

Seminararbeit: Machine Learning

im Masterstudiengang Finanzmathematik, Aktuarwissenschaften und Risikomanagement

Deep Portfolio Management

Berlin, 30. März 2020

Weiqi Xie
s0553735

bei:
Prof. Olaf Bochmann

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

Idee

Methodik

Anwendung

Fazit

Gliederung

Deep Portfolio Management

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

Idee

Methodik

Anwendung

Fazit

1 Motivation

2 Datensatz

3 Portfoliooptimierungsmethoden

- Markowitz efficient frontier
- Hauptkomponentenanalyse
- Risikoparitätsmodell

4 Benchmarking und Fazit

Motivation

Deep Portfolio Management

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

Idee

Methodik

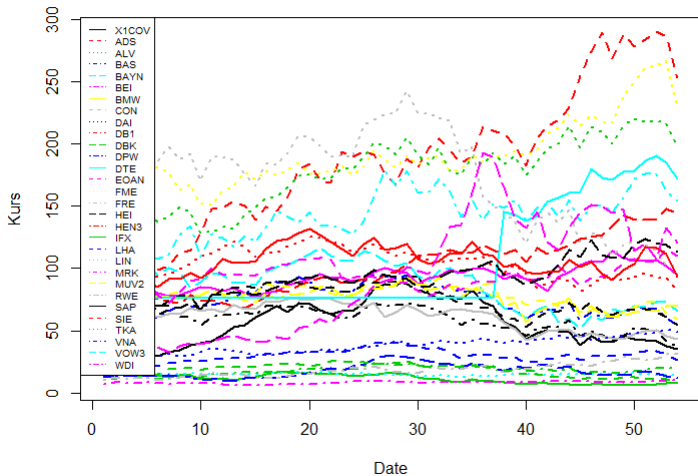
Anwendung

Fazit

- Optimierungsproblem: gleichzeitige Gewinnmaximierung und Risikominimierung
- Vermögensallokation: Aufteilung des Vermögens auf verschiedene Anlageklassen
- Vergleich der Methoden:
 - Markowitz efficient frontier
 - Hauptkomponentenanalyse
 - Risikoparitätsmodell

Datensatz

Komponente von DAX im Zeitraum 01.10.2015 bis 01.03.2020 (monatlich)



Datensatz

Tatsächliche Gewichtung einzelner Komponenten in % (Stand 24.03.2020):

X1COV 0,58	ADS 4,62	ALV 6,89	BAS 4,52	BAYN 5,94
BEI 2,73	BMW 3,01	CON 1,38	DAI 2,93	DB1 1,41
DBK 0.0138	DPW 3,09	DTE 6,94	EOAN 2,20	FME 2,07
FRE 1,91	HEI 0,80	HEN3 1,49	IFX 1,73	LHA 0,53
LIN 9,72	MRK 1,33	MUV2 2,72	RWE 1,52	SAP 13,53
SIE 6,87	TKA 0,84	VNA 2,75	VOW3 2,34	WDI 1,29

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

Idee

Methodik

Anwendung

Fazit

Markowitz efficient frontier

Idee

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

Idee

Methodik

Anwendung

Fazit

- klassisches Optimierungsproblem
- Annahmen:
 - vollkommener Kapitalmarkt
 - alle Investoren verfolgen dasselbe Ziel von Gewinnmaximierung und Risikominimierung
- effizientes Portfolio: es wird von keinem anderen Portfolio dominiert

Markowitz efficient frontier

Methodik

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

Idee

Methodik

Anwendung

Fazit

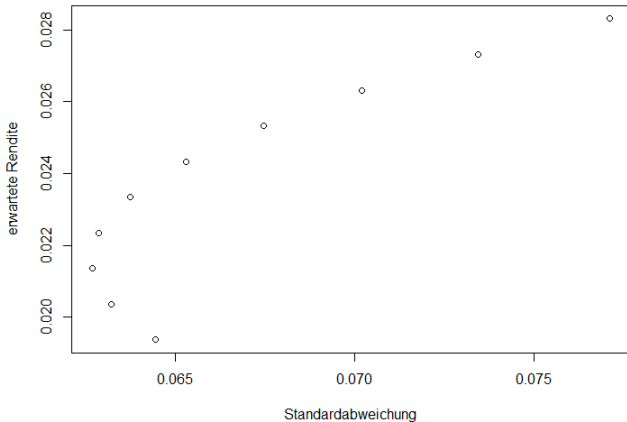
- Gewinnmaximierung: möglichst große erwartete Rendite μ
- Risikominimierung: möglichst kleine Standardabweichung σ
- Sharpe-Ratio: erwartete Rendite/Standardabweichung
- Ziel: Maximierung des Sharpe-Ratios

