisierte Größe angegeben.⁵⁹ Die Analyse wird ungehedget in EUR durchgeführt, da die LPE-Indexfamilie von keiner Währung dominiert wird und zu großen Teilen auf EUR, USD, GBP und JPY basiert.⁶⁰ Referenzwerte für Aktien und Bonds sind die *MSCI Europe-* und *World-* sowie die *JP Morgan GBI EMU-* und *Global-Indizes*.⁶¹

Die höchste Renditeperformance über den Beobachtungszeitraum weist der *Major Market Index* auf, der die Unternehmen mit der höchsten Handelsaktivität abbildet. Sechs LPE-Indizes übertreffen dabei eine europaweite Anlage in Aktien, sieben LPE-Indizes eine weltweite Investition in die traditionelle Anlageklasse. Die Volatilität ist für alle LPE-Indizes höher als die einer weltweiten Anlage in Aktien. Sechs LPE-Indizes weisen eine geringere Volatilität auf als eine europaweite Anlage in Aktien, wobei sich die Unterschiede nur in einem geringen Intervall bewegen. Auffallend ist ebenfalls die sehr hohe Renditespannweite ($r_{min} - r_{max}$) bezogen auf die Monatsrenditen, die die Mehrzahl der LPE-Indizes charakterisiert. Lediglich die Stilindizes *Indirect* und *Buy-Out* sowie der weit gefasste *Composite Index* haben eine Spannweite, die kleiner als 25 % ist. Unter den traditionellen Assetklassen dominiert eine europaweite Anlage in Aktien. Der Renditevorsprung wird dabei jedoch im Vergleich zu den restlichen traditionellen *Assets* mit einer höheren Volatilität und einer linksschiefen Verteilung erkauft. Die schlechteste Renditeperformance hat der Stilindex *Mezzanine*. Auffallend ist die hohe Volatilität des *Venture Index*. Nicht zu vernachlässigen ist abschließend die vergleichsweise schlechte Renditeperformance

⁵⁸ Mittelwert (μ) als arithmetische Durchschnittsrendite, Varianz (σ^2) als durchschnittliche quadrierte Abweichung der Renditen von ihrem Mittelwert, Schiefe (φ) als drittes zentrales Moment der Wahrscheinlichkeitsverteilung, Wölbung (ϖ) als viertes Moment der Wahrscheinlichkeitsverteilung, vgl. *Bruns/Meyer-Bullendiek* (2003), S. 46.

⁵⁹ Für die Annualisierung der Monatsrenditen (Mittelwerte) wird folgende Formel verwendet: $\bar{r}_{ann.} = (1 + \bar{r}_{mon.})^{12} - 1$. Die monatliche Standardabweichung wird durch Multiplikation mit $\sqrt{12}$ annualisiert.

⁶⁰ Einerseits teilt sich die LPE-Assetklasse auf die vier *großen* Märkte Kontinentaleuropa (28,8 %), Amerika (19,7 %), Großbritannien (22,2 %) und Asien/Pazifik (32 %) auf, andererseits dominieren die vier *großen* Währungen EUR (24,8 %), USD (24,7 %), GBP (23,9 %) und JPY (15,1 %) den *LPX 50 Index*, vgl. *Christophers/Degosciu/Oertmann/Zimmermann* (2006), S. 218 ff.

⁶¹ Die in *Abschnitt 2.1.2* beschriebenen *Bias* werden nicht in die Analyse mit einbezogen.

(bei gleichzeitig höherer Volatilität) der weltweiten Anlage in Bonds im Vergleich zu europaweiten Bonds.⁶²

Indizes	Mittelwert p. a.	Volatilität p. a.	Min.	Max.	Schiefe	Excess Kurtosis	J.B.
LPX 50	11,37%	24,09%	-14,95%	31,63%	0,6506	2,9719	54,1214***
Major Market	15,83%	22,74%	-13,32%	35,00%	1,2971	5,6728	194,8668***
Composite	6,79%	16,11%	-14,97%	9,97%	-0,7296	0,5575	5,2034*
America	11,85%	25,17%	-15,99%	27,62%	0,4891	1,2154	13,9166***
Europe	10,63%	17,82%	-15,32%	20,25%	-0,2511	1,9156	18,2469***
Buy-Out	14,78%	14,30%	-10,07%	9,64%	-0,7806	0,3609	9,1617***
Venture	4,00%	31,58%	-20,14%	33,06%	0,5860	0,9663	12,943***
Mezzanine	-0,28%	15,98%	-13,37%	13,05%	-0,4164	0,5550	3,4852
Direct	15,63%	16,76%	-15,66%	14,84%	-0,5987	0,7831	8,5231***
Indirect	5,18%	13,71%	-11,05%	7,26%	-0,8021	0,6450	5,9790
Aktien Europa	7,57%	17,96%	-17,95%	14,71%	-0,3804	1,6845	14,9158***
Aktien Welt	5,63%	12,98%	-11,01%	8,33%	-0,5258	0,2271	3,6444*
Bonds Europa	4,30%	3,23%	-1,76%	2,62%	-0,1900	-0,6100	2,3246
Bonds Welt	2,90%	5,12%	-3,94%	4,29%	0,2519	-0,1749	1,2803

***, ** bzw. * für Signifikanz des Jarque-Bera-Wertes auf dem 99%-, 95%- bzw. 90%-Konfidenzniveau

Tab. 3: Rendite- und Risikokennzahlen von LPE-Indizes und traditionellen Assets

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Zur Bestimmung des Risikos von PE-Fonds konnte *Bader* zeigen, dass die Standardabweichung (Volatilität)⁶³ zumindest für die PE-Industrie, wenn auch nicht für einzelne Fonds ein geeignetes Risikomaß ist.⁶⁴ Für einen Index, der die Wertentwicklung von PE-Fonds abbildet, ist die Standardabweichung somit ebenfalls geeignet, sofern die Renditen normalverteilt sind. Ist dies nicht der Fall, bilden Mittelwert und Varianz die vollständige Verteilungsbeschreibung nicht ausreichend ab. Die Standardabweichung ist in diesem Fall nicht als Risikomaß geeignet.⁶⁵ Die höhe-

⁶² Zu beachten sind insgesamt die in *Abschnitt 2.1.1* beschriebenen *Bias*, insbesondere das *Volatilitäts-Bias*, das im Zweifel zu einer Unterschätzung der ausgewiesenen Volatilität führt.

⁶³ Standardabweichung bzw. Volatilität (σ) als Wurzel aus Varianz.

⁶⁴ Vgl. *Bader* (1996), S. 190.

⁶⁵ Die Standardabweichung als symmetrisches Risikomaß betrachtet sowohl die Ausfallwahrscheinlichkeit als auch das Aufwärtspotential. Liegen asymmetrische Verteilungsfunktionen vor, wird im Fall einer linksschiefen Verteilung und einer Leptokurtosis das Risiko implizit unterschätzt. Siehe hierzu auch *Poddig/Dichtl/Petersmeier* (2003), S. 141.

ren Momente der Verteilungsfunktion, namentlich Schiefe (Skewness) und Wölbung (Kurtosis), liefern zusätzliche Informationen. Die Schiefe (Skewness) als drittes zentrales Moment ist ein Maß für die Asymmetrie einer Verteilung:

$$(2.2) \quad \varphi = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N (r_i - \bar{r})^3 / \sigma^3$$

Mit: \bar{r} = beobachtete (empirische) Durchschnittsrendite

σ = Standardabweichung

n = Anzahl der Beobachtungen

Normalverteilte Renditen besitzen einen Schiefewert von null. Positive Schiefewerte implizieren eine rechtsschiefe Verteilung, die bei gleichem Erwartungswert ein niedrigeres Verlustrisiko aufweist. Positive Extremwerte sind dabei wahrscheinlicher als negative. Negative Schiefewerte gelten als Indiz für eine linksschiefe Verteilung, wobei negative Renditen bei gleichem Erwartungswert wahrscheinlicher sind als positive. Der risikoaverse Investor bevorzugt eine rechtsschiefe Verteilung, da hier ein höherer Schutz vor Verlusten besteht und das *Downside Risk* demzufolge geringer ist.

Die Wölbung (Kurtosis) als viertes Moment der Verteilung misst die Stärke der Konzentration der Renditen um ihren Erwartungswert bzw. die Konzentration der Verteilung an ihren Enden:

$$(2.3) \quad \varpi = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N (r_i - \bar{r})^4 / \sigma^4$$

$$(2.4) \quad \varpi_{Excess} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^N (r_i - \bar{r})^4 / \sigma^4 \right) - 3$$

Normalverteilte Renditen weisen eine Wölbung (Kurtosis) von 3 bzw. eine Excess-Kurtosis von 0 auf. Negative Excess-Kurtosis-Werte sind ein Indiz für platykurtische Verteilungen, d. h. Verteilungen mit dünnen Enden (*thin tails*). Positive Excess-Kurtosis-Werte hingegen implizieren eine leptokurtische Verteilung, welche durch dicke Enden (*fat tails*) charakterisiert ist. Ein risikoaverser Investor präferiert Verteilungen mit negativen Excess-Kurtosis-Werten. Die Konzentration der Renditen um ihren Erwartungswert ist hier verhältnismäßig größer, gleichzeitig sind vergleichsweise weniger Renditen von ihrem Erwartungswert entfernt. Insgesamt scheut ein risikoaverser Investor eine negative Schiefe sowie eine positive Excess-Kurtosis. Betragsmäßig hohe Renditen treten im Vergleich zur Normalverteilung häufiger auf und die hohen negativen

Renditen werden nicht durch entsprechend hohe positive ausgeglichen.⁶⁶ Der risikoaverse Investor präferiert also eine positive Schiefe und eine negative Excess-Kurtosis.

Tab. 3 zeigt, dass alle LPE-Indizes positive Excess-Kurtosis-Werte und zumindest sechs von zehn Indizes negative Schiefewerte aufweisen. Im Vergleich zu normalverteilten Renditen ist somit das *Upside-Potenzial* eingeschränkt und betragsmäßig hohe negative Renditen treten häufiger als positive auf. Es besteht eine verhältnismäßig hohe Wahrscheinlichkeit, Verluste zu generieren. Die *LPX 50-*, *Major Market-*, *America-* und *Venture-Indizes* charakterisiert dagegen eine positive Schiefe. Die Wahrscheinlichkeit, dass positive Renditen auftreten, ist im Vergleich zur Normalverteilung größer. Die gleichzeitige Leptokurtosis impliziert, dass betragsmäßig hohe Renditen häufiger auftreten und den hohen positiven Renditen verhältnismäßig weniger hohe negative gegenüberstehen.

Die welt- und europaweite Anlage in Aktien ist von einer negativen Schiefe und positiven Excess-Kurtosis gekennzeichnet. Eine europaweite Investition in Bonds weist für beide Momente negative Werte auf. Als einziges *Asset* dieser Untersuchung wird eine weltweite Anlage in Bonds von der Vorteilhaftigkeit einer positiven Schiefe gepaart mit einer negativen Excess-Kurtosis charakterisiert.

Zur abschließenden Beurteilung der Ausprägung von Schiefe und Wölbung wurde ein Test der Normalverteilungsannahme durchgeführt. Der *Jarque-Bera-Test* prüft die Nullhypothese H_0 : „Die Stichprobe ist normalverteilt“ gegen die Alternativhypothese H_1 : „Die Stichprobe ist nicht normalverteilt“ mit nachfolgender Teststatistik:⁶⁷

$$(2.5) \quad J.B. = \frac{n}{6} \left[\varphi^2 + \frac{1}{4} (\varpi - 3)^2 \right]$$

Mit: φ = Schiefe (Skewness), nach Formel (2.2) berechnet

ϖ = Wölbung (Kurtosis), nach Formel (2.3) berechnet

n = Anzahl der Beobachtungen

Bei einer Normalverteilung würde die Schiefe (Skewness) einen Wert von 0, die Wölbung (Kurtosis) einen Wert von 3 annehmen. Intuitiv sprechen demzufolge kleine J.B.-Werte für eine Beibehaltung der Nullhypothese und dem Betrag nach große J.B.-Werte für die Verwerfung von H_0 .

⁶⁶ Vgl. *Disch/Füss* (2004), S. 16.

⁶⁷ Vgl. *Poddig/Dichtl/Petersmeier* (2003), S. 336.

Tab. 3 verdeutlicht, dass für die Mehrzahl der LPE-Indizes die Nullhypothese mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit (Signifikanzniveau) von 1 % verworfen werden muss.⁶⁸ Für den weit gefassten *Composite Index* muss die Nullhypothese mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 90 % verworfen werden. Lediglich für die *Mezzanine-* und *Indirect-Indizes* kann die Normalverteilungsannahme nicht verworfen werden. Für eine Anlage in Aktien muss die Normalverteilungsannahme ebenfalls verworfen werden.⁶⁹ Wird hingegen die Anlage in Bonds betrachtet, muss die Normalverteilungsannahme beibehalten werden.

Zum Abschluss dieses Abschnitts ist festzuhalten, dass die Standardabweichung aufgrund der Verteilungscharakteristika der LPE-Renditen nicht als Risikomaß ausreichend ist. Im Rahmen der Performancemessung und der Portfolio-Optimierung wäre das *Downside Risk* implizit unterschätzt. Lösung ist einerseits eine Modifizierung der Standardabweichung um das Ausfallrisiko. Andererseits können risikoadjustierte Performancekennzahlen berechnet werden, die die höheren Momente berücksichtigen. Im folgenden Abschnitt wird nun zunächst die traditionelle Sharpe-Ratio um höhere Momente modifiziert. Ferner wird die Ausfallvarianz (Sortino-Ratio) berücksichtigt.

2.3 Traditionelle und modifizierte Performancekennzahlen

Als gängigste risikoadjustierte Performancekennzahl misst die traditionelle Sharpe-Ratio (MV-SR) die Risikoprämie pro Einheit eingegangenen Risikos, indem die Überschussrendite⁷⁰ ($\bar{r}_i - r_F$) ins Verhältnis zur Standardabweichung (σ_i) gesetzt wird:

$$(2.6) \quad MV - SR = \frac{\bar{r}_i - r_F}{\sigma_i}$$

Als risikoloser Zinssatz für den EUR-Investor dient der *Euribor-Geldmarktsatz für Einmonatsgeld*. Von Dezember 1998 bis Dezember 2007 wurde ein Wert über 3,16 % p. a. ermittelt.⁷¹ Voraussetzung der Verwendung der traditionellen Sharpe-Ratio (MV-SR) ist die Normalverteilung der Renditen. Da dies für die Mehrzahl der untersuchten Zeitreihen jedoch nicht zutrifft, muss die Sharpe-Ratio um die höheren Momente der Verteilung ergänzt werden. Zunächst wird die Schiefe der Verteilung innerhalb der Sharpe-Ratio berücksichtigt. Die Schiefe sollte insofern nur

⁶⁸ Zu beachten ist jedoch, dass die *LPX 50-*, *Major-Market-*, *America-* und *Venture-Indizes* von einem positiven Schiefewert charakterisiert werden.

⁶⁹ Für eine europaweite Anlage in Aktien sogar mit 1%-Signifikanzniveau, für eine weltweite Aktieninvestition lediglich mit 10%-Signifikanzniveau. Insgesamt kann die Normalverteilungsannahme für das 5%-Signifikanzniveau über alle Anlageklassen beibehalten werden, vgl. Tab. 3.

⁷⁰ Durchschnittliche (empirische) Rendite, bereinigt um den Opportunitätskostensatz.

⁷¹ Für den *Composite Index* (12/01-12/07) 2,84 % p. a., für den *Mezzanine Index* (12/99-12/07) 3,20 % p. a., für den *Indirect Index* (12/03-12/07): 2,82 % p. a.

dann Berücksichtigung finden, wenn sie negativ ist. Von einer positiven Schiefe würde ein Anleger profitieren. Nachfolgende Gleichung ergänzt die Standardabweichung mit Hilfe einer Minimierungsfunktion um negative Schiefewerte.⁷² So lange positive Schiefewerte vorliegen, wird jedoch die traditionelle Sharpe-Ratio berechnet:

$$(2.7) \quad MVS - SR = \frac{\bar{r}_i - r_F}{(\sigma_i - \{\min[0; \varphi_i]\}^{\frac{1}{3}})}$$

Im nächsten Schritt wird die Wölbung (Excess-Kurtosis) berücksichtigt. Im Gegensatz zur Schiefe präferiert der Investor negative Werte. Durch die Maximierungsfunktion wird die modifizierte Standardabweichung um positive Excess-Kurtosis-Werte ergänzt, negative Werte bleiben jedoch unberücksichtigt:⁷³

$$(2.8) \quad MVSK - SR = \frac{\bar{r}_i - r_F}{(\sigma_i - \{\min[0; \varphi_i]\}^{\frac{1}{3}} + \{\max[0; \varpi_i]\}^{\frac{1}{4}})}$$

Sollten positive Schiefewerte und negative Excess-Kurtosis-Werte vorliegen, würde wiederum die traditionelle Sharpe-Ratio berechnet werden.

