

Computational Intelligence und Data Mining

Portfoliooptimierung unter Nebenbedingungen

Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein
thomas.bartz-beielstein@fh-koeln.de, Tel. 02261/8196-6391

Prof. Dr. Wolfgang Konen
wolfgang.konen@fh-koeln.de, Tel. 02261/8196-6275

Prof. Dr. Hartmut Westenberger
hartmut.westenberger@fh-koeln.de, Tel. 02261/8196-6385

Zielsetzung

Ziel der Portfoliooptimierung ist die Bestimmung einer optimalen Investmentstrategie an einem Finanzmarkt. Ein Investor muss beispielsweise entscheiden, in welchem Verhältnis verschiedene Anlagen in einem Depot vorhanden sein sollen. Erfahrungen aus der alltäglichen Arbeit der Firma Dortmund Intelligence Project GmbH (DIP) liefern die Grundlage für dieses Forschungsvorhaben.

Der Auftraggeber ist meistens ein institutioneller oder in manchen Fällen auch ein vermöggender privater Anleger. Die Aufgabe besteht nun darin, ein Portfolio zu erstellen, das speziell auf die Wünsche und Anforderungen des Auftraggebers zugeschnitten ist. Des Weiteren möchte der Auftraggeber in möglichst kurzen Abständen wissen, ob seine Portfolios durch die Hinzunahme oder durch den Verkauf von Anlagen optimiert werden können. Die Performance des Portfolios ergibt sich durch die einzelnen Anlagen. Da die Optimierung auf historischen Daten basiert, kommt es hier zu einer Diskrepanz zwischen der wirklichen und der berechneten Performance.

Drei Schritte sind für die tägliche Arbeit der Firma Dortmund Intelligence Project typisch, siehe Abbildung 1.

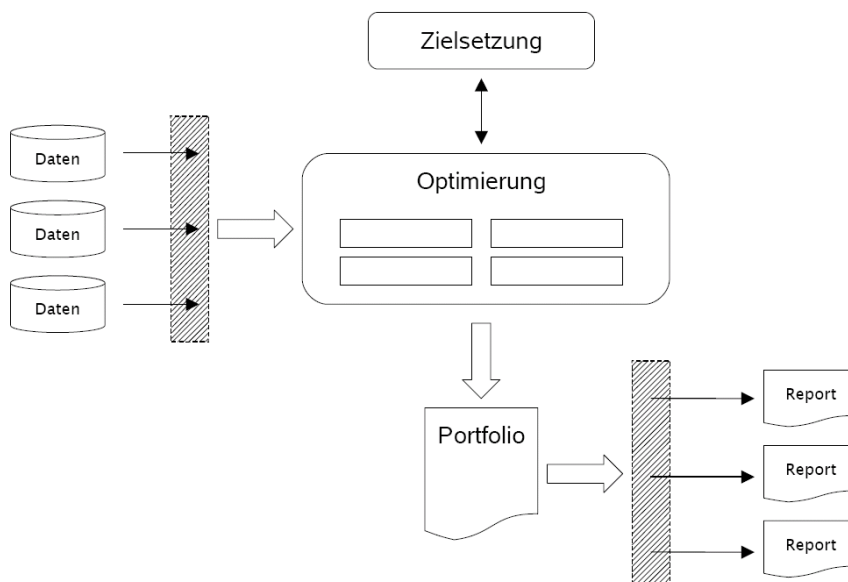
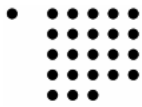


Abbildung 1: Schritte bei der Portfoliooptimierung

Bereitstellung und Vorbereitung der Daten

An erster Stelle steht die Bereitstellung und Vorbereitung der Daten für den eigentlichen Optimierungsprozess. Die Grundlagen für den Optimierungsprozess sind die Anlagen, aus denen das Portfo-



lio bestehen kann und die dazugehörigen Kenndaten. Die möglichen Bestandteile eines Portfolios können sehr vielfältig sein. Es können auf der einen Seite Aktien, Anleihen, Devisen oder bestimmte Waren sein. Andererseits ist es auch möglich, in so genannte Futures, Optionen, Zertifikate, Optionscheine, Termingeschäfte oder Swaps zu investieren. Die für den Optimierungsprozess notwendigen Kenndaten sind immer anlagen- und problemspezifisch. Meistens handelt es sich allerdings um die zu erwartende Rendite einer Anlage und das mit dieser Erwartung verbundene Risiko. Die notwendigen Daten können von verschiedenen Anbietern bezogen werden. Kommerzielle Anbieter solcher Daten sind beispielsweise Bloomberg und ESignal. Oft werden die dem Optimierungsprozess zugrunde liegenden Daten auch via Mail (z.B. manuell vom Auftraggeber in einer Excel-Tabelle zusammengestellt) zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer ausgetauscht. Anschließend müssen die Daten in einem Vorverarbeitungsprozess noch manuell für den Prozess der Portfoliooptimierung aufbereitet werden. Es wird häufig versucht, die erwarteten Returns der einzelnen Anlagen für die Investitionsperiode mit geeigneten Methoden zu schätzen. Da die geschätzten Daten heutzutage meistens durch Personen festgelegt und nicht durch einen objektiven Prozess ermittelt werden, kommt es zu Daten, die nur eingeschränkt für den Optimierungsprozess genutzt werden können.