Markowitz efficient frontier

Anwendung

Zur Veranschaulichung Anwendung zunächst nur auf 2 Komponente von Dax (X1COV und ADS):

Markowitz effizient frontier



Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

Idee

Methodik

Anwendung

Fazit

Markowitz efficient frontier

Anwendung

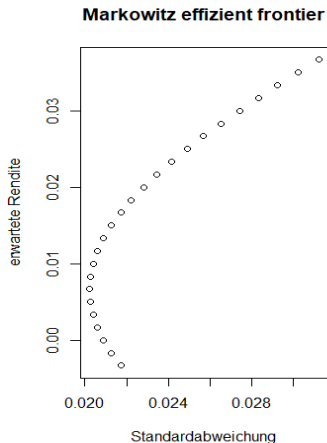
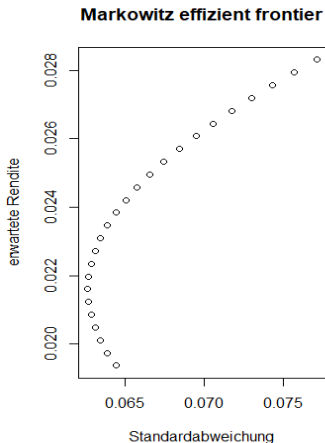
10 Portfolien auf der Markowitz effizient frontier

Portfolio-Nr.	erwartete Rendite	Standardabweichung	Gewichtung	
			X1COV	ADS
1	4,8119215	18,171121	-0,43769714	1,4376971
2	4,1843170	15,713344	-0,24316508	1,2431651
3	3,5567125	13,302390	-0,04863302	1,0486330
4	2,9291080	10,969177	0,14589905	0,8541010
5	2,3015035	8,775933	0,34043111	0,6595689
6	1,6738990	6,858282	0,53496317	0,4650368
7	1,0462945	5,511799	0,72949524	0,2705048
8	0,4186901	5,200838	0,92402730	0,0759727
9	-0,2089144	6,086244	1,11855936	-0,1185594
10	-0,8365189	7,769228	1,31309143	-0,3130914

Markowitz efficient frontier

Anwendung

Vergleich von Portfolien mit 2 und 30 Komponenten:



Markowitz efficient frontier

Anwendung

Gewichtung einzelner Komponenten des effizienten Portfolios mit niedrigsten Risiken in %:

X1COV 1,9651004	ADS 0,7179677	ALV -2,9499803	BAS 1,0858059	BAYN -1,4084884
BEI 0,8484779	BMW 0,4935069	CON 0,7257772	DAI 2,5827618	DB1 1,0134729
DBK 11,615923	DPW 3,7632726	DTE 37,0867422	EOAN 37,5384443	FME -1,1979158
FRE 0,7023623	HEI -1,6027989	HEN3 1,0121070	IFX 13,0208846	LHA -0,7661192
LIN 0,2154779	MRK -3,2002981	MUV2 1,1099092	RWE -4,9271375	SAP 1,2525109
SIE -1,9904976	TKA 11,4930901	VNA -0,1624795	VOW3 -0,2868131	WDI -0,4500188

Hauptkomponentenanalyse

Idee

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

Idee

Methodik

Anwendung

Fazit

- Vermögenallokation: Hauptkomponentenanalyse zur Zerlegung der Renditenmatrix in statistischen Faktoren
- *Problem*: große Dimension des Datensatzes
- *Lösung*: Verwendung einer orthogonale Transformation zur Reduktion der Dimensionen
- beruht auf die lineare Abhängigkeit zwischen den Datenachsen
- Umwandlung eines Datensatzes korrelierter Variablen in linear unkorrelierter Variablen (Hauptkomponente)
- jede aufeinander folgende Hauptkomponente erklärt eine bestimmte Variationsanzahl weniger