Als letzte Performancekennzahl nach Sharpe wird anstelle des Mittelwertes und der Standardabweichung der Renditemedian sowie die mediane absolute Renditeabweichung betrachtet. So bleiben Ausreißerwerte in der Stichprobe unberücksichtigt und sowohl große als auch kleine Abweichungen vom Median werden gleich gewichtet.⁷⁴

$$(2.9) \quad MeMad - SR = \frac{Me - r_F}{Mad}$$

Mit:

$$Mad = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |r_i - Me|$$

Insgesamt lässt *Tab. 4* für den *Major Market Index* (mit Ausnahme der MeMad-SR) das beste Chance-/Risikoverhältnis vermuten. Insbesondere unter Berücksichtigung von Schiefe und Wölbung gewinnt der Index an Attraktivität, was an der vorteilhaften rechtsschiefen Renditeverteilung (positive Schiefe) liegt.⁷⁵

⁷² Die Schiefe als drittes Moment muss mit 1/3 potenziert werden, womit im Vergleich zu Mittelwert und Standardabweichung dieselbe Dimension hergestellt wird.

⁷³ Über die 1/4-Potenz wird wiederum dieselbe Dimension hergestellt.

⁷⁴ Vgl. *Disch/Füss* (2004), S. 19.

⁷⁵ Gleiches gilt für den *America-* und den *LPX 50 Index*.

Indizes	MV-SR	Rang	MVS-SR	Rang	MVSK-SR	Rang	MeMad-SR	Rang
LPX 50	0,0923	7	0,0923	3	0,0046	5	0,1113	9
Major Market	0,1481	3	0,1481	1	0,0060	1	0,1532	7
Composite	0,0679	8	0,0035	9	0,0018	8	0,2870	6
America	0,0933	6	0,0933	2	0,0059	2	-0,0064	10
Europe	0,1140	4	0,0097	6	0,0033	6	0,3179	4
Buy-Out	0,2171	1	0,0097	5	0,0053	3	0,5742	2
Venture	0,0074	12	0,0074	7	0,0006	11	-0,0364	11
Mezzanine	-0,0619	14	-0,0038	13	-0,0017	13	-0,0860	12
Direct	0,1981	2	0,0110	4	0,0053	4	0,6965	1
Indirect	0,0479	11	0,0021	11	0,0011	10	-0,1200	14
Aktien Europa	0,0675	9	0,0049	8	0,0019	7	0,3026	5
Aktien Welt	0,0527	10	0,0025	10	0,0013	9	0,1273	8
Bonds Europa	0,0987	5	0,0016	12	0,0005	12	0,3396	3
Bonds Welt	-0,0143	13	-0,0143	14	-0,0143	14	-0,0959	13

Tab. 4: Traditionelle und modifizierte Sharpe-Ratios

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Die *Buy-Out*- und *Direct-Indizes* verlieren im Vergleich zur traditionellen Sharpe-Ratio aufgrund ihrer linksschiefen Renditeverteilung (negativen Schiefe) an Attraktivität. Der *Buy-Out Index* ist dabei vergleichsweise geringer von einer Leptokurtosis (positive Excess-Kurtosis) betroffen. Innerhalb der MeMad-SR haben beide jedoch das beste Chance-/Risikoverhältnis. Insgesamt schlägt die Mehrzahl der LPE-Indizes eine Anlage in traditionelle *Assets*. Auch die vorteilhaften Verteilungseigenschaften einer Bonds-Investition können ihr Chance-/Risikoprofil nicht verbessern. Nur bei der MeMad-SR ist eine europaweite Anlage in Bonds attraktiv. Schlechtestes Chance-/Risikoprofil bieten insgesamt der *Mezzanine Index* sowie die weltweite Anlage in Bonds.

Die Berechnung der Sharpe-Ratios impliziert, dass sowohl das *Downside*- als auch das *Upside Risk* betrachtet werden. Es kann jedoch schon intuitiv vermutet werden, dass negative Abweichungen vom Erwartungswert (Verlustrisiko) für einen Anleger schwerer wiegen als positive

Abweichungen. Beim *Lower Partial Moment* (LPM) wird nur das Ausfallrisiko betrachtet: Risiko ist die negative Abweichung von einer Ziel- bzw. Mindestrendite. Die Schiefe der Verteilung wird also über die Erfassung des *Downside Risk* berücksichtigt.⁷⁶ Zur Performance-Analyse werden i. d. R. nur LPM höherer Ordnungen verwendet, wobei die Ordnung festlegt, ob und wie die Höhe der Abweichung von der Mindestrendite bewertet wird. So kann im Zweifel die Nicht-linearität im Risikobefinden eines Anlegers berücksichtigt werden.⁷⁷ Das LPM zweiter Ordnung, die sogenannte Semivarianz, wird durch folgende Gleichung beschrieben:⁷⁸

$$\begin{aligned}
 (2.10) \quad LPM_2 = sv_i &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\tau - r_i) \quad \forall r_i < \tau, \\
 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max[0; (\tau - r_i)]^2, \\
 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \min[0; (r_i - \tau)]^2.
 \end{aligned}$$

Zur Bestimmung der Mindestrendite können verschiedene *Targets* (τ) als Benchmark bestimmt werden. Der Anleger fixiert damit eine von ihm als kritisch empfundene Mindestrentabilität. Einerseits kann ein Wert gewählt werden, der für jedes Wertpapier einheitlich genutzt wird: Neben dem nominellen Kapitalerhalt ($\tau = 0\%$) können dies der Mindestopportunitätskostensatz bzw. risikolose Zinssatz ($\tau = r_F$) oder die Inflationsrate bzw. der reale Kapitalerhalt ($\tau = \pi$) sein. Andererseits kann für jedes Wertpapier ein unterschiedlicher Wert definiert werden, wie z. B. der Renditeerwartungswert eines Wertpapiers oder einer Benchmark ($\tau = \bar{r}$).

Die Semivarianz ist insofern ein Maß zur Berechnung der Asymmetrie einer Verteilung, als dass bei einer höheren negativen Schiefe höhere LPM_2 -Werte als bei einer weniger linksschiefen Verteilung berechnet werden, worin sich das höhere Risiko widerspiegelt.⁷⁹ Aus der $\sqrt{sv_i}$ erhält man die Semistandardabweichung sd_i , vergleichbar mit der Berechnung der Standardabweichung. Die Modifizierung der Sharpe-Ratio um die Semistandardabweichung und das entsprechende *Target* führen zur Sortino-Ratio:

⁷⁶ Es wird jedoch nur der Bereich links vom Erwartungswert berücksichtigt, vgl. *Poddig/Dichtl/Petersmeier* (2003), S. 135.

⁷⁷ Große Verluste, die mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit eintreten, werden als größeres Risiko empfunden, als kleinere Verluste, die mit höherer Wahrscheinlichkeit eintreten, vgl. *Disch/Füss* (2004), S. 22.

⁷⁸ Vgl. *Schmidt-von Rhein* (1996), S. 421.

⁷⁹ Geringe Renditeabweichungen über dem Mittelwert sind zwar häufiger zu beobachten, negative Renditeabweichungen treten aber weniger häufig auf, sind jedoch höher und werden innerhalb des LPM je nach Ordnung stärker gewichtet, vgl. *Disch/Füss* (2004), S. 23.

$$(2.11) \quad \text{SortR} = \frac{r_i - \tau}{sd(\tau)_i}$$

Die Sortino-Ratio misst die Überschussrendite (im Bezug auf eine vorher definierte Mindestrendite) pro Einheit Semistandardabweichung. In der durchgeführten Untersuchung wurden folgende *Targets* definiert:

Nomineller Kapitalerhalt ($\tau = 0\%$), **Mindestopportunitätskostensatz** bzw. **risikoloser Zinssatz** ($\tau = r_F$)⁸⁰ sowie **realer Kapitalerhalt** ($\tau = \pi$). Als Inflationsrate dient dabei der *homogenisierte Verbraucherpreisindex der Euro-27-Zone*. Für den Beobachtungszeitraum wurde ein Wert über 2,69 % p. a. ermittelt.⁸¹ Darüber hinaus wird der **Renditemittelwert** ($\tau = \bar{r}$) betrachtet: Hierbei handelt es sich um einen zeitvariablen Bezugspunkt. Um Vergleichbarkeit zu schaffen und etwaige Unterschiede durch spezifische Verteilungscharakteristika zu vermeiden, wird in Anlehnung an *Disch* und *Füss* als Erwartungswert das arithmetische Mittel sämtlicher LPE-Indizes verwendet.⁸²

Tab. 5 zeigt die Sortino-Ratios für die LPE-Indizes sowie die traditionellen Assetklassen. Die Attraktivität der einzelnen Stilindizes wird im Vergleich zu den Sharpe-Ratios deutlicher. Top 3 der LPE-Indizes sind die *Buy-Out*-, *Direct*- und *Major Market-Indizes*. Die hohen Werte werden insbesondere durch die vergleichsweise gute Performance erzielt, obwohl die *Buy-Out*- und *Direct-Indizes* eine linksschiefe Renditeverteilung charakterisiert. Der *Major Market Index* überzeugt dagegen mit einer rechtsschiefen Verteilung (vgl. Tab. 3). Weiterhin ist auffallend, dass eine europaweite Anlage in Bonds im Rahmen der *Downside-Risk-Betrachtung* durch die relative Normalverteilung der Renditen an Attraktivität gewinnt. Dies gilt jedoch nur für den realen Kapitalerhalt als definiertes *Target*. Insgesamt nehmen die Sortino-Ratios mit steigendem *Target* ab, da die Überschussrenditen im Zähler geringer werden, die *LPM*₂-Werte im Nenner jedoch höher.

⁸⁰ Es wurden die Werte der Sharpe-Ratio verwendet.

⁸¹ Für den *Composite Index* (12/01-12/07) 2,47 % p. a., für den *Mezzanine Index* (12/99-12/07) 2,63 % p. a., für den *Indirect Index* (12/03-12/07) 2,55 % p. a. Zur Berechnung wurden die monatlichen Durchschnittswerte herangezogen.

⁸² Der Durchschnitt aus den Monatsrenditen beträgt 0,76 %.

Indizes	Sortino Ratio ($\tau=0\%$)	Rang	Sortino Ratio ($\tau=r(F)$)	Rang	Sortino Ratio ($\tau=\pi$)	Rang	Sortino Ratio ($\tau=r$)	Rang
LPX 50	0,2054	8	0,1381	6	0,1598	7	0,0307	5
Major Market	0,3387	4	0,2497	3	0,2881	3	0,1145	3
Composite	0,1495	11	0,0801	9	0,0971	9	-0,0542	8
America	0,2080	7	0,1422	5	0,1636	6	0,0372	4
Europe	0,2369	5	0,1538	4	0,1810	5	0,0231	6
Buy-Out	0,4072	2	0,2923	1	0,3429	1	0,1225	2
Venture	0,0550	13	0,0108	12	0,0182	13	-0,0717	9
Mezzanine	-0,0064	14	-0,0732	14	-0,0686	14	-0,2237	12
Direct	0,3766	3	0,2759	2	0,3237	2	0,1244	1
Indirect	0,1418	12	0,0586	11	0,0699	11	-0,1091	11
Aktien Europa	0,1655	10	0,0891	8	0,1091	8	-0,0381	7
Aktien Welt	0,1668	9	0,0658	10	0,0903	10	-0,1053	10
Bonds Europa	0,5545	1	0,0990	7	0,2605	4	-0,5907	14
Bonds Welt	0,2362	6	-0,0159	13	0,0199	12	-0,5201	13

Tab. 5: Downside-Risk-Betrachtung für unterschiedliche Targets

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

3. Integration von *Listed Private Equities* in ein traditionelles Portfolio

Hintergrund der Beimengung von PE-Fonds und eben auch von LPE in ein traditionelles Portfolio aus Aktien und Bonds sind die im Vergleich zu traditionellen Assetklassen annahmegemäß niedrigeren Korrelationen. Dies lässt großes Diversifikationspotenzial vermuten. In welcher Höhe LPE mit traditionellen Anlagekategorien korrelieren, wird in diesem Abschnitt zunächst untersucht. Dabei kann nun diskutiert werden, inwieweit die vorteilhaften Charakteristika, die für die Assetklasse *Private Equity* sprechen, durch die Börsennotierung kompensiert werden. Die Überprüfung der Effizienz wird nach der klassischen *Portfolio-Selection-Theorie*⁸³ von Markowitz (Mittelwert-/Varianzansatz) durchgeführt. Bei einer Betrachtung der Varianz bzw. Standardabweichung als Risikokomponente wird die Normalverteilung der Renditen unterstellt. Da die Normalverteilungsannahme im vorliegenden *Data Sample* für die Mehrzahl der LPE-Indizes verworfen werden muss, wird in einem zweiten Schritt die Varianz durch die auf den *Lower Partial Moments* basierende Ausfallvarianz ersetzt.⁸⁴

3.1 Analyse der Korrelationskoeffizienten

Die Korrelation ist eine Maßzahl, die den linearen Zusammenhang zweier Zeitreihen misst.⁸⁵ Sie ist eine standardisierte Messgröße zwischen -1 und 1 und kann im Gegensatz zur Varianz besser interpretiert werden. Ein Korrelationskoeffizient von 1 impliziert einen perfekten Gleichlauf beider Zeitreihen.⁸⁶ Bei einer Korrelation von null ist kein Zusammenhang zu erkennen. Die Korrelationsmatrix der LPE-Indexfamilie im Vergleich zu traditionellen Assetklassen ist *Anhang 4* zu entnehmen.

Für die vorliegenden Zeitreihen ist zunächst festzuhalten, dass die Korrelationen der LPE-Indizes im Vergleich zu einer Aktienanlage nicht, wie angenommen, niedrig sind. Vielmehr bewegen sie sich zwischen 0,44 und 0,80. Um Aufschluss über die Entwicklung der Korrelationen im Zeitablauf zu geben, wurde neben der statischen Analyse eine dynamische Untersuchung durchgeführt. Berechnet wurden hierbei die rollierenden Korrelationen in einem Zeitfenster von

⁸³ Zu den Annahmen der *Portfolio-Selection-Theorie* siehe sogleich.

⁸⁴ Anstelle des *Critical Line Algorithm* wird nun der um die Ausfallvarianz modifizierte *Semivariance Critical Line Algorithm* verwendet.

⁸⁵ Der Korrelationskoeffizient stellt einen Zusammenhang zwischen der Kovarianz zweier Wertpapiere und deren jeweiliger Standardabweichung her.

⁸⁶ Für -1 gilt das Gegenteil.

24 Monaten. Als Referenzwert für die LPE-Indexfamilie dient der Mittelwert aller Korrelationskoeffizienten.

Wie *Abb. 4* zu entnehmen ist, bewegen sich die Korrelationskoeffizienten der LPE-Indizes im Vergleich zu Aktien zwischen einem Intervall von 0,57 und 0,89, im Vergleich zu Bonds von - 0,59 und 0,42.

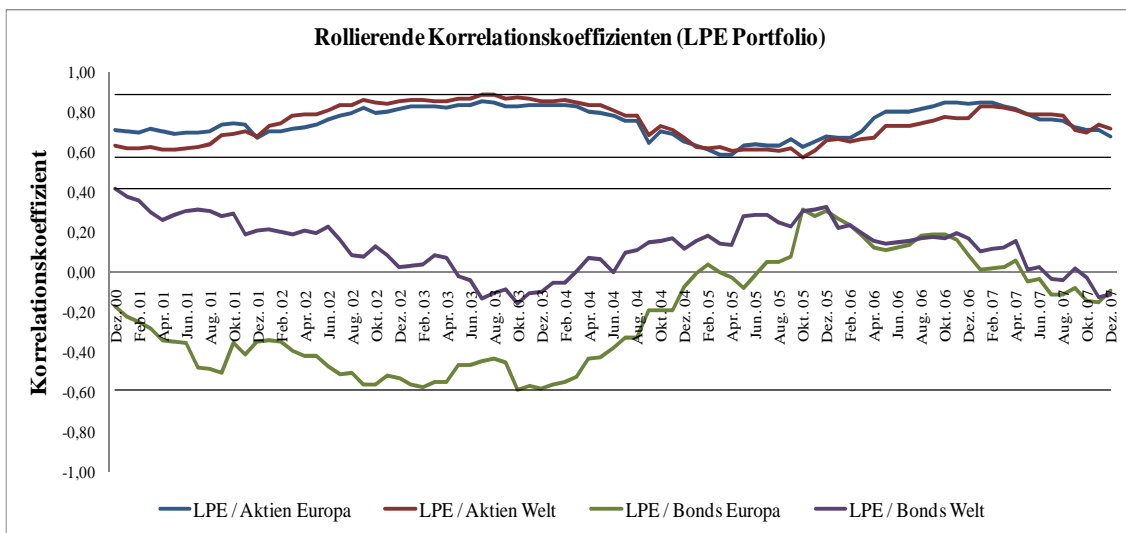


Abb. 4: Rollierende 24-Monats-Korrelationen von LPE mit traditionellen Assetklassen

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

In einem weiteren Schritt wurden die Korrelationen der LPE mit Aktien mit jenen von Aktien mit Bonds verglichen (vgl. *Abb. 5*).