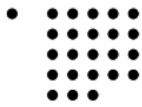
Optimierung des Portfolio

Bevor der eigentliche Optimierungsprozess beginnen kann, muss eine Zielfunktion festgelegt werden. Beispielsweise kann es gewünscht sein, ein gut gegen Marktrisiken (Zinsänderungen, etc.) abgesichertes Portfolio zu erhalten. Eine andere Zielsetzung könnte sein, mit einem Portfolio in einem bestimmten Zeitraum einen gesicherten Ertrag bei minimalem Ausfallrisiko zu erhalten. Wenn die Zielsetzung festgelegt worden ist, kann der eigentliche Optimierungsprozess beginnen. Viele Methoden zur Berechnung von effizienten Portfolios können zum Einsatz kommen, u. a. die in dem vorliegenden Projekt behandelten CI und Data Mining Verfahren.

Das Ergebnis des Optimierungsprozess besteht aus einem oder mehreren Portfolios, die der Zielsetzung gerecht werden. Da die Anforderungen an ein Portfolio aber nicht immer eine exakte Lösung besitzen müssen bzw. da die zur Verfügung stehende Rechenzeit nicht immer ausreicht, um auch wirklich das optimale Portfolio zu finden, kann die Qualität der Lösungen schwanken. Durch eine geschickte Auswahl der Optimierungsmethode und der Einstellungen des zugrundeliegenden Verfahrens kann die Qualität der Lösungen optimiert werden. Bezogen auf die Portfoliooptimierung mit CI und Data Mining Verfahren ist dies ein wichtiger Aspekt unserer Forschung.

Reportgenerierung

Aus den Ergebnissen des Optimierungsprozess wird je nach Kundenwunsch ein umfangreicher Report erstellt. Dieser Report soll den Auftraggeber bei der Entscheidungsfindung, wie er sein zur Verfügung stehendes Kapital investiert, unterstützen. In dem Report werden meistens mehrere Portfolios mit leicht verschiedenen Ausrichtungen dargestellt, damit der Kunde die Möglichkeit hat, ein Portfolio mit einem leicht höheren Risiko, aber gleichzeitig einem viel höheren Return, zu wählen. Auch hier ist anzumerken, dass die Generierung der Reports meistens manuell erfolgt. Oft werden die berechneten Portfolios inkl. einer ausführlichen Beschreibung und einer Analyse der erwarteten Performance in einem PDF Dokument dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt (siehe Abbildung 2).



FX-MMP Daily Report

30.04.2007 16:49

1. Valuation:

Estimated NAV of the Fund	402.187	USD	(Share Class C)
Change for the (Day)	0.01%		
Current Level of the FX-MMP Index	94.017		
Change for the Day	-0.02%		

2. Portfolio Overview



Portfolio Summary

Currency	Position ¹	Diff. to prev. Day ²	USD Quote ³	EUR Quote	% Long			Short			Flat
					over 50 %	10% to 50 %	10% to 50 %	over 50 %	- 10 % to 10 %		
EUR	22.06	4.51	1.3639	1.0000	0	1	1	0	0	3	
GBP	7.70	-2.19	1.9960	0.8633	0	0	0	0	0	5	
CAD	2.43	1.41	1.1102	1.5142	0	0	0	0	0	7	
NOK	2.26	0.22	5.9503	8.1293	0	0	0	0	0	4	
PLN	2.02	0.01	2.7740	3.7935	0	0	0	0	0	2	
MXN	1.50	0.64	10.935	14.914	0	1	0	0	0	5	
NZD	1.32	-1.39	1.3493	1.8403	0	0	0	0	0	4	
HUF	1.27	0.15	181.53	247.59	0	0	0	0	0	2	
KRO	-0.09	0.09	930.86	1269.59	0	0	0	0	0	1	
TWD	-0.16	0.00	33.316	45.439	0	0	0	0	0	1	
SGD	-0.18	0.00	1.6201	2.0793	0	0	0	0	0	5	
HKD	-1.04	0.00	7.8212	10.6673	0	0	0	0	0	1	
SEK	-1.11	-0.10	6.7124	9.1550	0	0	0	0	0	3	
USD	-3.26	-0.51	1.0000	1.3639	0	1	0	0	0	4	
CHF	-11.35	-3.23	1.2054	1.6453	0	0	1	0	0	5	
JPY	-24.46	1.23	119.47	152.94	1	0	0	0	2	3	