Hauptkomponentenanalyse

Methodik

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

Idee

Methodik

Anwendung

Fazit

- Eigenwertzerlegung der Kovarianzmatrix der Vermögensrenditen Σ
- Erhaltung von Eigenvektoren E und Eigenwerte λ (Varianz des Faktors) mit:

$$\Sigma E = \lambda E$$

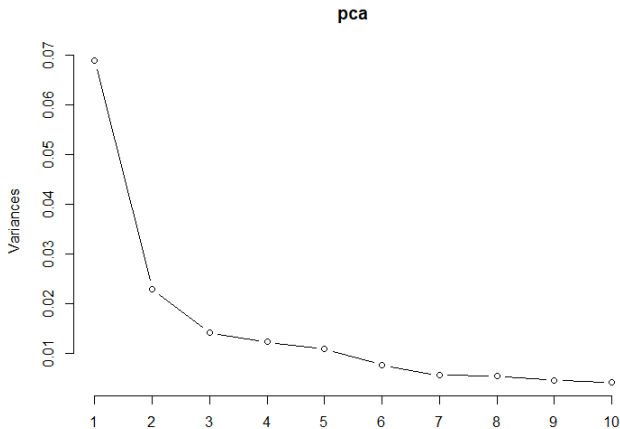
- Eigenvektoren als Gewichtung für das Principal Component Portfolio:

$$R_P = E^{-1} R^T$$

Hauptkomponentenanalyse

Anwendung

Die Wichtigkeit der ersten 10 Faktoren:



Hauptkomponentenanalyse

Anwendung

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

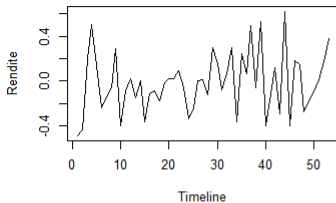
Idee

Methodik

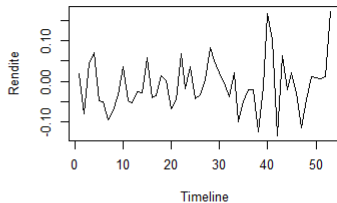
Anwendung

Fazit

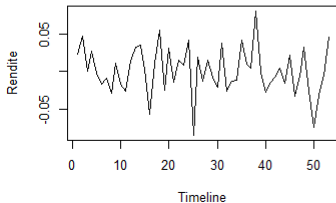
PC1



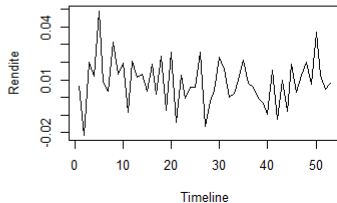
PC10



PC20



PC30



Hauptkomponentenanalyse

Anwendung

Gewichtung einzelner Komponenten in %:

X1COV 3,65011064	ADS 0,87605257	ALV 6,11358541	BAS 6,97815171	BAYN 3,80174903
BEI 0,64774259	BMW 6,19043027	CON 5,60854559	DAI 6,66476844	DB1 0,51680088
DBK 2,69074623	DPW 5,92113117	DTE 1,67983894	EOAN 0,85083857	FME 3,00560148
FRE 3,50420727	HEI 6,05367138	HEN3 2,37580220	IFX 5,04645111	LHA 2,73590012
LIN 0,02472525	MRK 2,39857157	MUV2 3,57214478	RWE 0,14099898	SAP 4,46791118
SIE 5,36800302	TKA 3,71257139	VNA 0,21319912	VOW3 5,02614688	WDI 0,16360225

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

Idee

Methodik

Anwendung

Fazit

Risikoparitätsmodell

Idee

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

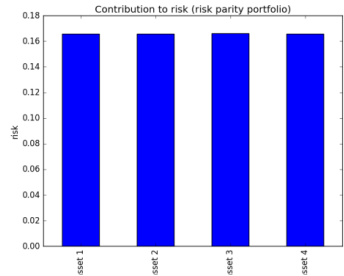
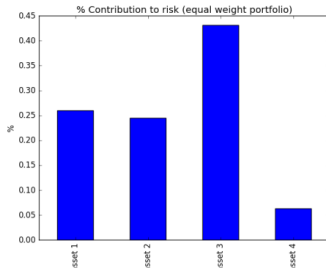
Idee

Methodik

Anwendung

Fazit

Allokation der Risiken statt des Kapitals:



- *Definition:* Risikobeitrag $:= \frac{w_j(\Sigma w_j)}{\sigma_p}$
- Gleichverteilung des Risikobeitrags über alle Anlageklassen
- Minimierung der Summe der Fehlerquadrate $f(x)$ mit:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_i(\Sigma w_i) - w_j(\Sigma w_j))^2$$

- andere Risikoverteilungen sind ebenfalls möglich

Risikoparitätsmodell

Anwendung

Gewichtung einzelner Komponenten bei gleichverteilten Risiken in %:

X1COV 1,5751273	ADS 0,7868252	ALV 0,5735380	BAS 1,2175770	BAYN 1,1239881
BEI 2,6743672	BMW 0,9484065	CON 0,4539139	DAI 1,1497239	DB1 2,6552312
DBK 6,8310719	DPW 2,7299532	DTE 14,8480588	EOAN 17,2994520	FME 1,4964043
FRE 1,9987214	HEI 1,3775199	HEN3 1,7343222	IFX 3,8958389	LHA 4,8029052
LIN 3,5032008	MRK 1,2523273	MUV2 0,7330502	RWE 8,6211625	SAP 1,1998862
SIE 0,8987812	TKA 4,8651101	VNA 6,8376091	VOW3 0,5588138	WDI 1,3571126

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

Idee

Methodik

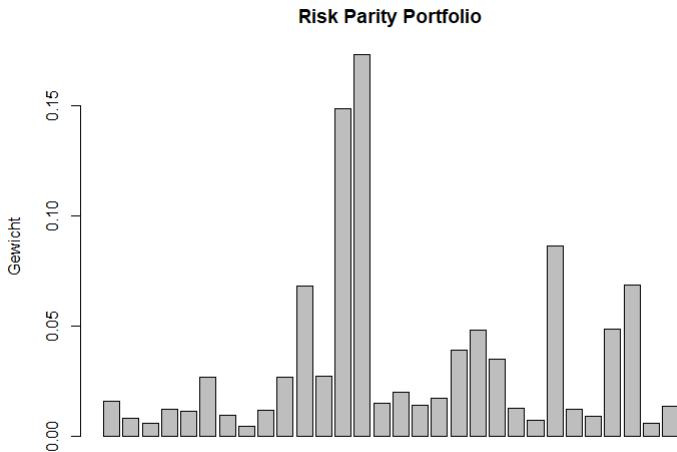
Anwendung

Fazit

Risikoparitätsmodell

Anwendung

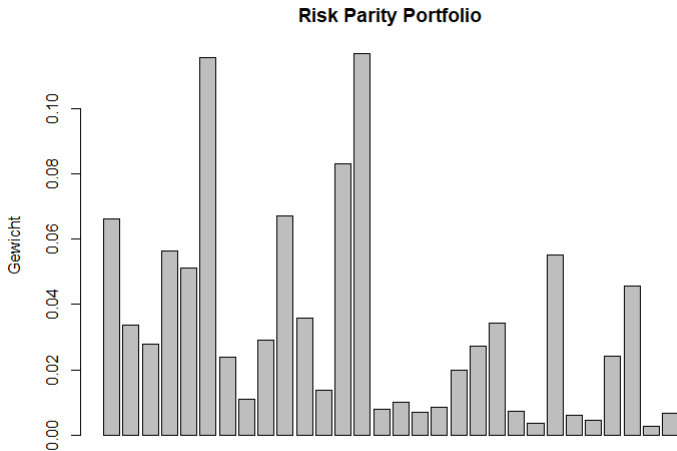
Gewichtung einzelner Komponenten bei gleichverteilten Risiken:



Risikoparitätsmodell

Anwendung

Gewichtung einzelner Komponenten bei absteigenden Risiken:



Benchmarking und Fazit

Motivation

Datensatz

Optimierung

MEF

Idee

Methodik

Anwendung

PCA

Idee

Methodik

Anwendung

RPM

Idee

Methodik

Anwendung

Fazit

Vergleich der Ergebnisse aus verschiedenen Optimierungsmethoden mit der Realität:

- Summe der Fehlerabstände:
 - $0.7944893 < 0,9490769 < 1,876961$
 - $PCA < RPM < MEF$
- Summe der quadrierten Fehler:
 - $0.03069741 < 0,06251216 < 0,3045258$
 - $PCA < RPM < MEF$

Fazit: Die Methode Principle Component Analyses stellt die tatsächliche Gewichtung der einzelnen Komponenten von Dax am besten dar.