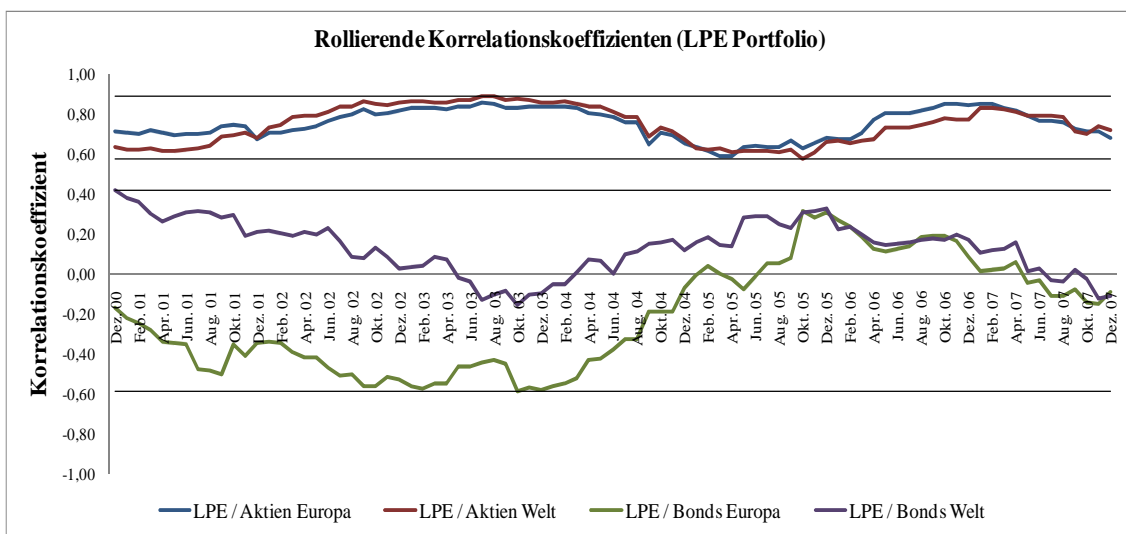


Abb. 5: Rollierende 24-Monats-Korrelationen von Aktien mit Bonds

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

In *Abb. 5* ist einerseits die Ähnlichkeit der Korrelationsmuster (LPE im Vergleich mit Aktien) im Zeitablauf zu erkennen, andererseits weisen Aktien sogar niedrigere Korrelationen mit Bonds auf als LPE mit Bonds. Festzuhalten ist, zumindest was die Korrelationsmuster angeht, eine eindeutige Ähnlichkeit von LPE und Aktien.

3.2 Beurteilung von Listed Private Equities im Mean-/Variance-Ansatz

Im Mittelpunkt der Portfoliobildung nach *Markowitz* steht das Ziel, durch die Aufteilung des zur Verfügung stehenden Investitionsbetrages über verschiedene Anlageklassen die Effizienz des resultierenden Portfolios zu erhöhen.⁸⁷ Durch die Integration alternativer Assetklassen kann gerade dies erreicht werden. Dies geschieht insbesondere vor dem Hintergrund der niedrigen Korrelationen im Vergleich zu traditionellen Anlageklassen.

Aus *Abschnitt 3.1* ist jedoch ersichtlich, dass LPE, was die Korrelation angeht, durch ähnliche Muster wie Aktien charakterisiert sind. Gegenüber der traditionellen Assetklasse ist lediglich ein Performancevorteil zu erkennen.⁸⁸ Bevor der klassische Optimierungsprozess zur Bestimmung der *Efficient Frontier* durchgeführt wird, soll zunächst durch sukzessive Beimischung (in 5%-Schritten) von LPE in ein naives Portfolio aus Aktien und Bonds die Auswirkung einer Integration simuliert werden. Als Referenzindex wird der *LPX 50 Index* verwendet, der als marktbreiter Index die 50 größten PE-Gesellschaften abbildet.⁸⁹

Die Simulation in *Tab. 6* zeigt, dass durch eine Beimischung von LPE in das Portfolio mit steigendem Anteil die Portfolio-Rendite⁹⁰ erhöht wird. Durch die relativ hohen Korrelationsmuster von LPE im Vergleich zu Aktien steigt die Portfolio-Volatilität jedoch fast linear zur Rendite an. Mit Hilfe der Beimischung wird eine sukzessive Verbesserung der Portfolio-Schiefen erreicht. Dies geht aber mit einer Verschlechterung der Portfolio-Kurtosis aufgrund der hohen positiven Werte für den LPE-Index einher.

⁸⁷ Nach dem Min-Max-Prinzip: Steigerung der Portfolio-Rendite bei gegebener Portfolio-Volatilität oder Verringerung der Portfolio-Volatilität bei gegebener Portfolio-Rendite, vgl. *Poddig/Dichtl/Petersmeier* (2003), S. 151.

⁸⁸ Vgl. *Abb. 2*.

⁸⁹ So war der *LPX 50 Index* ebenfalls Referenzindex für ausgewählte Untersuchungen der Universität Basel, vgl. *Huss* (2005).

⁹⁰ Arithmetische Monatsrendite.

Gewichtung	Aktien		Bonds		Portfolio- rendite (in %)	Portfolio- volatilität (in %)	Portfolio- schiefe	Portfolio- kurtosis	Sharpe- Ratios
	LPE (in %)	Europa (in %)	Welt (in %)	Europa (in %)					
0,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	0,41%	2,15%	-0,4360	0,6321	0,0720
5,00%	23,75%	23,75%	23,75%	23,75%	0,44%	2,33%	-0,3481	0,6203	0,0769
10,00%	22,50%	22,50%	22,50%	22,50%	0,46%	2,52%	-0,2446	0,7027	0,0806
15,00%	21,25%	21,25%	21,25%	21,25%	0,49%	2,73%	-0,1389	0,8461	0,0834
20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	0,51%	2,95%	-0,0384	1,0224	0,0854
25,00%	18,75%	18,75%	18,75%	18,75%	0,54%	3,18%	0,0535	1,2115	0,0870
30,00%	17,50%	17,50%	17,50%	17,50%	0,56%	3,41%	0,1357	1,4009	0,0882
35,00%	16,25%	16,25%	16,25%	16,25%	0,58%	3,65%	0,2086	1,5831	0,0891
40,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	0,61%	3,90%	0,2726	1,7543	0,0897
45,00%	13,75%	13,75%	13,75%	13,75%	0,63%	4,14%	0,3289	1,9129	0,0903
50,00%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	0,66%	4,39%	0,3784	2,0586	0,0907
55,00%	11,25%	11,25%	11,25%	11,25%	0,68%	4,65%	0,4219	2,1918	0,0910
60,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	0,71%	4,90%	0,4603	2,3132	0,0912
65,00%	8,75%	8,75%	8,75%	8,75%	0,73%	5,16%	0,4944	2,4238	0,0914
70,00%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	0,76%	5,42%	0,5246	2,5246	0,0916
75,00%	6,25%	6,25%	6,25%	6,25%	0,78%	5,68%	0,5516	2,6165	0,0917
80,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	0,80%	5,94%	0,5757	2,7004	0,0918
85,00%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	0,83%	6,20%	0,5974	2,7773	0,0918
90,00%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	0,85%	6,46%	0,6169	2,8477	0,0919
95,00%	1,25%	1,25%	1,25%	1,25%	0,88%	6,72%	0,6346	2,9123	0,0919
100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,90%	6,99%	0,6506	5,9719	0,0919

Portfoliorendite und -volatilität sind monatliche Werte für den Zeitraum 12/1998 bis 12/2007.

Tab. 6: Rendite-/Risikokennzahlen für die simulierte Portfolio-Beimischung von LPE (LPX 50)

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Anschaulicher wird das erheblich eingeschränkte Diversifikationspotenzial durch die grafische Darstellung der Portfolio-Allokation der obigen Tabelle. *Abb. 6* zeigt den linearen Zusammenhang zwischen Portfolio-Rendite und Portfolio-Volatilität. Die hohen Korrelationen von LPE mit Aktien lassen nicht das erhoffte Diversifikationspotenzial vermuten.

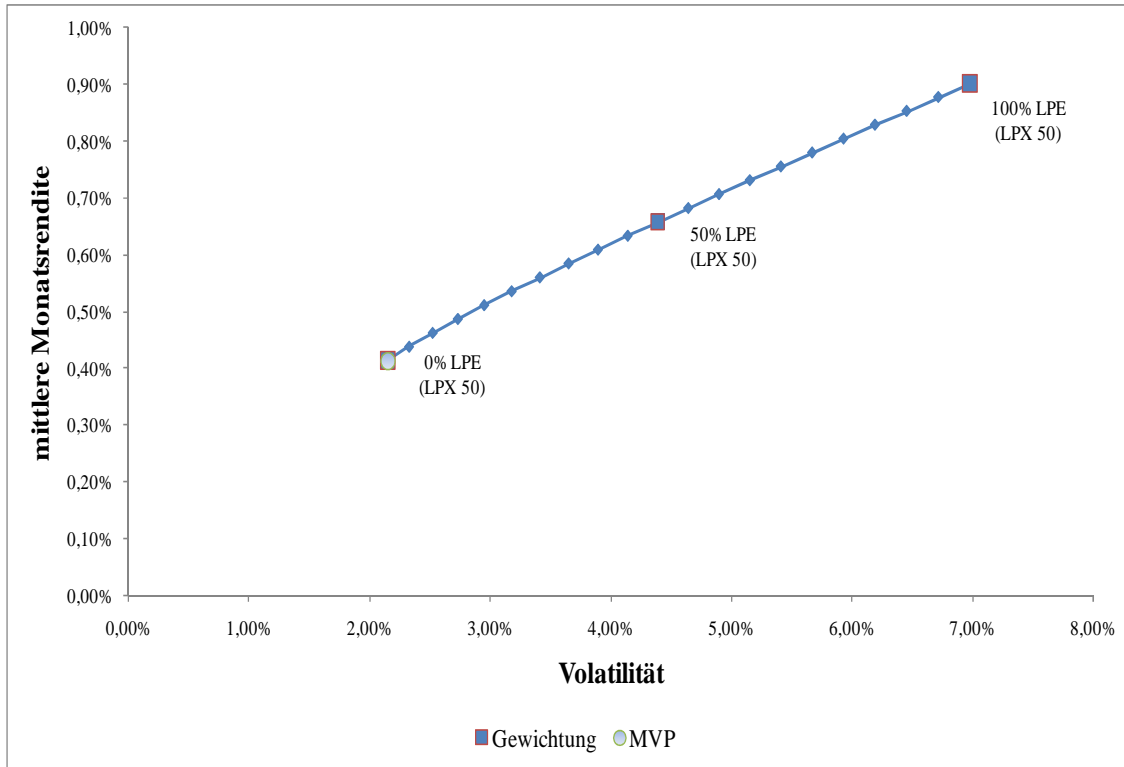


Abb. 6: Diversifikationseffekte durch die Beimischung von LPE (LPX 50)

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Um die hier durchgeführte Portfolio-Allokation zu überprüfen, wird die Analyse nun anstelle des marktbreiten *LPX 50 Index* für das unter Optimierungsgesichtspunkten effizienteste LPE-Portfolio durchgeführt. Um das optimale LPE-Portfolio zu bestimmen, wurde ein Portfolio aus allen LPE-Indizes gebildet,⁹¹ woraus das Minimum-Varianz-Portfolio bestimmt wurde. Die Berechnung sowie die Tabelle der Portfolio-Allokation ist *Anhang 5* und *Anhang 6* zu entnehmen. Das optimale LPE-Portfolio besteht aus einer 100%-Anlage in den *Buy-Out Index*. Aufgrund des etwas tieferen Korrelationskoeffizienten ist eine leichte Krümmung der Geraden zu erkennen. Jedoch lässt die Entwicklung ebenfalls keinen großen Unterschied im Vergleich zu einer Anlage in den *LPX 50 Index* erkennen (vgl. *Anhang 7*).

Im folgenden Abschnitt wird die Analyse anhand des *Critical Line Algorithm* nach *Markowitz* durchgeführt. Dies soll trotz der anzunehmenden ähnlichen Charakteristika jeweils für das repräsentative Portfolio⁹² wie auch für das soeben bestimmte optimale Portfolio durchgeführt werden. Die Differenzierung soll zeigen, ob durch die Entscheidung für ein optimales LPE-Portfolio effizientere Portfolios generiert werden können.

⁹¹ Mit Ausnahme der *Composite*-, *Mezzanine*- und *Indirect-Indizes*, aufgrund der späteren Referenzdaten.

⁹² In Form einer 100%-Anlage in den *LPX 50 Index*.

3.3 Klassische *Portfolio Selection* auf μ/σ -Basis

Im Rahmen der klassischen *Portfolio Selection* nach *Markowitz* spielt neben der Korrelation⁹³ die Gewichtung der Portfoliobestandteile eine bedeutende Rolle. Wichtige Annahmen sind abgesehen von der beliebigen Teilbarkeit der Portfoliobestandteile friktionslose Märkte ohne Transaktionskosten und Steuern.⁹⁴ Darüber hinaus verhält sich der Investor risikoavers und maximiert seinen Nutzen.⁹⁵ *Markowitz* wählt mit Hilfe einer Optimierungsfunktion aus der Kombination aller möglichen Wertpapiergewichtungen diejenigen Portfolios aus, für die es unter Rendite-/Risikoperspektive keine effizienteren Portfolios gibt. Die effizienten Portfolios lassen sich anhand der *Efficient Frontier* im μ/σ -Raum darstellen. Die Effizienzkurve kann durch mehrfaches Minimieren der Portfolio-Varianz bestimmt werden. Zuvor müssen jedoch das Minimum-Varianz-Portfolio (MVP) sowie das Maximum-Ertrags-Portfolio (MaxEP) bestimmt werden. Beide begrenzen den Verlauf der Effizienzkurve. Im zweiten Schritt wird je nach gewünschter Genauigkeit bei gegebener Portfolio-Rendite, die sich zwischen dem Intervall $\mu_{MVP} < \mu_i < \mu_{MaxEP}$ bewegt, die Portfolio-Varianz schrittweise minimiert. Folgende mathematische Zielfunktion beschreibt das quadratische Optimierungsproblem:

$$(3.1) \quad \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \sigma_{ij} \rightarrow Min!$$

Unter den Nebenbedingungen:

$$(1) \quad \mu_p = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i$$

$$(2) \quad \sum_{i=1}^N w_i = 1$$

$$(3) \quad w_i \geq 0 \text{ für alle } i = 1, \dots, N.$$

Abb. 7 veranschaulicht den beschriebenen Optimierungsprozess für das naive Portfolio sowie für das LPE-Portfolio. Durch die Beimischung von LPE in das Portfolio aus Aktien und Bonds verschiebt sich die resultierende Effizienzkurve nach oben. Dennoch bleibt sie verhältnismäßig flach. Durch eine Integration von LPE lässt sich das Rendite-/Risikoverhältnis somit nur eingeschränkt verbessern. Indiz für eine deutliche Verbesserung wäre eine Verschiebung des MVP

⁹³ Die Korrelation hat maßgeblichen Einfluss auf die Portfolio-Volatilität.

⁹⁴ Das *Funding* muss an dieser Stelle nicht berücksichtigt werden, da Leerverkäufe ausgeschlossen werden.

⁹⁵ Vgl. *Schmidt-von Rhein* (1996), S. 230 f.

(mit LPE) nach links oben. In diesem Fall dreht sich die Effizienzkurve jedoch nur, womit die beiden MVP sich entsprechen.