¹ In USD Mio. (for a 50 Mio. USD portfolio equivalent)
² EUR, GBP and AUD are indirectly quoted
³ 0 % to 24 % of Fund Manager with significant positions

Abbildung 2: Ausschnitt aus einem Report (Quelle: Quaesta Capital)

Andere Darstellungsmöglichkeiten sind denkbar (z.B. via MMS auf ein mobiles Endgerät). In vielen Finanzportalen im Internet kann sich der Nutzer vergleichsweise einfache Performance-Analysen eines Portfolios online anzeigen lassen.

Bisherige Ansätze

Die Grundlage für die Portfolio Selection Theory bildet eine Veröffentlichung des amerikanischen Ökonomen Harry M. Markowitz aus dem Jahre 1952 [Mar52]. In dieser Arbeit zeigt Markowitz, dass das Risiko eines effizienten Portfolios kleiner oder maximal gleich dem durchschnittlichen Risiko der einzelnen Anlagen aus dem Portfolio ist. Markowitz entwickelt in seiner Arbeit eine effiziente Berechnungsmethode zur Ermittlung von effizienten Portfolios. Im Mittelpunkt der Portfolio-Theorie steht die Erkenntnis, dass eine Risikosenkung durch Risikostreuung erreicht werden kann.

Risiko und Rendite sind in der Portfolio-Selection Theorie zentrale Begriffe:

- Rendite: Die Wertveränderung einer Anlage innerhalb einer bestimmten Periode bezeichnet man als Rendite. Um die Rendite einer bestimmten Periode zu messen, ermittelt man die Differenz zwischen dem Kurs am Ende und am Anfang einer Periode, zzgl. eventuell ausgezahlter Erträge wie z.B. Dividenden oder Zinsen. Interessiert man sich jedoch dafür, wie hoch im Mittel die zu erwartende Rendite in jeder der betrachteten Perioden ist, so gibt hierüber der Mittelwert oder Erwartungswert Auskunft.
- Risiko: Mit dem Begriff Risiko bezeichnet man die Unsicherheit, mit der die zu erwartende Rendite auch wirklich eintritt. Je stärker das Risiko einer Anlage ist, desto stärker schwankt die Wertentwicklung im Zeitverlauf. Das Instrument, um diese Unregelmäßigkeit oder Flatterhaftigkeit der Renditeentwicklungen zu messen, ist die so genannte Volatilität. Die Volatilität ist mathematisch gesehen identisch mit der Standardabweichung, siehe Abbildung 3.

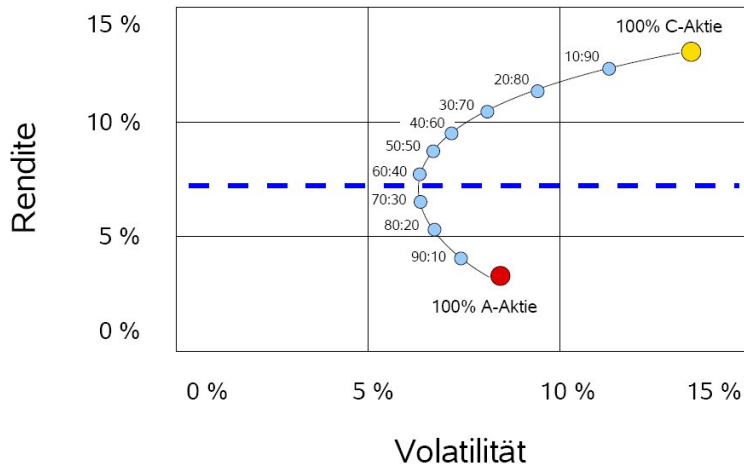


Abbildung 3: Verschiedene Kombinationsmöglichkeiten der beiden fiktiven Anlage A und C (die Werte sind fiktive Beispielzahlen). Der obere Ast wird als risikoeffiziente Linie bezeichnet.

Kritik an den bisherigen Ansätzen

Ungenauere Prognosen, nicht zutreffende Modellannahmen (z.B. die Normalverteilungsannahme bei der Modellierung der Renditen) und schwierige Nebenbedingungen, die bei der Modellierung nicht genügend berücksichtigt werden, geben Anlass zur Kritik an den bisherigen Ansätzen. Es werden auch kaum oder gar nicht die Strukturen im Universum der Anlagen betrachtet. Als ein Beispiel können hier die Styles (s. u.) genannt werden.

