Deep Portfolio Management

Berlin, 30. März 2020

Weiqi Xie
s0553735

bei:
Prof. Olaf Bochmann

Gliederung

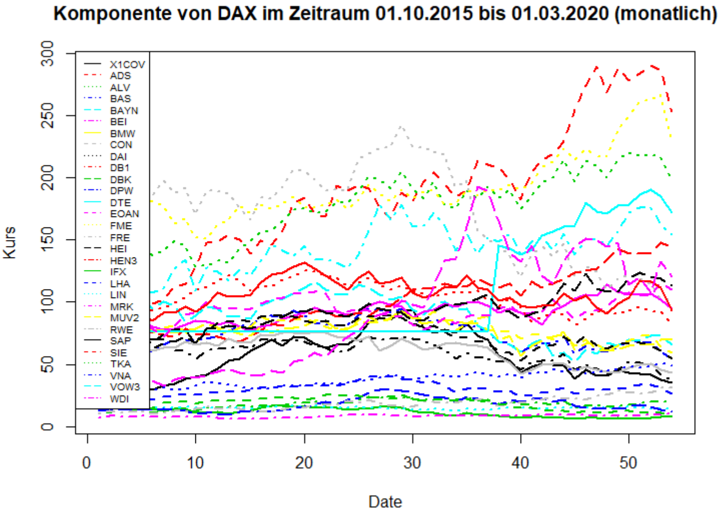
Deep Portfolio Management

Motivation

Deep Portfolio Management

- 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)
Kurs
Date
0
50
100
150
200
250
300
0
10
20
30
40
50
X1COV
ADS
ALV
BAS
BAYN
BEI
BMW
CON
DAI
DB1
DBK
DPW
DTE
EOAN
FME
FRE
HEI
HEN3
IFX
LHA
LIN
MRK
MUV2
RWE
SAP
SIE
TKA
VNA
VOW3
WDI

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

Markowitz efficient frontier

Idee

- 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

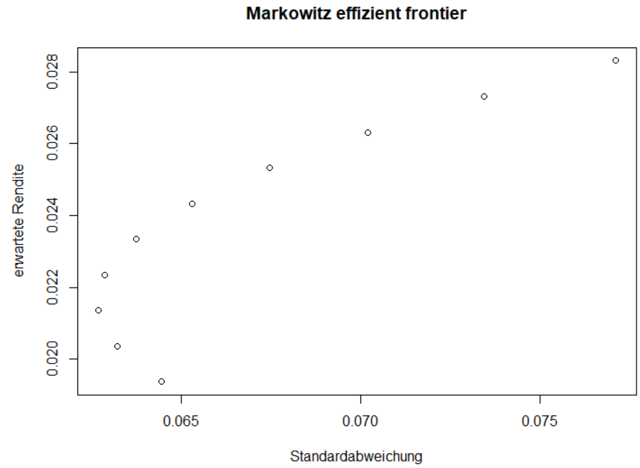
Methodik

- 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

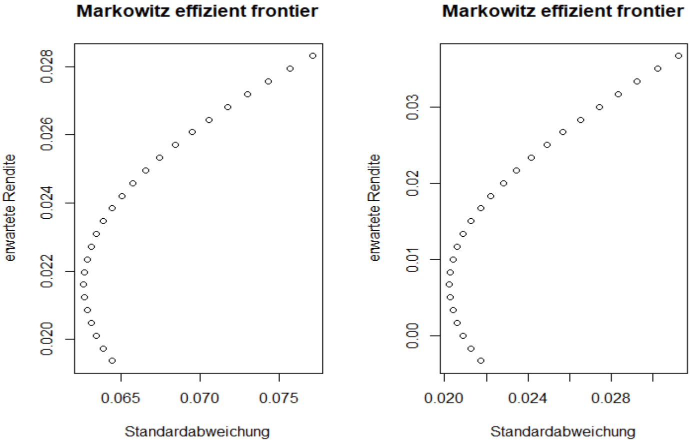
Zur Veranschaulichung Anwendung zunächst nur auf 2 Komponente von Dax (X1COV und ADS):



10 Portfolien auf der Markowitz effizient frontier

Portfolio-Nr.	erwartete Rendite	Standard-abweichung	Gewichtung X1COV	Gewichtung 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

Vergleich von Portfolien mit 2 und 30 Komponenten:



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

- 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

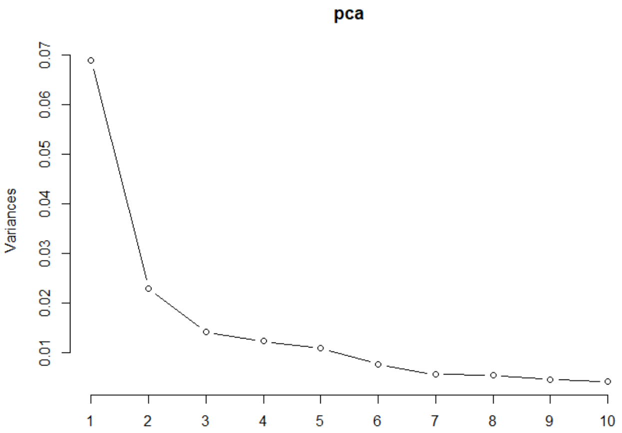
- Eigenwertzerlegung der Kovarianzmatrix der Vermögensrenditen Σ
- Erhaltung von Eigenvektoren E und Eigenwerte λ (Varianz des Faktors) mit:

$$\Sigma E = \lambda E$$

- Eigenvektoren als Gewichtung für das Principal Component Portfolio:

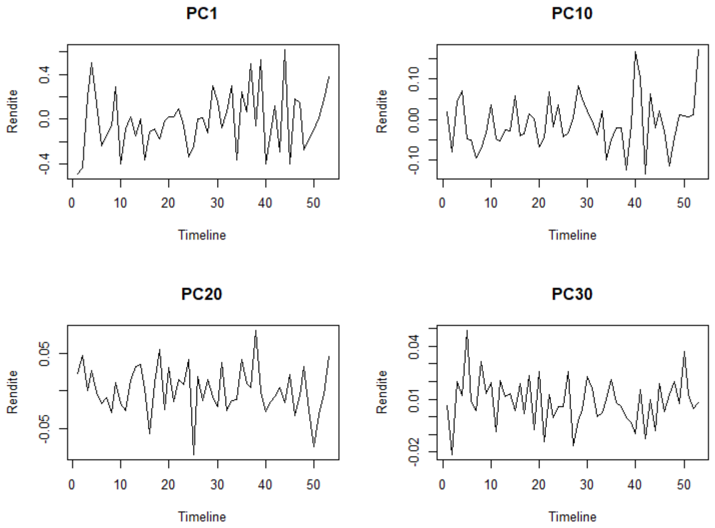
$$R_P = E^{-1} R^T$$

Die Wichtigkeit der ersten 10 Faktoren:



Hauptkomponentenanalyse

Anwendung



Gewichtung einzelner Komponenten in %:

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

Risikoparitätsmodell

Idee

- Allokation der Risiken statt des Kapitals
- *Problem*: Überkomplikation bei der Darstellung der Beziehung zwischen den Anlageformen
- *Lösung*: Anwendung von hierarchischen Clustering-Algorithmen auf die Kovarianzmatrix
- resursive Risikoallokation über die Anlagegruppierungen

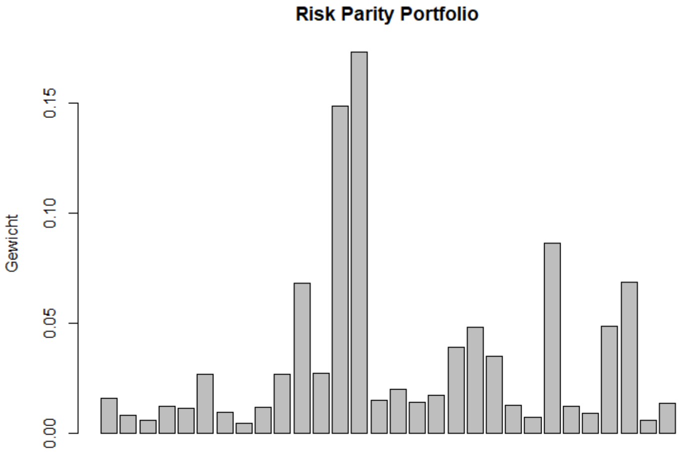
- *Definition*: marginaler Risikobeitrag $:= \frac{V_j w_j}{\sigma_p}$
- *Definition*: Risikobeitrag $:= \frac{w_j(V_j w_j)}{\sigma_p}$
- RPM: Gleichverteilung des Risikobeitrags über alle Anlageklassen
- Minimierung der Summe der Fehlerquadrate $f(x)$ mit:

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

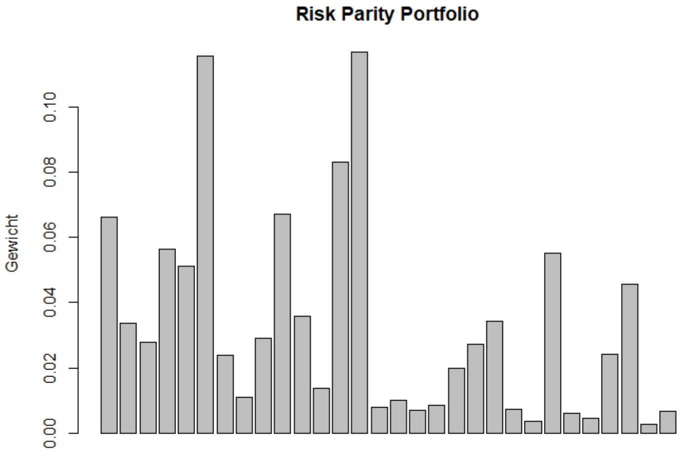
Gewichtung einzelner Komponenten bei gleichverteilten Risiken in %:

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

Gewichtung einzelner Komponenten bei gleichverteilten Risiken:



Gewichtung einzelner Komponenten bei absteigenden Risiken:



Benchmarking und 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.