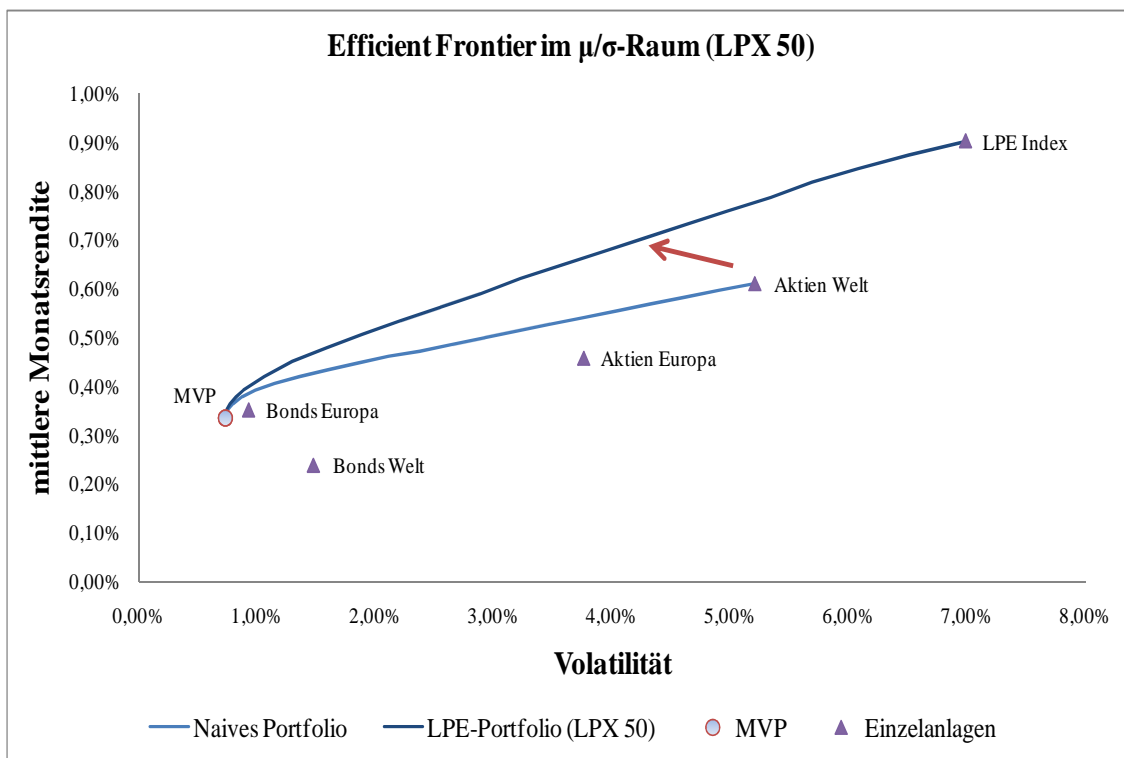


Abb. 7: Efficient Frontier im μ/σ -Raum mit und ohne LPE (LPX 50)

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Die schon bei der Korrelationsanalyse festgestellten ähnlichen Charakteristika von LPE und Aktien kommen in den nachfolgenden Abbildungen deutlich zum Ausdruck. Die europaweite Anlage in Aktien (vgl. *Abb. 8*) wird im LPE-Portfolio (vgl. *Abb. 9*) aufgrund der etwas besseren Performance-Eigenschaften (vgl. *Abb. 2*) substituiert. Dennoch bleibt entlang der Effizienzkurve die europaweite Anlage in Aktien aufgrund der doch ähnlichen Performance-Strukturen mit einem deutlichen Gewichtungsfaktor in den Portfolios enthalten. Nur das MaxEP besteht zu 100 % aus einer LPE-Anlage. Entlang der Effizienzlinie, nimmt in beiden Beispielen mit steigender Portfolio-Rendite eine Allokation von europaweiten Aktien bzw. LPE proportional zu. Verantwortlich dafür sind die niedrigen Korrelationen zwischen europaweiten Aktien bzw. LPE im Vergleich zu europaweiten Bonds (vgl. *Anhang 4*). Das MVP setzt sich in beiden Fällen aus 2,6 % Aktien Europa, 5,26 % Aktien Welt, 67,12 % Bonds Europa und schlussendlich 25,03 % Bonds Welt zusammen.

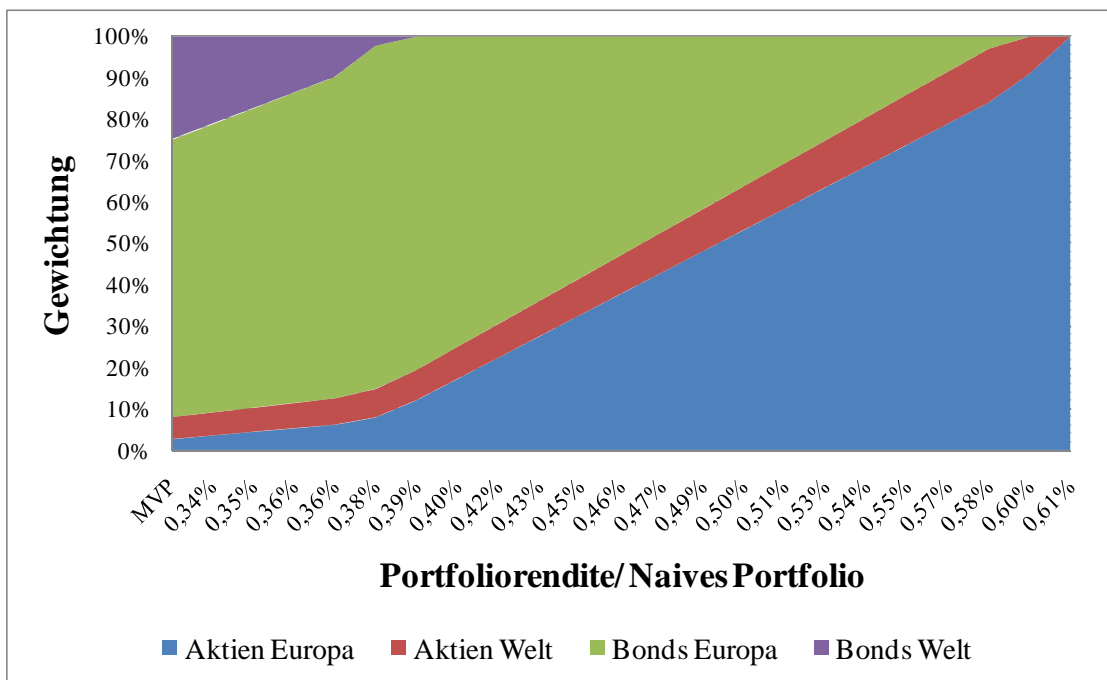


Abb. 8: Portfolio-Allokation des naiven Portfolios im μ/σ -Raum

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

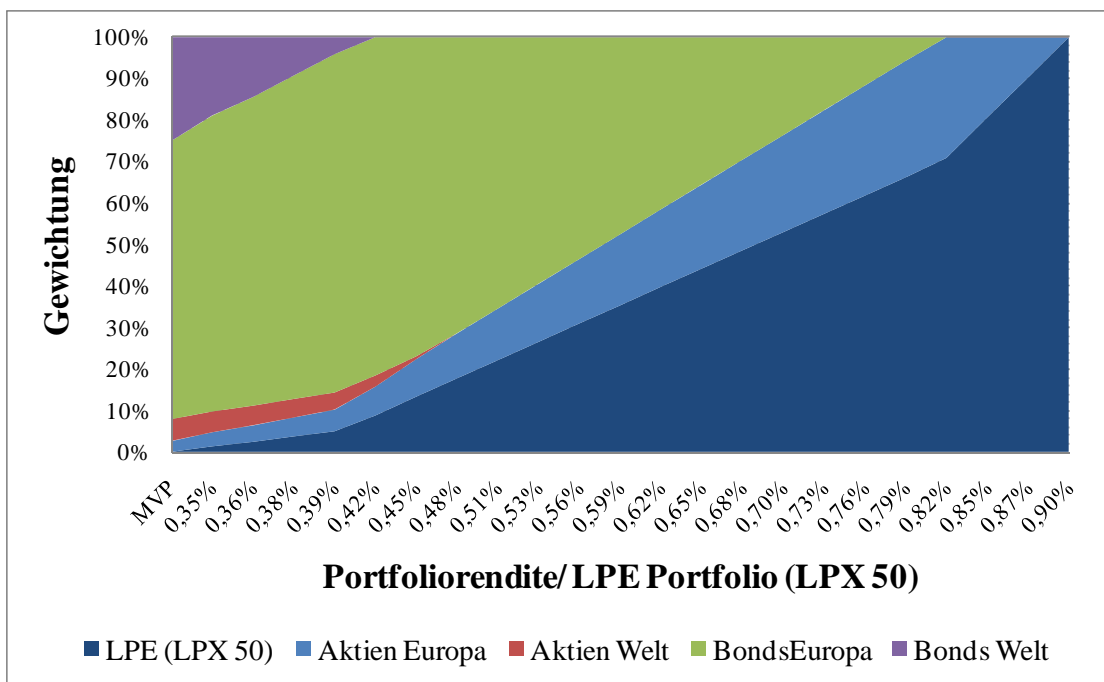


Abb. 9: Portfolio-Allokation des LPE-Portfolios (LPX 50) im μ/σ -Raum

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Schon die *Efficient-Frontier-Betrachtung* im μ/σ -Raum hat gezeigt, dass durch eine Integration von LPE die Portfolio-Rendite gesteigert werden kann, jedoch das Risiko ebenfalls ansteigt.⁹⁶

⁹⁶ Auch wenn das LPE-Portfolio eine vorteilhaftere risikoadjustierte Performance aufweist, ist es keinesfalls möglich, die Rendite bei gegebenem Risiko zu steigern oder das Risiko bei gegebener Rendite zu verringern.

Tab. 7 verdeutlicht, dass die maximale Portfolio-Sharpe-Ratio (vgl. Gleichung 2.5) mit einer Integration von 14,02 % LPE in das traditionelle Portfolio, welches sich aus 4,33 % europaweiten Aktien und 81,25 % europaweiten Bonds zusammensetzt, erreicht wird. Was die maximalen modifizierten Sharpe-Ratios (MVS-SR und MVSK-SR) angeht, sind diese zumindest ähnlich bzw. in der Nähe der traditionellen Sharpe-Ratio. Aufgrund der Optimierungsfunktion innerhalb der Gleichung der modifizierten Sharpe-Ratios (vgl. Gleichung 2.6 und 2.7) leuchtet dies ein. Bei einer Optimierung ist einerseits eine positive Schiefe, andererseits eine negative Excess-Kurtosis gesucht. Liegt beides vor, so wird wiederum die traditionelle Sharpe-Ratio berechnet.

LPX 50	Max. Ertrag	1	2	3	4	5	MVP
Portfolio- rendite (in %)	0,90%	0,81%	0,71%	0,62%	0,52%	0,43%	0,34%
Std.dev.	6,99%	5,58%	4,40%	3,23%	2,10%	1,13%	0,73%
MV-SR	0,09191	0,09822	0,10311	0,11109	0,12581	0,15107	0,10377
MVS-SR	0,09191	0,09822	0,10311	0,11109	0,12581	0,00671	0,10377
MVSK-SR	0,00464	0,00364	0,00305	0,00247	0,00194	0,00671	0,00047

Tab. 7: Sharpe-Ratios entlang der Efficient Frontier des LPE-Portfolios (LPX 50)

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Die bisherige Analyse wurde für das repräsentative LPE-Portfolio (*LPX 50*) durchgeführt. Wird nun anschließend die *Efficient Frontier* des optimalen LPE-Portfolios (*Buy-Out*) betrachtet, so ist eine leichte Verschiebung nach oben zu beobachten.⁹⁷ Abb. 10 zeigt darüber hinaus den etwas steileren Verlauf der Effizienzkurve mit LPE. Dennoch bleibt aufgrund der nur minimalen Linksverschiebung des MVP sowie des immer noch flachen Verlaufs der Effizienzlinie das Diversifikationspotenzial deutlich eingeschränkt.

⁹⁷ Es ist jedoch keine Verschiebung nach *links oben* zu beobachten.

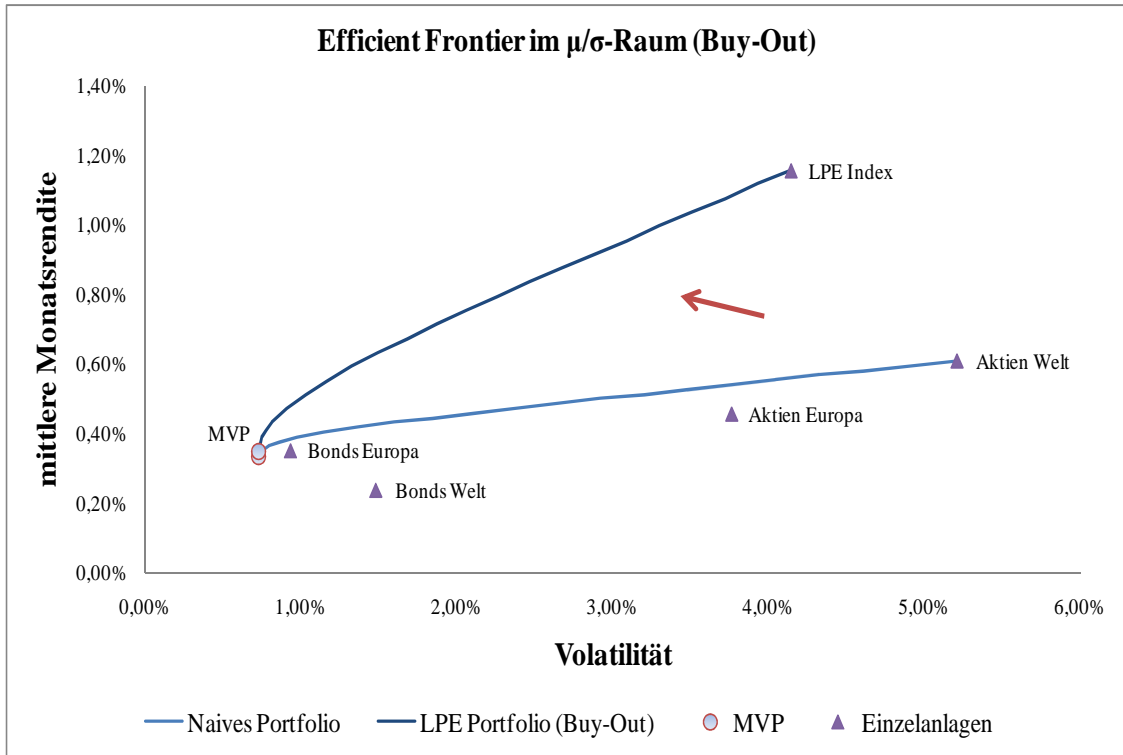


Abb. 10: Efficient Frontier im μ/σ -Raum mit und ohne LPE (Buy-Out)

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

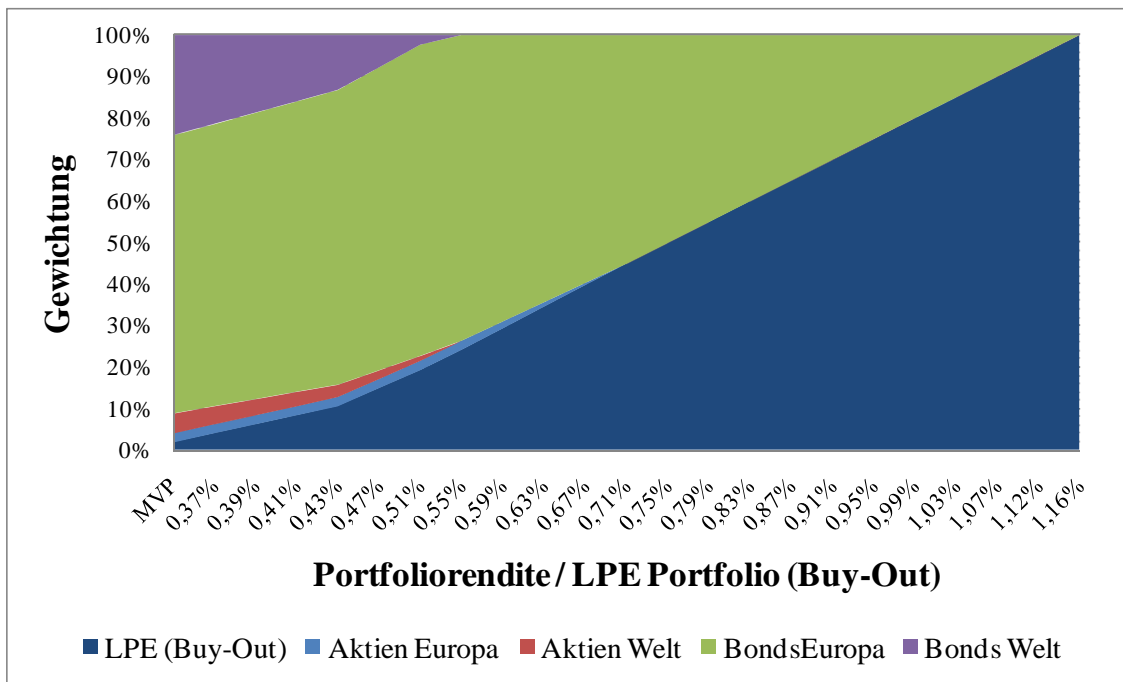


Abb. 11: Portfolio-Allokation des LPE-Portfolios (Buy-Out) im μ/σ -Raum

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Im MVP des LPE-Portfolios sind 1,88 % LPE allokiert, wie *Abb. 11* deutlich macht.⁹⁸

Zu sehen ist, dass im Vergleich zum *LPX 50 Index* die europäischen Aktien schneller substituiert werden. Dies liegt insbesondere an den vorteilhafteren Performance-Eigenschaften und der vergleichsweise niedrigeren Korrelation des *Buy-Out Index*. Wird die maximale Portfolio-Sharpe-Ratio betrachtet, so sind, um eine optimale Performance zu erzielen, 27,71 % LPE in das naive Portfolio (1,84 % Aktien Welt und 70,45 % Bonds Europa) zu integrieren (vgl. *Tab. 8*). Wiederrum befinden sich die maximalen modifizierten Sharpe-Ratios in der Nähe der traditionellen Sharpe-Ratio.