In diesem Projekt liegt der Schwerpunkt auf der Einbindung realistischer Nebenbedingungen. Nebenbedingungen können in folgende Situationen eine wichtige Rolle spielen:

1. Floor/Ceiling: Eine Anlagepräferenz eines Investors kann beispielsweise sein, wie groß der prozentuale Anteil eines bestimmten Assets am Portfolio mindestens (Floor) bzw. höchstens (Ceiling) sein darf.
2. Cardinality: Eine weitere Nebenbedingung ist die sogenannte Kardinalitätsbeschränkung, die eine Anzahl an Anlagen vorgibt, die in einem Portfolio vorhanden sein dürfen. Hierbei möchte ein Anleger beispielsweise einen Bereich (eine minimale und eine maximale Anzahl von Anlagen) oder eine genaue Anzahl festlegen.
3. Styles: Bisher haben wir ausschließlich die historischen Kursverläufe der Anlagen betrachtet und daraus die zu erwartende Rendite und das mit dieser Rendite verbundene Risiko ermittelt. Allerdings liegen noch weitere Informationen über die einzelnen Anlagen vor, die wir beim Optimierungsprozess berücksichtigen können. Die einzelnen Anlagen können in unterschiedliche Kategorie unterteilt werden, sog. Styles. Eine Anlagepräferenz eines Investors könnte nun beispielsweise sein, dass der Gesamtanteil aller Anlagen aus der (fiktiv angenommenen) Kategorie „Energiekonzerne“ mindestens 20% und höchstens 40% vom Gesamtportfolio betragen darf.

Analyse, Modellierung und Optimierung mit CI Methoden

Es wurden bereits einige Versuche unternommen, die Portfoliooptimierung nach Markowitz mit evolutionären Verfahren durchzuführen. Grundlegend für die Berücksichtigung von Nebenbedingungen ist die Diplomarbeit von Baranski [3]. Diese Arbeit entstand am Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik (ISST) in enger Kooperation mit der Firma Dortmund Intelligence Project, die in diesem Projekt ein wichtiger Partner ist. Hierbei werden Einblicke in die Portfolio Optimierung für institutionelle Anleger und auch für Real-World Problemstellungen untersucht. Heutzutage wird für die Portfolio-Optimierung selten das Risiko nach Markowitz genutzt, sondern auf den Anleger zugeschnittenen Risikofunktionen. Diese Erfahrungen können in die Arbeit einfließen, da die Firma Dortmund Intelligence Project schon einen größeren Fund mit FX Bereich mit CI Methoden optimiert.

Ausgehend von den in [3] gewonnenen Erkenntnissen soll im Folgenden versucht werden, die CI Methoden weiter zu verbessern und neue Aspekte bei der Optimierung zu berücksichtigen. Aktuell stehen Untersuchungen des Einflusses der Problemrepräsentation und der Modellierung der Zielfunktion im Mittelpunkt unserer Forschung.



Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Analyse der historischen Daten, um eine besser Grundlage für die Optimierung zu nutzen als lediglich Mittel- bzw. Erwartungswerte. So sind Zeitreihen in diesem Bereich sehr oft Mean-Reverting, so dass man nicht den Durchschnitt der historischen Daten zu Optimierung nutzen sollte. Dabei werden auch die Erfahrungen aus den von Prof. W. Konen und Prof. H. Westenberger durchgeführten Forschungsprojekten im Bereich Data Mining und CI an der FH Köln eine wichtige Rolle spielen [1, 4, 5].

Danksagung: Für die Bereitstellung anwendungsbezogener Daten, die interessanten Diskussionen und Hintergrundinformationen bedanken wir uns bei Dr. Wolfgang Kantschik (Dortmund Intelligence Project GmbH) und Bastian Baranski (Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik).

Literatur

- [1] H. Westenberger, W. Konen, T. Bartz-Beielstein, Business Intelligence an Hochschulen, Forschungsbericht FH Köln, 2007.
- [2] H. M. Markowitz. Portfolio selection. *Journal of Finance*, 7:77.91, 1952.
- [3] B. Baranski, Evolutionsstrategien zur Portfoliooptimierung unter Nebenbedingungen. Diplomarbeit am Fachbereich Informatik, Universität Dortmund. 2007.
- [4] T. Bartz-Beielstein, W. Konen, H. Westenberger. Datenanalyse und Prozessoptimierung am Beispiel Kläranlagen. Forschungsbericht FH Köln, 2007.
- [5] T. Bartz-Beielstein, W. Konen, H. Westenberger. Moderne statistische Verfahren zur experimentellen Versuchsplanung. Forschungsbericht FH Köln, 2007.