Buy-Out	Max. Ertrag	1	2	3	4	5	MVP
Portfolio-rendite (in %)	1,16%	1,02%	0,89%	0,75%	0,62%	0,48%	0,35%
Std.dev.	4,15%	3,44%	2,74%	2,06%	1,44%	0,95%	0,73%
MV-SR	0,21609	0,22159	0,22905	0,23910	0,24982	0,23712	0,12430
MVS-SR	0,00931	0,00805	0,00682	0,00566	0,00464	0,01870	0,00073
MVSK-SR	0,00516	0,00456	0,00409	0,00566	0,00464	0,01870	0,00027

Tab. 8: Sharpe-Ratios entlang der Efficient Frontier des LPE-Portfolios (Buy-Out)

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Markowitz nimmt im Rahmen der klassischen Betrachtung von Mittelwert und Varianz die Normalverteilung der beobachteten Renditen an. Die Varianz als Risikomaß ist jedoch im Fall, dass die Normalverteilungsannahme abgelehnt werden muss, nicht als Risikomaß geeignet. *Tab. 3* macht deutlich, dass alle LPE-Indizes *fat tails* aufweisen. Für die Schiefe der Verteilung sind sowohl rechts- als auch linksschiefe Verteilungen festzustellen. Intuitiver wäre es also, einerseits

⁹⁸ Die restlichen Gewichtsanteile setzen sich aus 2,25 % europaweiten Aktien, 4,77 % weltweiten Aktien, 66,9 % europaweiten Bonds und 24,2 % weltweiten Bonds zusammen.

lediglich das *Downside Risk* zu betrachten und andererseits das Unterschreiten einer definierten Mindestrendite als Risikobegriff aufzufassen.⁹⁹

3.4 Modifizierte *Portfolio Selection* auf μ/sd -Basis

In *Abschnitt 3.3* wurden sowohl das *Downside*- als auch das *Upside Risk* des Portfolios betrachtet. Schon bei der Beurteilung der Verteilungs- und Performance-Charakteristika von LPE spielen Schiefe und Wölbung der Verteilung eine wichtige Rolle. Die klassische *Portfolio Selection* nach dem *Mean-Variance-Ansatz* wird im Folgenden modifiziert, so dass lediglich das *Downside Risk* betrachtet wird. Anstelle der Portfolio-Varianz wird demgemäß die Portfolio-Semivarianz als Risikomaß herangezogen. Die modifizierte Optimierungsfunktion kann unter Berücksichtigung der Portfolio-Ausfallvarianz mit folgender Gleichung beschrieben werden:¹⁰⁰

$$(3.2) \quad sv_P = \min[0; (\mu_{P_i} - \tau)]^2 = \max[0; (\tau - \mu_{P_i})]^2 \quad \forall \mu_{P_i} < \tau$$

Unter den Nebenbedingungen:

$$(1) \quad \mu_P = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i$$

$$(2) \quad \sum_{i=1}^N w_i = 1$$

$$(3) \quad w_i \geq 0 \text{ für alle } i = 1, \dots, N.$$

Aufgrund der Tatsache, dass für die Portfolio-Semivarianz im Gegensatz zur Portfolio-Varianz kein Additionssatz¹⁰¹ existiert, berechnet *Markowitz* die Portfolio-Semivarianz über die entsprechenden Ko-Semivarianzen der Wertpapierpaare:¹⁰²

$$(3.3) \quad cosv_{ij} = aCLPM_{ij,n-1} = \min [0; (\mu_i - \tau)]^{n-1} (\mu_j - \tau)$$

Analog zum klassischen *Lower Partial Moment* wird das asymmetrische *Co-Lower Partial Moment* der zweiten Ordnung verwendet, welche die methodisch korrekt ermittelte Ko-Semivarianz ist.¹⁰³

⁹⁹ Vgl. *Dichtl* (2001), S. 164.

¹⁰⁰ Bei gegebener Portfolio-Rendite (Portfolio-Semivarianz) wird die Portfolio-Semivarianz (Portfolio-Rendite) minimiert (maximiert).

¹⁰¹ So lässt sich aus den Semivarianzen keine Portfolio-Semivarianz berechnen, vgl. *Disch/Füss* (2004), S. 40.

¹⁰² Vgl. *Schmidt-von Rhein* (1996), S. 424 f.

¹⁰³ Über die Potenzierung mit dem Ausdruck $n-1$ wird die quadratische Dimension hergestellt.

Aus der Ko-Semivarianz lässt sich die Portfolio-Rendite dann wie folgt ermitteln:

$$(3.4) \quad sv_P = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N cosv_{ij} w_i w_j$$

Die Ko-Ausfallvarianz ist ein asymmetrisches Risikomaß.¹⁰⁴ Im Gegensatz zur Kovarianz existieren bei n Wertpapieren (n^2) -unterschiedliche Werte der entsprechenden Ko-Ausfallvarianzen.¹⁰⁵ Bei der traditionellen Kovarianz existieren $(\frac{n(n-1)}{2})$ -unterschiedliche Werte. Die Asymmetrie kann mit folgender Überlegung beschrieben werden: Wird die Renditeabhängigkeit i von j betrachtet, so wird die Renditestreuung von μ_j nur dann berücksichtigt, wenn $\mu_i < \tau$ ist. Das Portfolio-Ausfallrisiko wird entsprechend verringert (für $\mu_j > \tau$) oder vergrößert (für $\mu_j < \tau$). Ist $\mu_i > \tau$, wird der gesamte Ausdruck null. Für die Renditeabhängigkeit j von i gilt oben genanntes entsprechend. Die Werte der Ko-Ausfallvarianzen für das repräsentative Portfolio (*LPX 50*) sind aus *Tab. 9* ersichtlich. Zu erkennen ist die beschriebene niedrige Korrelation von LPE bzw. Aktien zu Anleihen.

			Aktien		Bonds	
		LPE (Major Market)	Europa	Welt	Europa	Welt
Aktien	LPE (Major Market)	0,00132	0,00100	0,00079	-0,00009	0,00002
	Europa	0,00100	0,00136	0,00095	-0,00009	-0,00006
	Welt	0,00077	0,00096	0,00075	-0,00006	-0,00006
Bonds	Europa	-0,00009	-0,00012	-0,00008	0,00004	0,00002
	Welt	0,00004	-0,00001	-0,00001	0,00004	0,00010

Tab. 9: Asymmetrische Co-Lower Partial Moments zweiter Ordnung für $\tau = r_F$
 Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Es stellt sich nun wiederum die Frage, inwiefern sich die Effizienzkurve durch Beimischung von LPE nach links verschieben lässt. *Abb. 12* zeigt für das repräsentative Portfolio vergleichbar zur klassischen *Portfolio Selection* keine Linksverschiebung des Minimum-Semivarianz-Portfolios (MSVP). Den *LPX 50 Index* charakterisiert zwar eine vergleichsweise hohe Rechtsschiefe in den Renditen. Diese muss jedoch mit einer hohen Leptokurtosis erkaufte werden. Die Effizienzlinie bleibt darüber hinaus relativ flach, was wiederum das eingeschränkte Diversifikationspotenzial andeutet.

¹⁰⁴ $cosv_{ij} \neq cosv_{ji}$, falls $i \neq j$.

¹⁰⁵ Falls $i \neq j$.

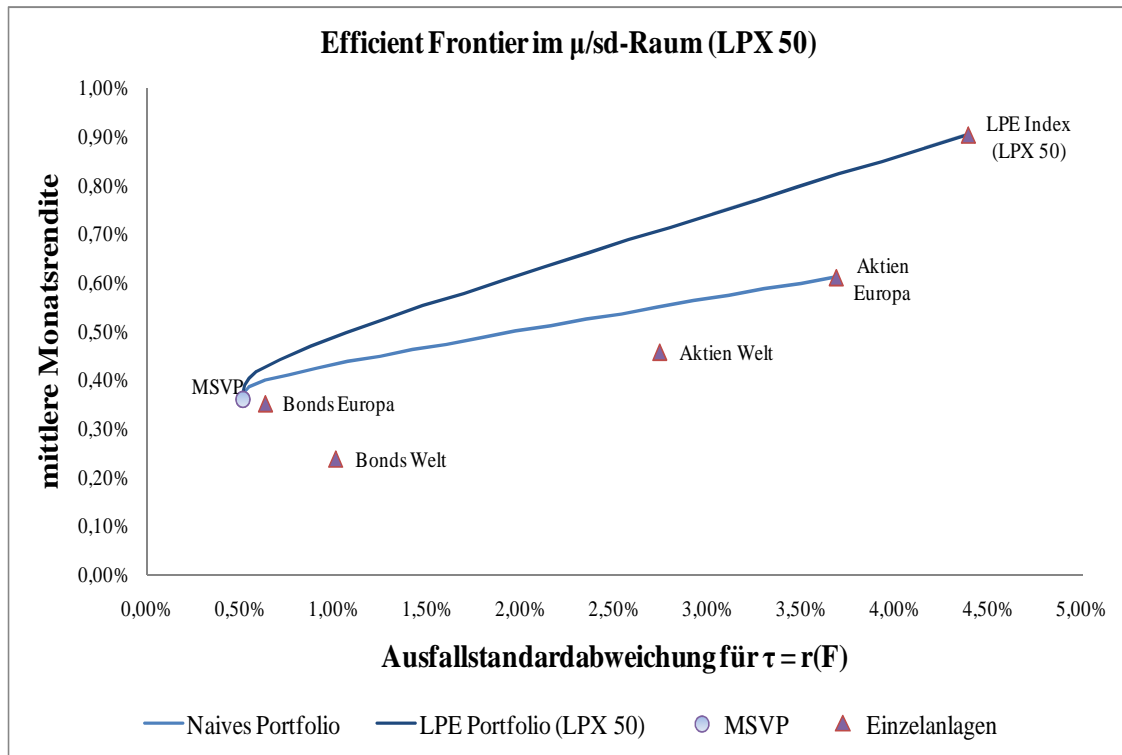


Abb. 12: Efficient Frontier im μ/sd -Raum mit und ohne LPE (LPX 50) für $\tau = r_F$

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Entlang der Effizienzlinie findet eine ähnliche Substitution von europaweiten Aktien bzw. LPE mit europaweiten Anleihen statt (vgl. *Abb. 13* und *14*), wie sie in der varianzbasierten *Portfolio Selection* zu erkennen ist (vgl. *Abb. 8* und *9*).¹⁰⁶ Ebenfalls wird eine Anlage in europaweite Aktien durch eine Beimischung von LPE fast vollkommen ersetzt. Es ist vergleichbar zum MVP keine Linksverschiebung des MSVP zu erkennen. Das MSVP setzt sich aus 1,09 % europäischen Aktien, 10,45 % weltweiten Aktien, 83,51 % Bonds Europa und 4,94 % Bonds Welt zusammen.

Im Gegensatz zur varianzbasierten *Portfolio Selection* wird insbesondere die weltweite Anlage in Anleihen durch eine europaweite Anlage in Anleihen substituiert. Hintergrund ist die hohe Platykurtosis (*thin tails*) der europaweiten Bonds-Anlage (vgl. *Tab. 3*). Ebenfalls wird eine Anlage in europaweite Aktien durch eine LPE-Anlage aufgrund der *fat tails* der Aktien Europa vergleichsweise schneller ersetzt. Dies geschieht ebenfalls vor dem Hintergrund der hohen Rechtschiefe der LPE-Anlage.

¹⁰⁶ Erinnerung soll hierbei an die schon erwähnten Korrelationscharakteristika, vgl. *Abschnitt 3.3*.

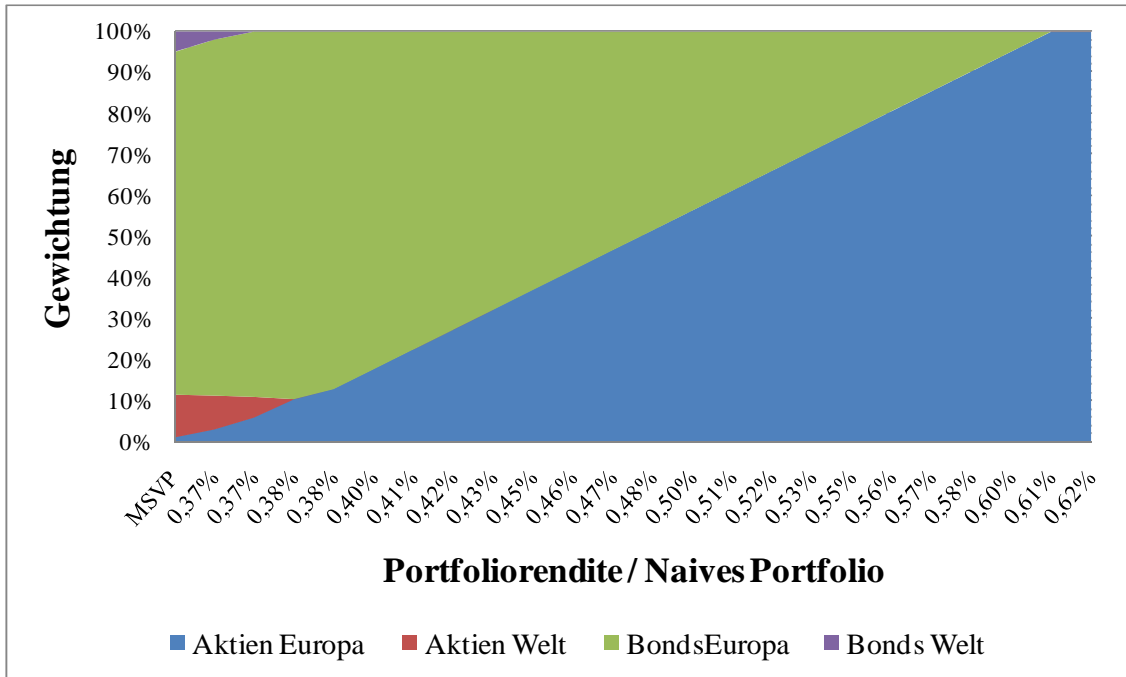


Abb. 13: Portfolio-Allokation des naiven Portfolios im μ/sd -Raum für $\tau = r_F$
 Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

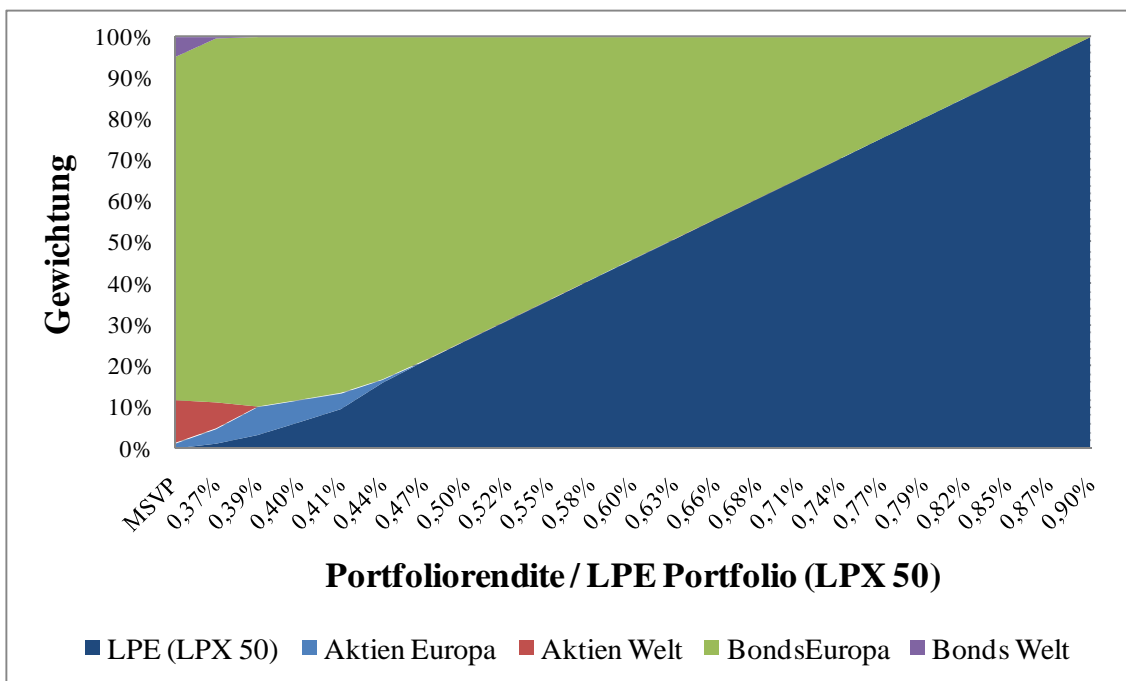


Abb. 14: Portfolio-Allokation des LPE-Portfolios (LPX 50) im μ/sd -Raum für $\tau = r_F$
 Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Tab. 10 verdeutlicht, dass sich mit einem Absenken des Renditeniveaus entlang der Effizienzkurve die Portfolio-Ausfallvolatilität ebenfalls verringert. Werden für die Mindestverzinsung

verschiedene Referenzwerte definiert, so sind für die Renditeniveaus unterschiedliche Ausfallrisikohöhen festzustellen.¹⁰⁷ Beim Vergleich von Renditemittelwert ($\tau = \bar{r} = 0,76\%$) und nominellem Kapitalerhalt ($\tau = 0\%$) ist dies deutlich zu erkennen. Wird der Renditemittelwert betrachtet und die maximale Sortino-Ratio nach *Gleichung 2.10* berechnet, hat das Portfolio mit einer 100%-Anlage in LPE den höchsten ausfallrisikoadjustierten Performance-Rangerfolg. Wird dagegen der nominelle Kapitalerhalt definiert, setzt sich das Portfolio aus einer Allokation von 3,62 % LPE, 6,4 % Aktien Europa und 89,98 % Bonds Europa zusammen. Der erste Fall impliziert einen relativ steilen Verlauf der Effizienzkurve. Dies beinhaltet eine relativ hohe Renditeeinbuße für eine vergleichsweise geringe Risikoreduktion. Der zweite Fall impliziert genau das Gegenteil: Der relativ flache Verlauf der Effizienzlinie führt zu einer relativ geringen Renditeeinbuße bei vergleichsweise hoher Risikoreduktion und somit zu den besten Werten in der vorliegenden Untersuchung für die ausfallorientierte Performance.¹⁰⁸

LPX 50	Max. Ertrag	1	2	3	4	5	MSVP ($\tau=r$)	MSVP ($\tau=0\%$)	MSVP ($\tau=r(F)$)	MSVP ($\tau=\pi$)	Max. SortR	LPE Gewichtung
	sd	r(P)										
Portfoliorendite (in %)	0,90%	0,81%	0,72%	0,63%	0,54%	0,45%	0,36%	0,36%	0,38%	0,36%		
sd ($\tau=r$)	4,65%	3,87%	3,10%	2,35%	1,64%	1,06%	0,85%				4,65%	0,90%
SortR ($\tau=r$)	0,0312	0,0142	-0,0114	-0,0535	-0,1319	-0,2894	-0,4634				0,0312	100,00%
sd ($\tau=0\%$)	4,26%	3,51%	2,77%	2,03%	1,30%	0,63%		0,34%			0,35%	0,39%
SortR ($\tau=0\%$)	0,2118	0,2310	0,2604	0,3108	0,4152	0,7187		1,0781			1,1245	3,62%
sd ($\tau=r(F)$)	4,39%	3,63%	2,88%	2,13%	1,41%	0,76%			0,51%		0,59%	0,42%
SortR ($\tau=r(F)$)	0,1463	0,1520	0,1604	0,1742	0,1998	0,2494			0,1955		0,2628	9,93%
sd ($\tau=\pi$)	4,37%	3,61%	2,86%	2,12%	1,39%	0,74%				0,49%	0,53%	0,40%
SortR ($\tau=\pi$)	0,1557	0,1633	0,1747	0,1935	0,2296	0,3077			0,2837		0,3445	7,42%

Tab. 10: Sortino-Ratios entlang der Efficient Frontier des LPE-Portfolios (LPX 50)

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

¹⁰⁷ Sämtliche *Targets* wurden auf Monatsbasis berechnet.

¹⁰⁸ Vgl. *Schmidt-von Rhein* (1996), S. 463.

Für die zwei restlichen *Targets*, namentlich realer Kapitalerhalt ($\tau = \pi = 0,22\%$) und risikoloser Zinssatz ($\tau = r_F = 0,26\%$), befinden sich die besten Werte der ausfallrisikoadjustierten Performance auf ähnlichen Renditeniveaus. Hintergrund ist die vergleichbare Höhe von Inflationsrate und risikolosem Zinssatz.

Analog zur varianzbasierten *Portfolio Selection* soll anschließend die ausfallvarianzbasierte *Portfolio Selection* für ein unter Optimierungsgesichtspunkten definiertes LPE-Portfolio durchgeführt werden. Aufgrund der Verteilungsspezifika der LPE-Indizes wurde wiederum ein Portfolio aus allen LPE-Indizes (vgl. *Abschnitt 3.2*) zusammengestellt, für welches das MSVP berechnet wurde.¹⁰⁹ Wiederum besteht das optimale LPE-Portfolio aus einer 100%-Allokation in den *Buy-Out Index*.¹¹⁰

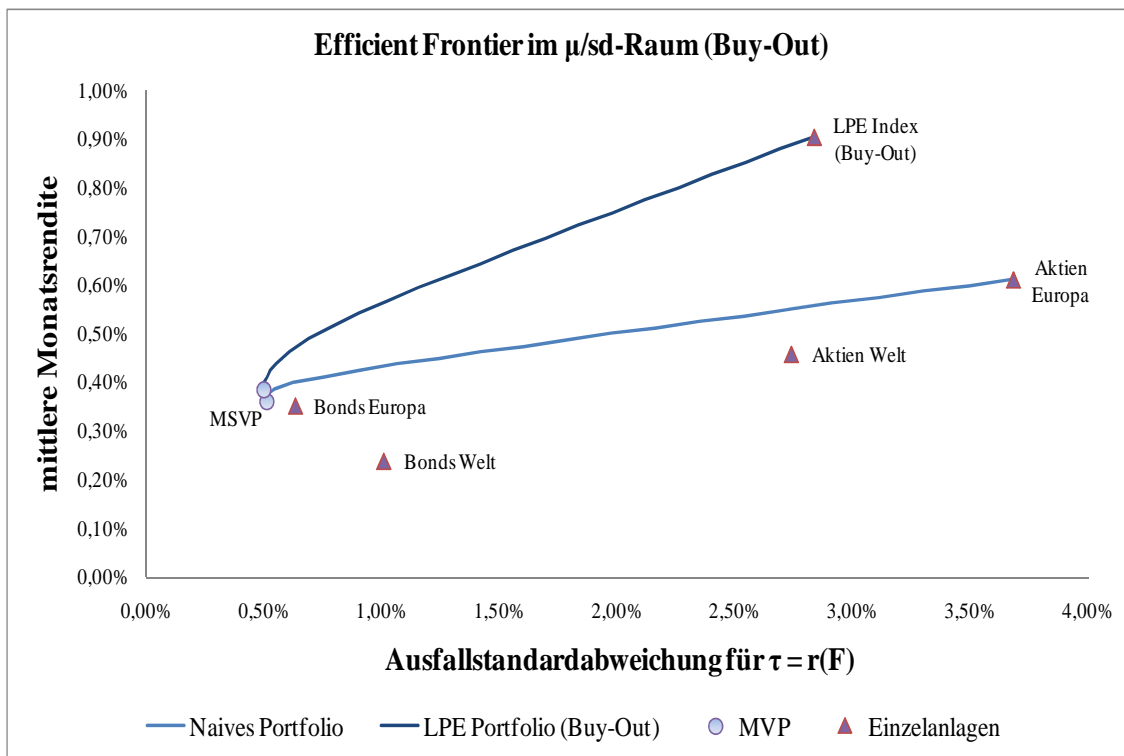


Abb. 15: Efficient Frontier im μ/sd -Raum mit und ohne LPE (Buy-Out) für $\tau = r_F$

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Wird die Optimierung für das optimale LPE-Portfolio durchgeführt, zeigt *Abb. 15* im Vergleich zur varianzbasierten Optimierung eine etwas deutlichere Verschiebung des MSVP. Die *Efficient Frontier* wird steiler als im repräsentativen Portfolio. Dennoch bleibt sie relativ flach und lässt wiederum nicht das erhoffte Diversifikationspotential vermuten. Das MSVP mit LPE setzt sich

¹⁰⁹ Die Berechnungen sind *Anhang 8* zu entnehmen.

¹¹⁰ Der *Buy-Out Index* weist die geringste Leptokurtosis der LPX-Indizes auf, dennoch wird er von vergleichsweise hohen Schiefewerten charakterisiert, vgl. *Tab. 3*.

aus 3,96 % LPE, 2,31 % europaweiten Aktien, 6,84 % weltweiten Aktien, 85,71 % europaweiten Bonds und abschließend aus 1,19 % weltweiten Bonds zusammen. *Abb. 16* verdeutlicht die proportionale Substitution von europaweiten Bonds durch LPE entlang der Effizienzlinie. Ursache ist die niedrige Korrelation von LPE mit europäischen Bonds.¹¹¹

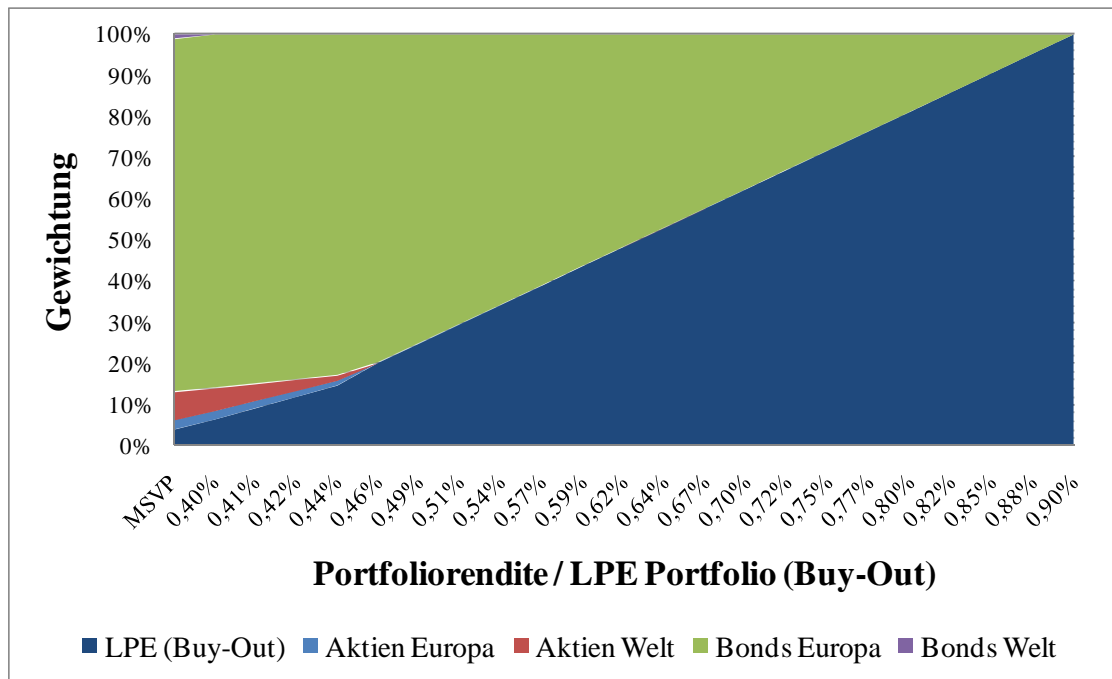


Abb. 16: Portfolio-Allokation des LPE-Portfolios (Buy-Out) im μ/sd -Raum für $\tau = r_F$

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Werden die Sortino-Ratios entlang der Effizienzkurve betrachtet, so ist für $\tau = 0$ % das optimale Portfolio in der Nähe des MSVP (vgl. *Tab. 11*).¹¹² Hingegen wird im Fall des Renditemittelwerts als *Target* die höchste Sortino-Ratio im MaxEP erreicht. Hintergrund ist die vergleichsweise niedrigere Überschussrendite. Die 100%-Allokation in LPE impliziert wiederum einen relativ steilen Verlauf der Effizienzkurve, womit das Portfolio-Ausfallrisiko durch eine Senkung der Rendite um eine Einheit deutlich weniger verringert wird. Für $\tau = \pi$ und $\tau = r_F$ resultieren wiederum ähnliche Werte für die maximalen Sortino-Ratios, die sich in der Nähe des Minimum-Semivarianz-Portfolio befinden.

¹¹¹ Die niedrigen Korrelationen waren schon in der Berechnung der *Co-Lower Partial Moments* ersichtlich, vgl. *Tab. 9*.

¹¹² Aufgrund des niedrigen *Targets* wird eine höhere Überschussrendite erzielt. Für das optimale Portfolio ist der Anteil an LPE im Vergleich zum repräsentativen Portfolio jedoch etwas höher, vgl. *Tab. 10* und *11*.

Buy- Out	Max. Ertrag	1	2	3	4	5	MSVP ($\tau=r$)	MSVP ($\tau=\pi$)	MSVP ($\tau=r(F)$)	MSVP ($\tau=0\%$)	Max. SortR	LPX Gewichtung
Portfolio- rendite (in %)	1,23%	1,09%	0,95%	0,81%	0,67%	0,52%	0,42%	0,40%	0,40%	0,39%	sd	r(P)
sd ($\tau=r$)	3,06%	2,58%	2,10%	1,65%	1,24%	0,93%	0,83%				3,06%	1,16%
SortR ($\tau=r$)	0,1302	0,1070	0,0726	0,0177	-0,0762	-0,2335	-0,4085				0,1302	100,00%
sd ($\tau=\pi$)	2,82%	2,35%	1,89%	1,43%	1,00%	0,64%		0,48%			0,60%	0,52%
SortR ($\tau=\pi$)	0,3311	0,3447	0,3640	0,3933	0,4399	0,4971		0,3681			0,4999	20,81%
sd ($\tau=r(F)$)	2,84%	2,34%	1,86%	1,38%	0,94%	0,60%			0,51%		0,67%	0,54%
SortR ($\tau=r(F)$)	0,3157	0,3269	0,3430	0,3673	0,4035	0,4176			0,2395		0,4247	23,89%
sd ($\tau=0\%$)	2,72%	2,27%	1,81%	1,36%	0,92%	0,53%				0,33%	0,34%	0,43%
SortR ($\tau=0\%$)	0,4242	0,4557	0,5026	0,5787	0,7201	1,0159				1,2029	1,2719	8,89%

**Tab. 11: Sortino-Ratios entlang der Efficient Frontier des LPE-Portfolios
(Buy-Out)**

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

4. Fazit und Ausblick

Die durchgeführte Analyse untersucht das Diversifikationspotenzial börsennotierter PE-Gesellschaften. Hintergrund der Überlegung ist die Frage, ob LPE für die alternative Assetklasse *Private Equity* im Allgemeinen repräsentativ sind und inwieweit eine Investition lukrativ ist. Referenzwerte sind ausgewählte LPE-Indizes, die auf Basis eines fundierten Forschungsprojekts der Universität Basel berechnet werden.

In der vorliegenden Untersuchung wurden zunächst die Rendite- und Risikocharakteristika sowie die Verteilungseigenschaften der LPE-Indizes dargestellt und mit jenen der traditionellen Assetklassen, Aktien und Bonds, verglichen. Darüber hinaus wurde die Beimengung von LPE in das traditionelle Portfolio anhand ausgewählter Indizes simuliert. Ebenfalls wurden mit Hilfe der quadratischen Optimierungsfunktion nach *Markowitz* effiziente Portfolios aufgestellt.

Börsennotierte PE-Gesellschaften überzeugen, was die Renditeperformance betrifft, im Vergleich zu traditionellen Anlageklassen. Dies muss jedoch mit einer vergleichsweise hohen Volatilität und einer leptokurtischen Verteilung erkauft werden. Die Renditen von LPE sind in Abhängigkeit von den betrachteten Indizes nicht normalverteilt. Zu beachten ist dabei, dass nicht nur linksschiefe Verteilungen, sondern in einigen Fällen rechtsschiefe Verteilungen auftreten, die der risikoaverse Anleger präferiert. Insgesamt übertreffen börsennotierte PE-Gesellschaften Aktien und Bonds sowohl in der risiko- wie auch der ausfallrisikoadjustierten Performance. Verschiedene *Bias*, insbesondere das *Volatilitäts-Bias*, verzerren jedoch die Performance-Ergebnisse.

Vorstufe zur simulierten Beimischung ist die Analyse der jeweiligen Korrelationen. Schon die Berechnung der statischen Korrelationskoeffizienten zeigt, dass die These niedriger Korrelationen zu hinterfragen ist.¹¹³ Die Korrelationskoeffizienten sind v. a. im Vergleich zu Aktien vergleichsweise hoch. Schon hierbei wird deutlich, dass ein erhofftes Diversifikationspotenzial nur eingeschränkt vorhanden sein muss. Werden darüber hinaus die dynamischen Korrelationskoeffizienten betrachtet, kommt die Ähnlichkeit von LPE und Aktien deutlich zum Vorschein. Dies ist vor dem Hintergrund des öffentlichen Charakters der börsennotierten PE-Gesellschaften nicht verwunderlich. Es sind sogar höhere Korrelationen von LPE mit Bonds zu erkennen als beim Verhältnis von Aktien zu Bonds. Innerhalb der simulierten Beimischung ist zu erkennen, dass die resultierende Effizienzkurve keinen konkaven Verlauf aufweist, sondern dass sich das Portfolio-Risiko vielmehr linear zur Portfolio-Rendite entwickelt.

¹¹³ LPE im Vergleich zu traditionellen Anlageklassen.

Wird die *Efficient Frontier* nach dem *Mean-/Variance-Ansatz* betrachtet, würde sich ein positiver Diversifikationseffekt darin zeigen, dass sich das Minimum-Varianz-Portfolio und somit auch die Effizienzkurve durch eine Beimischung von LPE nach *links oben* verschiebt. In der durchgeführten Untersuchung findet jedoch lediglich eine Drehung der Effizienzkurve oder nur eine minimale Verschiebung des MVP statt. Unter Allokationsgesichtspunkten bedeutet dies, dass durch keine bzw. nur durch eine geringe Beimischung von LPE in das traditionelle Portfolio ein effizientes Portfolio generiert wird. In der Untersuchung werden nur dahingehend effiziente Portfolios gebildet, dass mit zunehmender Rendite das Risiko im Portfolio ebenfalls zunimmt. Im Vergleich zum traditionellen Portfolio kann dabei die Rendite bei konstantem Risiko stärker gesteigert werden. Es ist jedoch keinesfalls eine Minimierung des Risikos bei konstanter Rendite bzw. eine Maximierung der Rendite bei konstantem Risiko möglich. LPE substituieren demnach aufgrund ihrer besseren Performance-Eigenschaften die Aktienanlage, verhelfen aber wegen der hohen Korrelationskoeffizienten mit Aktien nicht zu effizienteren Portfolios im eigentlichen Sinne.

Nachdem schon bei der Performance-Analyse die höheren Momente der Verteilung als Risikoaspekte berücksichtigt wurden, wurde die Optimierungsfunktion ebenfalls um das Portfolio-Ausfallrisiko modifiziert. Für alle LPE-Indizes kann zwar eine Leptokurtosis festgestellt werden, dennoch weisen ausgewählte Indizes rechtsschiefe Verteilungen, die der risikoaverse Anleger präferiert, auf. Die Optimierung auf *Mean-/Semivariance-Basis* zeigt jedoch im Vergleich zur varianzbasierten Optimierung keine erhebliche Verbesserung. Der Anteil der LPE im Minimum-Semivarianz-Portfolio lässt sich nur leicht steigern. Dennoch ist die Anwendung der ausfallvarianzbasierten *Portfolio Selection* empfehlenswert, um die Zeitreihen einer eindeutigen Beurteilung unterziehen zu können.

Die Untersuchung wurde insgesamt für ein repräsentatives LPE-Portfolio durchgeführt und darüber hinaus für ein LPE-Portfolio, das zuvor optimiert wurde. Durch eine Selektion des optimierten Portfolios sind ebenfalls keine Verbesserungen zu erzielen.

Die These, der öffentliche Charakter der börsennotierten PE-Gesellschaften würde ihren privaten Charakter reduzieren, kann nicht verworfen werden. LPE sind aufgrund ihrer Performance-Eigenschaften und hohen positiven Korrelation mit Aktien vielmehr mit letzteren vergleichbar und eine Ergänzung für eine Anlage in der traditionellen Anlageklasse.

Vorteile von LPE im Vergleich zu traditionellen *Private Equities* sind v. a. eine höhere Transparenz durch die Börsennotierung. Dennoch existieren verschiedene Risiken, die sich nicht vergleichbar mit der Standardabweichung messen lassen. Neben Liquiditätsrisiken, die schon im

Volatilitäts-Bias zum Ausdruck kommen, sind dies v. a. Credit-Risiken. Dass die genannten Risikokategorien nicht zu vernachlässigen sind, zeigt die aktuelle Situation der *Subprime-Krise*. Darüber hinaus existieren Risiken, die weichen Faktoren unterliegen, wie z. B. operationelle Risiken.

Dessen ungeachtet bleiben insbesondere, was die Liquiditäts- und Credit-Risiken anbelangt, Fragen offen. Um eine abschließende Beurteilung von Assetklassen im Allgemeinen und LPE im Speziellen durchführen zu können, sollten v. a. die letztgenannten Risiken in eine Untersuchung mit einbezogen werden.

Anhang 1: Überblick über die LPE-Indexfamilie

Indizes	Erläuterung
<i>LPX 50</i>	Globaler Index mit den 50 liquidesten LPE-Unternehmen
<i>Major Market</i>	Repräsentiert die LPE-Unternehmen mit der höchsten Handelsaktivität
<i>Composite</i>	Globaler Index ohne Beschränkung in der Anzahl seiner Komponenten Beschreibt das gesamte Universum der LPE-Indexfamilie
<i>Europe</i>	Beschreibt die LPE-Unternehmen mit der höchsten Handelsaktivität, die an einer europäischen Börse gelistet sind
<i>America</i>	Beschreibt die LPE-Unternehmen mit der höchsten Handelsaktivität, die an einer nordamerikanischen Börse gelistet sind
<i>Buy-Out</i>	Beschreibt die LPE-Unternehmen mit der höchsten Handelsaktivität, deren <i>Core Business</i> im <i>Buy-Out</i> -Bereich liegt
<i>Venture</i>	Beschreibt die LPE-Unternehmen mit der höchsten Handelsaktivität, deren <i>Core Business</i> im <i>Venture</i> -Bereich liegt
<i>Mezzanine</i>	Beschreibt die LPE-Unternehmen mit der höchsten Handelsaktivität, deren <i>Core Business</i> im <i>Mezzanine</i> -Bereich liegt
<i>Direct</i>	Repräsentiert die LPE-Unternehmen, die eine direkte PE-Strategie verfolgen
<i>Indirect</i>	Repräsentiert die LPE-Unternehmen, die eine indirekte PE-Strategie verfolgen

Quelle: LPX-GmbH

Anhang 2: Autokorrelationsanalyse der LPE-Stilindizes

Autokorrelationsanalyse: LPX - Indizes																					
Lag	LPX 50				Major Market				Composite				America				Europe				
	AC	PAC	Q-Stat	Prob	AC	PAC	Q-Stat	Prob	AC	PAC	Q-Stat	Prob	AC	PAC	Q-Stat	Prob	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
	1	0,3907	0,3907	16,9462	0,0000	0,2355	0,2355	6,1578	0,0131	0,3220	0,3220	7,7826	0,0053	0,1866	0,1866	3,8679	0,0492	0,4013	0,4013	17,8815	0,0000
	2	0,1676	0,0177	20,0959	0,0000	0,0866	0,0329	6,9974	0,0302	0,1660	0,0695	9,8807	0,0072	0,0337	-0,0012	3,9953	0,1357	0,2452	0,1003	24,6212	0,0000
	3	0,0658	-0,0065	20,5855	0,0001	0,0142	-0,0141	7,0202	0,0713	0,1089	0,0413	10,7970	0,0129	-0,0221	-0,0292	4,0505	0,2561	0,1226	-0,0075	26,3211	0,0000
	4	-0,0545	-0,0951	20,9244	0,0003	-0,0038	-0,0073	7,0218	0,1347	-0,0647	-0,1345	11,1249	0,0252	-0,0255	-0,0167	4,1250	0,3894	0,0535	-0,0158	26,6476	0,0000
	5	0,0250	0,0912	20,9966	0,0008	0,0091	0,0130	7,0314	0,2183	0,1245	0,1909	12,3584	0,0302	0,0064	0,0159	4,1297	0,5309	0,1320	0,1284	28,6579	0,0000
	6	0,0741	0,0597	21,6366	0,0014	0,0845	0,0854	7,8622	0,2484	0,0882	0,0160	12,9861	0,0433	0,0159	0,0124	4,1592	0,6551	0,1465	0,0716	31,1581	0,0000
	7	0,1210	0,0809	23,3599	0,0015	0,0521	0,0140	8,1810	0,3169	0,0786	0,0390	13,4919	0,0610	0,0323	0,0264	4,2823	0,7468	0,1800	0,0850	34,9671	0,0000
	8	0,1560	0,0720	26,2520	0,0010	0,1869	0,1727	12,3305	0,1371	0,0586	-0,0309	13,7776	0,0877	0,0475	0,0376	4,5506	0,8044	0,1144	-0,0174	36,5210	0,0000
	9	0,1273	0,0385	28,1976	0,0009	0,1722	0,0998	15,8909	0,0692	-0,0650	-0,0670	14,1350	0,1176	0,0791	0,0661	5,3012	0,8073	0,0184	-0,0685	36,5618	0,0000
10	0,0340	-0,0478	28,3380	0,0016	0,0296	-0,0497	15,9974	0,0997	-0,1717	-0,1753	16,6694	0,0820	0,1553	0,1350	8,2257	0,6068	0,0578	0,0609	36,9661	0,0001	
Rot-Markierter Bereich: Die Autokorrelationskoeffizienten sind signifikant von 0 verschieden.																					
Lag	Buy-Out				Venture				Mezzanine				Direct				Indirect				
	AC	PAC	Q-Stat	Prob	AC	PAC	Q-Stat	Prob	AC	PAC	Q-Stat	Prob	AC	PAC	Q-Stat	Prob	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
	1	0,2759	0,2759	8,4521	0,0036	0,2998	0,2998	9,9796	0,0016	0,3616	0,3616	12,9479	0,0003	0,2630	0,2630	7,6815	0,0056	0,2306	0,2306	2,7165	0,0993
	2	0,0838	0,0083	9,2390	0,0099	0,2259	0,1494	15,6963	0,0004	0,1418	0,0127	14,9608	0,0006	0,0861	0,0182	8,5130	0,0142	-0,0408	-0,0993	2,8034	0,2462
	3	0,0481	0,0248	9,5012	0,0233	0,0812	-0,0238	16,4427	0,0009	-0,0245	-0,0918	15,0216	0,0018	0,0252	-0,0020	8,5847	0,0354	-0,0883	-0,0587	3,2192	0,3591
	4	-0,0162	-0,0394	9,5312	0,0491	-0,0352	-0,0947	16,5846	0,0023	0,0273	0,0729	15,0979	0,0045	-0,0309	-0,0414	8,6939	0,0692	0,1562	0,2014	4,5495	0,3367
	5	0,0897	0,1106	10,4593	0,0632	0,0648	0,1002	17,0693	0,0044	0,2227	0,2381	20,2237	0,0011	0,0170	0,0372	8,7270	0,1205	0,2801	0,2039	8,9290	0,1119
	6	0,0135	-0,0416	10,4807	0,1058	0,0241	0,0130	17,1371	0,0088	0,2218	0,0683	25,3661	0,0003	0,0219	0,0134	8,7827	0,1862	0,0056	-0,1140	8,9308	0,1775
	7	0,1081	0,1210	11,8554	0,1054	0,0279	-0,0068	17,2287	0,0160	0,1774	0,0445	28,6942	0,0002	0,1132	0,1103	10,2905	0,1727	-0,0618	0,0113	9,1543	0,2418
	8	0,0743	0,0058	12,5110	0,1298	0,0652	0,0472	17,7331	0,0233	0,0682	0,0056	29,1911	0,0003	0,0787	0,0205	11,0259	0,2002	-0,0469	-0,0135	9,2865	0,3187
	9	0,0175	-0,0019	12,5477	0,1842	0,1262	0,1211	19,6447	0,0202	0,0600	0,0544	29,5802	0,0005	0,0124	-0,0241	11,0442	0,2727	-0,1628	-0,2785	10,9183	0,2814
10	0,0753	0,0558	13,2356	0,2108	0,0078	-0,0886	19,6521	0,0327	0,1196	0,0715	31,1446	0,0006	0,0087	0,0045	11,0533	0,3534	-0,0132	0,0375	10,9294	0,3630	
Rot-Markierter Bereich: Die Autokorrelationskoeffizienten sind signifikant von 0 verschieden.																					

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Anhang 3: Autokorrelationsanalyse traditioneller Assetklassen

Autokorrelationsanalyse: Aktien- und Bondindizes																
Lag	Aktien Europa				Aktien Welt				Bonds Europa				Bonds Welt			
	AC	PAC	Q-Stat	Prob	AC	PAC	Q-Stat	Prob	AC	PAC	Q-Stat	Prob	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0,0332	0,0332	0,1221	0,7268	0,0549	0,0549	0,3347	0,5629	0,1596	0,1596	2,8293	0,0926	0,0264	0,0264	0,0774	0,7809
2	0,1039	0,1029	1,3308	0,5141	-0,0056	-0,0086	0,3381	0,8445	-0,0958	-0,1244	3,8569	0,1454	-0,1216	-0,1224	1,7346	0,4201
3	0,0450	0,0390	1,5599	0,6685	0,0774	0,0784	1,0161	0,7974	0,1719	0,2177	7,1984	0,0658	-0,0190	-0,0123	1,7753	0,6203
4	-0,0442	-0,0580	1,7833	0,7755	-0,0221	-0,0311	1,0718	0,8987	-0,0029	-0,0972	7,1993	0,1257	-0,0664	-0,0817	2,2789	0,6846
5	0,0128	0,0070	1,8021	0,8758	0,0867	0,0921	1,9385	0,8576	-0,0323	0,0414	7,3195	0,1979	0,1053	0,1079	3,5567	0,6148
6	0,2250	0,2373	7,6986	0,2610	0,1583	0,1437	4,8585	0,5621	-0,0240	-0,0841	7,3863	0,2866	0,0783	0,0546	4,2702	0,6402
7	-0,0172	-0,0297	7,7333	0,3567	0,0158	0,0065	4,8878	0,6737	-0,0256	0,0164	7,4633	0,3823	0,2083	0,2383	9,3759	0,2268
8	0,1876	0,1434	11,9126	0,1551	0,0860	0,0780	5,7674	0,6733	0,1102	0,1089	8,9067	0,3502	-0,0549	-0,0573	9,7338	0,2842
9	-0,0814	-0,1138	12,7072	0,1763	0,0205	-0,0043	5,8179	0,7580	0,0124	-0,0254	8,9253	0,4442	-0,0490	0,0337	10,0219	0,3487
10	0,0049	0,0113	12,7101	0,2403	0,0236	0,0270	5,8854	0,8248	0,0000	0,0455	8,9253	0,5392	0,0547	0,0364	10,3848	0,4074

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Anhang 4: Korrelationsmatrix der LPE-Indexfamilie mit traditionellen Assetklassen

	LPX 50	Major Market	Composite	America	Europe	Buy-Out	Venture	Mezzanine	Direct	Indirect	Aktien Europa	Aktien Welt	Bonds Europa	Bonds Welt	
LPX 50	1														
Major Market	0,9433	1													
Composite	0,9792	0,9610	1												
America	0,8675	0,8320	0,7791	1											
Europe	0,8585	0,7852	0,8879	0,7187	1										
Buy-Out	0,7459	0,7654	0,8286	0,7563	0,8066	1									
Venture	0,9215	0,8581	0,8775	0,7522	0,7982	0,6018	1								
Mezzanine	0,7961	0,7370	0,7958	0,6284	0,8788	0,7864	0,7326	1							
Direct	0,8591	0,8267	0,8854	0,8478	0,8712	0,8936	0,7471	0,7893	1						
Indirect	0,6958	0,6688	0,6993	0,8779	0,6160	0,8317	0,3833	0,5182	0,7488	1					
Aktien Europa	0,7766	0,7716	0,7982	0,6946	0,8006	0,6411	0,7496	0,7217	0,7704	0,4411	1				
Aktien Welt	0,7919	0,7843	0,7880	0,7365	0,7493	0,5914	0,7482	0,6278	0,7371	0,4064	0,8949	1			
Bonds Europa	-0,2117	-0,2099	-0,1641	-0,1626	-0,2658	-0,2566	-0,1914	-0,2929	-0,2715	0,2314	-0,3556	-0,2856	1		
Bonds Welt	0,1769	0,1806	0,0434	0,2256	0,0819	0,2183	0,1051	0,0316	0,1282	0,3762	-0,0581	-0,1129	0,4448	1	

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Anhang 5: Portfolio-Gewichte für das optimale LPE-Portfolio auf Varianzbasis

Portfolio-Gewichte (Varianz)		
	<i>Minimum Varianz</i>	<i>Maximal Ertrag</i>
LPX 50	0,00%	0,00%
Major Market	0,00%	100,00%
America	0,00%	0,00%
Europe	0,00%	0,00%
Buy-Out	100,00%	0,00%
Venture	0,00%	0,00%
Direct	0,00%	0,00%
Summe	100,00%	100,00%

μ	1,16%	1,23%
σ^2	0,001719156	0,004349292
σ	4,15%	6,59%

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

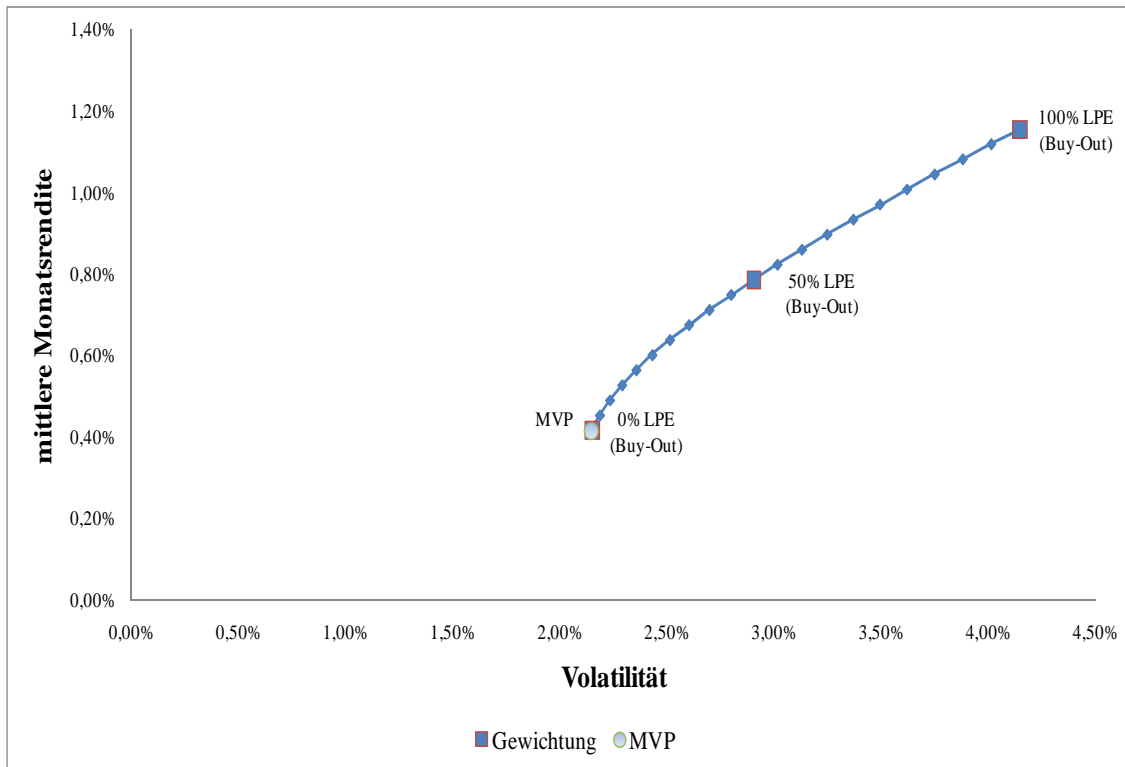
Anhang 6: Rendite-/Risikokennzahlen für die simulierte Portfolio-Beimischung von LPE (Buy-Out)

Gewichtung	Aktien		Bonds		Portfolio- rendite (in %)	Portfolio- volatilität (in %)	Portfolio- schiefe	Portfolio- kurtosis	Sharpe- Ratios
	LPX (in %)	Europa (in %)	Welt (in %)	Europa (in %)					
0,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	0,41%	2,15%	-0,4360	0,6321	0,0720
5,00%	23,75%	23,75%	23,75%	23,75%	0,45%	2,19%	-0,4906	0,6285	0,0878
10,00%	22,50%	22,50%	22,50%	22,50%	0,49%	2,23%	-0,5462	0,6174	0,1025
15,00%	21,25%	21,25%	21,25%	21,25%	0,53%	2,29%	-0,6001	0,5986	0,1161
20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	0,56%	2,36%	-0,6499	0,5732	0,1286
25,00%	18,75%	18,75%	18,75%	18,75%	0,60%	2,43%	-0,6942	0,5431	0,1399
30,00%	17,50%	17,50%	17,50%	17,50%	0,64%	2,51%	-0,7321	0,5107	0,1501
35,00%	16,25%	16,25%	16,25%	16,25%	0,67%	2,60%	-0,7633	0,4782	0,1592
40,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	0,71%	2,70%	-0,7879	0,4474	0,1673
45,00%	13,75%	13,75%	13,75%	13,75%	0,75%	2,80%	-0,8064	0,4196	0,1745
50,00%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	0,78%	2,90%	-0,8194	0,3956	0,1809
55,00%	11,25%	11,25%	11,25%	11,25%	0,82%	3,01%	-0,8274	0,3759	0,1866
60,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	0,86%	3,13%	-0,8314	0,3606	0,1916
65,00%	8,75%	8,75%	8,75%	8,75%	0,90%	3,25%	-0,8319	0,3496	0,1961
70,00%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	0,93%	3,37%	-0,8295	0,3425	0,2000
75,00%	6,25%	6,25%	6,25%	6,25%	0,97%	3,49%	-0,8248	0,3390	0,2035
80,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	1,01%	3,62%	-0,8182	0,3386	0,2066
85,00%	3,75%	3,75%	3,75%	3,75%	1,04%	3,75%	-0,8102	0,3410	0,2094
90,00%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	1,08%	3,88%	-0,8011	0,3458	0,2119
95,00%	1,25%	1,25%	1,25%	1,25%	1,12%	4,01%	-0,7911	0,3525	0,2141
100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,16%	4,15%	-0,7806	3,3609	0,2161

Portfoliorendite und -volatilität sind monatliche Werte für den Zeitraum 12/1998 bis 12/2007.

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Anhang 7: Diversifikationseffekte durch die Portfolio-Beimischung von LPE (Buy-Out)



Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Anhang 8: Portfolio-Gewichte für das optimale LPE-Portfolio auf Ausfallvarianzbasis für $\tau = r_F$

Portfoliogewichte (Ausfallvarianz)

	<i>Minimum Ausfallvarianz</i>	<i>Maximum Ertrag</i>
LPX 50	0,00%	0,00%
Major Market	0,00%	100,00%
America	0,00%	0,00%
Europe	0,00%	0,00%
Buy-Out	100,00%	0,00%
Venture	0,00%	0,00%
Direct	0,00%	0,00%
Summe	100,00%	100,00%

μ	1,16%	1,23%
σ^2	0,0008	0,0013
σ	2,84%	3,64%

Quelle: Eigene Berechnung/Darstellung

Literaturverzeichnis

- BADER, H. (1996):** Private Equity als Anlagekategorie: Theorie, Praxis und Portfoliomanagement für institutionelle Investoren, Bern/Stuttgart: Verlag Paul Haupt.
- BANZ, R./EBERLE-HAERINGER, B./HÄFLINGER T. (2006):** Pictet BVG Index 2005: Die neue Indexfamilie für Schweizer Pensionskassen, Genf/Zürich: Pictet & Cie.
- BAUER, M./BILO, S./ZIMMERMANN, H. (2001):** Publicly Traded Private Equity: An Empirical Investigation, University of Basel, *Working Paper*, No. 05/01, Basel.
- BERNHARDT, J. (2008):** Private Equity als Anlageklasse für Fondsgebundene Lebensversicherungen, in: *Jugel* (Hrsg.) (2008), S. 53 – 66.
- BESSLER, W./DROBETZ, W./HENN, J. (2005):** Hedge Funds: „Königdisziplin“ der Kapitalanlage, in: *Dichtl/Kleeberg/Schlenger* (2005), S. 3-54.
- BILO, S. (2002):** Alternative Asset Class: Publicly Traded Private Equity: Performance, Liquidity, Diversification Potential and Pricing Characteristics, Bamberg: Difo-Druck Verlag.
- BROOKS, C./KAT, H. M. (2001):** The Statistical Properties of Hedge Fund Index Returns and their Implication for Investors, University of Reading, *Discussion Paper*, November 10th, Reading.
- BROWN, S. J./GOETZMANN W. N. (1995):** Performance Persistence, in: *Journal of Finance*, Vol. 50, No. 2, 679 – 698.
- BRUNS, C./MEYER-BULLERDIEK, F. (2003):** Professionelles Portfoliomanagement: Aufbau, Umsetzung und Erfolgskontrolle strukturierter Anlagestrategie, 3., überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- BUSACK M./KAISER D. G. (Hrsg.) (2006):** Handbuch Alternative Investments Band 2, 1. Auflage, Wiesbaden: Gabler Verlag.
- CARHART, M. M./CARPENTER, J. N./LYNCH, A. W./MUSTO, D. K. (2000):** Mutual fund survivorship, in: *Review of Financial Studies*, Vol. 15, No. 5, S. 1439 – 1463.
- CHRISTOPHERS H./DEGOSCIU M./OERTMANN P./ZIMMERMANN H. (2006):** Listed Private Equity: Charakteristika einer aufstrebenden Anlageklasse, in: *Busack/Kaiser* (2006), S. 213 – 231.

- CHRISTOPHERS, H./DEGOSCIU, M./ZIMMERMANN, H. (2004):** Private Equity an der Börse - Erster Aktienindex auf Private Equity-Anlagen, in: *Venture Capital*, Nr. 6, S. 26.
- DICHTL, H. (2001):** Ganzheitliche Gestaltung von Investmentprozessen: Integrierte Modellierung von Entscheidungsabläufen im Asset Management, Bad Soden/Ts.: Uhlenbuch Verlag.
- DICHTL, H./KLEEBERG, J. M./SCHLENGER, C. (Hrsg.) (2005):** Handbuch Hedge Funds: Chancen, Risiken und Einsatz in der Asset Allocation, Bad Soden/Ts.: Uhlenbuch Verlag.
- DISCH, W./FÜSS, R. (2004):** Chancen und Risiken von Hedge Funds als Anlagekategorie, Berufsakademie Villingen-Schwenningen, *Discussion Papers*, Nr. 01/04, Villingen-Schwenningen.
- FRASER-SAMPSON, G. (2007):** Private Equity as an Asset Class, Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- FREITAG, M./PAPENDICK, U. (2007):** Futter für den Höllenhund, in: *Manager Magazin*, Nr. 9 v. 24.08.2007, S. 56 – 66.
- GETMANSKY, M./LO, A. W./MAKAROV, I. (2003):** An economic model of serial correlation and illiquidity in hedge funds returns, in: *Journal of Financial Economics*, 74 (2004), S. 529 – 609.
- GOTTSCHALG, O. (2006):** Performance-Messung und Benchmarking von Private Equity-Investments, in: *Busack/Kaiser* (2006), S. 189 – 211.
- GRINBLATT, M./TITMANN, S. (1989):** Mutual Fund Performance: An analysis of quarterly portfolio holdings, in: *Journal of Business*, Vol. 62, No. 3, S. 393 – 416.
- GRÜNBIHLER, A./GRAF, S./GRUBER, A. (Hrsg.) (2001):** Private Equity und Hedge Funds: Alternative Anlagekategorien im Überblick, Zürich: Verlag Neue Zürcher Zeitung.
- GRUNERT, C. (2006):** Private Equity im Asset-Management institutioneller Investoren, 1. Auflage, Frankfurt: Bankakademie-Verlag.
- HAACKE, B./RUESS, A./STEINKIRCHNER, P. (2005):** Von wegen Heuschrecke: Finanzinvestoren sind mehr als eiskalte Firmenjäger. Sie fördern den Strukturwandel in Deutschland, in: *Wirtschaftswoche*, Nr. 18 v. 28.04.2005, S. 64 – 66.

- HEIM, D. (2001):** Private Equity-Fonds in der Portfoliotheorie aus Sicht deutscher Anleger, in: *FINANZ BETRIEB*, Nr. 9/2001, S. 487 – 495.
- HUSS, M. (2005):** Performance Characteristics of Private Equity: An empirical comparison of Listed and Unlisted Private Equity Vehicles, - Abridged Version -, University of Basel, *Working Paper*, October 2005, Basel.
- JUGEL, S. (2008) (Hrsg.):** Private Equity Investments: Praxis des Beteiligungsmanagements, 2. Auflage, Wiesbaden: Gabler Verlag.
- KAPLAN, S./SCHOAR, A.:** Private Equity Performance: Returns, Persistence, Capital Flows, University of Chicago Graduate School of Business, MIT Sloan School of Management, *Discussion Paper*, Chicago/Cambridge.
- LONG, A./NICKLES, C. (1995):** A method for comparing private market internal rates of return to public market index returns, University of Texas System, *Manuscript*, August 28., Texas.
- LPX GMBH:** Guide to the LPX Equity Indices, Version 2.6
- MAIER, A./DENGEL, B. (2008):** Permira nimmt Hugo Boss aus, in: *Financial Times Deutschland*, Nr. 11. v. 13.03.2008, S. 1.
- MARKOWITZ, H. M. (1952):** Portfolio Selection, in: *Journal of Finance*, Vol. VII, No. 1, S. 77-91.
- MARKOWITZ, H. M. (1959):** Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments, New York/London: John Wiley & Sons Inc./Chapman & Hall Ltd.
- MOSKOWITZ, T. J./VISSING-JØRGENSEN, A. (2002):** The Returns to Entrepreneurial Investment: A Private Equity Premium Puzzle?, in: *American Economic Review*, Vol. 92, No. 4, S. 745 – 778.
- O. V. (2006):** The Benefits of Private Equity: 2006 Update, University of Massachusetts, CISDM Research Department, May 2006, Massachusetts.
- PODDIG, T./DICHTL, H./PETERSMEIER, K. (2003):** Statistik, Ökonometrie, Optimierung: Methoden und ihre praktische Anwendung in Finanzanalyse und Portfoliomanagement, 3. erweiterte Auflage, Bad Soden/Ts.: Uhlenbuch Verlag.
- SAHLMANN, W. A. (1990):** The structure and governance of venture-capital organizations, in: *Journal of Financial Economics*, Vol. 27, No. 2, S. 473 – 521.

- SCHMIDT-VON RHEIN, A. (1996):** Die Moderne Portfoliotheorie im praktischen Wertpapiermanagement: Eine theoretische und empirische Analyse aus Sicht privater Kapitalanleger, hrsg. von Prof. Dr. Manfred Steiner, Bad Soden/Ts.: Uhlenbuch Verlag.
- SCHNEIDER, C. (2008):** Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung erfolgreicher Exits, in: Jugel (Hrsg.) (2008), S. 153 – 164.
- TOBIN, J. (1958):** Liquidity Preference as Behavior Towards Risk, in: *Review of Economic Studies*, No. 67, February 1958, S. 65 – 86.
- WILHEM, H. (2006):** Private Equity für Privatanleger: Eine kritische Betrachtung verschiedener PE-Investments, Saarbrücken: VDM Verlag.
- ZIMMERMANN, H./BILO, S./CHRISTOPHERS, H./DEGOSCIU, M. (2005):** Risk, returns, and biases of listed private equity portfolios, University of Basel, *Working Paper*, No. 01/05, Basel.

Verfasser:

Dipl. Betriebsw. (BA) Johannes Buck, Kreissparkasse Rottweil

Dipl. Kfm. Franz Josef Untenberger, Volksbank eG Villingen-Schwenningen

Dozent an der Berufsakademie Villingen-Schwenningen

Tel.: 07721/802-1764

Email: FranzJosefUntenberger@Volksbank-Villingen.de

Bisher sind in der Schriftenreihe folgende Bände erschienen:

- Nr. 01/04 Chancen und Risiken von Hedge Funds als Anlagekategorie
Prof. Dr. Wolfgang Disch und Dr. Roland Füss
- Nr. 02/04 Asset Securitisation – Die Verbriefung bankeigener Forderungen als neue Herausforderung für Genossenschaftsbanken
Dipl. Betriebswirtin (BA) Stephanie Burger und
Dipl. Kfm. Franz Josef Untenberger
- Nr. 03/06 Auswirkungen von Basel II auf die Finanzierung mittelständischer Unternehmen im genossenschaftlichen Sektor
Dipl. Betriebswirtin (BA) Beate Wiertzbiki und
Dipl. Kfm. Franz Josef Untenberger
- Nr. 04/08 Neue Strukturen und weiteres Wachstum von Kreditderivaten im genossenschaftlichen Sektor
Dipl. Betriebswirtin (BA) Olivia Pastari und
Dipl. Kfm. Franz Josef Untenberger
- Nr. 05/08 Performancemessung und Optimierung von Portfolios unter Diversifizierung der Anlageklassen und Anlageinstrumente Immobilienaktien und REITs
Dipl. Betriebswirt (BA) Johannes Buck und
Dipl. Kfm. Franz Josef Untenberger